Notas de laboratorio[*]

Práctica 3: SIMULACIÓN DE PROBLEMAS ELECTROSTÁTICOS

Nombre de los integrantes del grupo de prácticas		Firma
		Firma
IP del ordenador:[1]		
Fecha y hora de realización:		

4 Repaso de conceptos

Pulse sobre el enlace "*Producto vectorial*" de la barra de navegación izquierda.

El ángulo entre $I\,d\vec{\ell}$ y $\vec{B}$ para que su producto vectorial sea cero es: ……… El producto vectorial es máximo cuando $I\,d\vec{\ell}$ y $\vec{B}$ forman un ángulo de ……… grados Si un trocito de cable $I\,d\vec{\ell}$ tiene la misma dirección que el campo magnético $\vec{B}$, la fuerza magnética sobre él es …….. N

5 Campos magnéticos creados por corrientes

Pulse sobre el enlace "*Elemento de corriente*" y mueva con las teclas de dirección ←↑↓→ el punto donde se mide $\vec{B}$

$\vec{B} \sim 0$ en puntos muy alejados del elemento de corriente y en ……………………….……………
El ángulo entre $I\,d\vec{\ell}$ x $\vec{u}_r$ en esos puntos es ……………..

Pulse sobre el enlace "*Brújula*" de la barra de navegación izquierda.

La punta de color rojo de la brújula corresponde al polo …………… de la brújula *(escribir N o S).*
Explique en un par de líneas porqué se mueven los electrones en sentido opuesto a la corriente en el cable vertical.

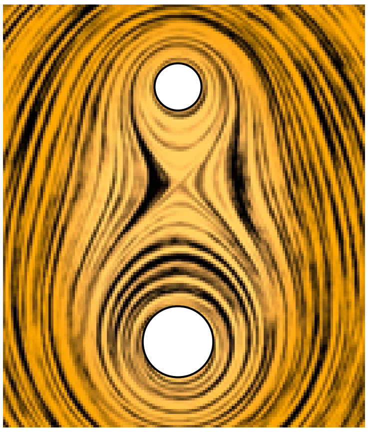
Pulse sobre el enlace "*Conductor muy largo perpendicular a la pantalla*" de la barra de navegación izquierda. Responder a la siguiente pregunta según el sentido de giro de las líneas de campo $\vec{B}$.

Según el sentido de giro de las líneas de campo $\vec{B}$, la corriente ………………… la pantalla *(escribir "entra en" ⊗ o "sale de" ⊙).*

[*] Estas hojas deben entregarse al profesor al finalizar la práctica y la práctica se evaluará en base a este documento (resultados correctos, apartados concluidos, etc). Para poder acabar la práctica en el tiempo asignado, es necesario estudiar el guión con antelación y preparar los apartados con cálculos teóricos.
Si no se entrega estas notas al final de la práctica, ésta no se contará como realizada.

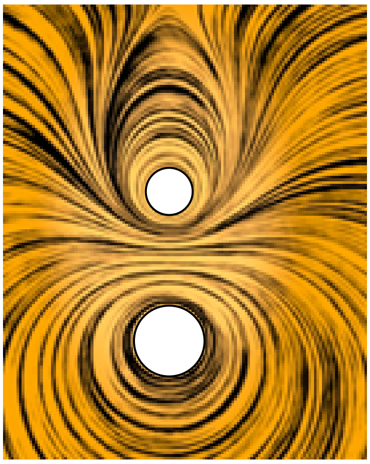
[1] La dirección IP del ordenador se puede obtener entrando en la página web www.whatismyip.com

Pulse sobre el enlace "*Dos cables, misma circulación*" de la barra de navegación izquierda. Dibujar ⊗ o ⊙ en el cable según el sentido de giro de las líneas de campo $\vec{B}$ creado por cada conductor.



En la mitad entre los dos conductores, el campo es …………………….. *(escribir "máximo" o "mínimo")* porque las contribuciones de cada cable tienen ………………………… (*escribir "la misma dirección" o "dirección opuesta"*).

Pulse sobre el enlace "*Dos cables, misma circulación*" de la barra de navegación izquierda. Dibujar ⊗ o ⊙ en el cable según el sentido de giro de las líneas de campo $\vec{B}$ creado por cada conductor.



En la mitad entre los dos conductores, el campo es …………………….. *(escribir "máximo" o "mínimo")* porque las líneas de campo magnético están más ……………… (*escribir "juntas" o "separadas"*) y las contribuciones de cada cable tienen ………………………… (*"la misma dirección" o "dirección opuesta"*).

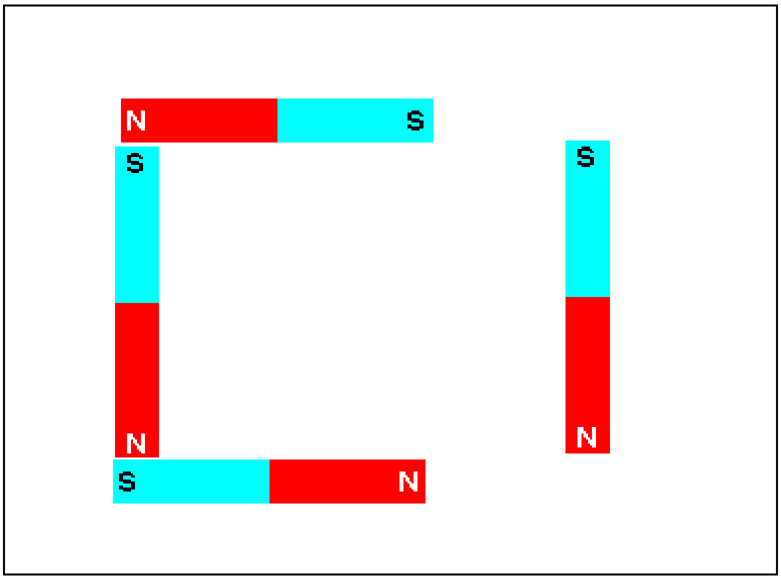
6 Campos magnéticos creados por imanes

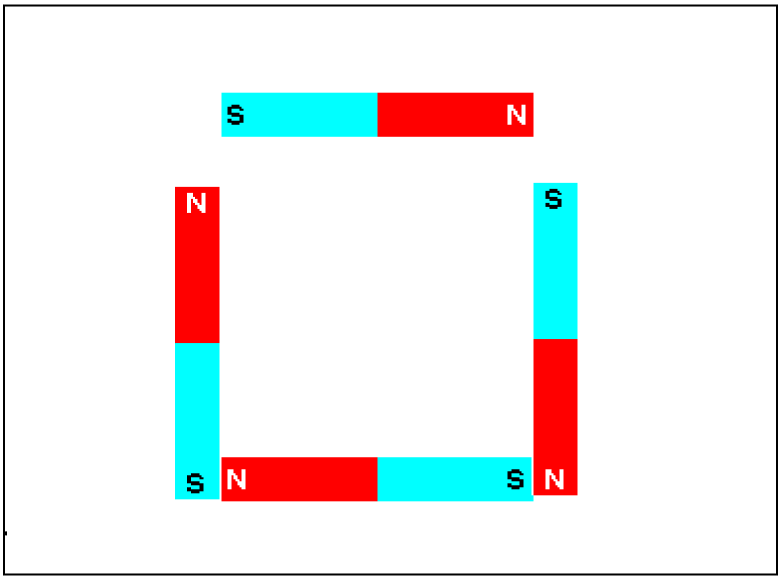
Pulse sobre el enlace "*Campo de un imán*" de la barra de navegación izquierda. Según la dirección de las líneas de campo magnético $\vec{B}$, los polos magnéticos del imán con forma de barra y de la aguja imanada se simbolizan con los siguientes colores:

Polo Norte	**Color …………..**
Polo Sur	**Color …………….**

Las zonas con mayor intensidad de campo magnético $\vec{B}$ fuera del imán están junto a los ………………. del imán porque allí se concentran líneas de campo.
En el polo geográfico Norte hay a un polo magnético ………………….(*escribir "Norte" o "Sur"*)

Pulse sobre el enlace "*Imanes, brújulas y limaduras*" de la barra de navegación izquierda. Construya uniendo imanes la siguiente configuración y dibuje las líneas de campo resultantes (se puede ayudar haciendo doble clic sobre un punto para que el programa dibuje la línea de campo que pasa por ese punto, o bien puede activar la representación de los vectores de campo pulsando "mostrar campo").

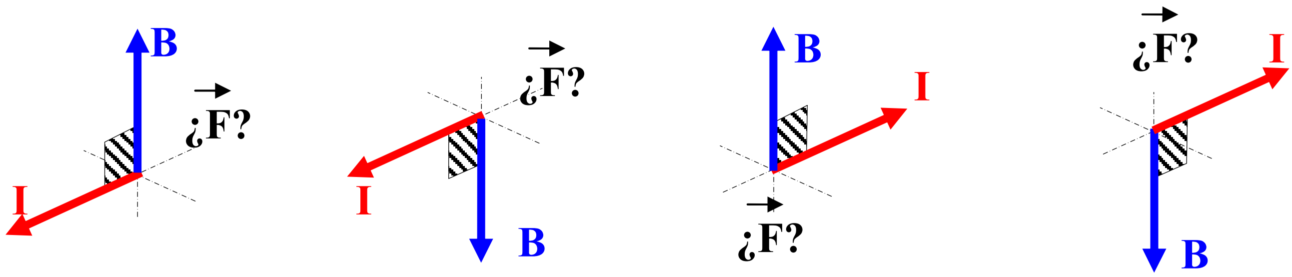




NOTA: si el navegador muestra incorrectamente los caracteres acentuados, haga click con el ratón en la parte en dónde aparecen símbolos extraños y presione tecla "F5".

7 Fuerzas magnéticas

Pulse sobre el enlace "*Fuerza sobre un alambre portador de corriente (vista en perspectiva)*" de la barra de navegación izquierda. Pulsando sobre los botones "Invertir Corriente" e "Invertir imán", comprueba el sentido de la fuerza en las siguientes configuraciones y dibuja la fuerza resultante. Observa que la dirección obtenida corresponde al producto vectorial $\vec{dF} = I\,\vec{d\ell} \times \vec{B}$**.**



Pulse sobre el enlace "*Fuerza sobre un alambre portador de corriente (vista en corte)*". El punto gris que aparece en la pantalla representa un conductor recorrido por una corriente cuyo sentido se quiere determinar mediante fuerzas magnéticas.

a) Según la brújula de la animación, el polo azul es ……….. . y el verde es …………….. *(escribir "N" o "S").*

b) La animación que muestra correctamente la fuerza sobre un alambre por el que circula una corriente $\odot$ que sale de la pantalla es la número ....

c) La animación que representa una corriente $\otimes$ que entra a la pantalla es la número …

Nota: las animaciones restantes no representan fuerzas magnéticas.

Pulse sobre el enlace "*Fuerza entre alambres*" y después de realizar la experiencia, responda:

a) El sentido de la corriente del conductor rojo es .... *(escribir $\odot$ o $\otimes$).*

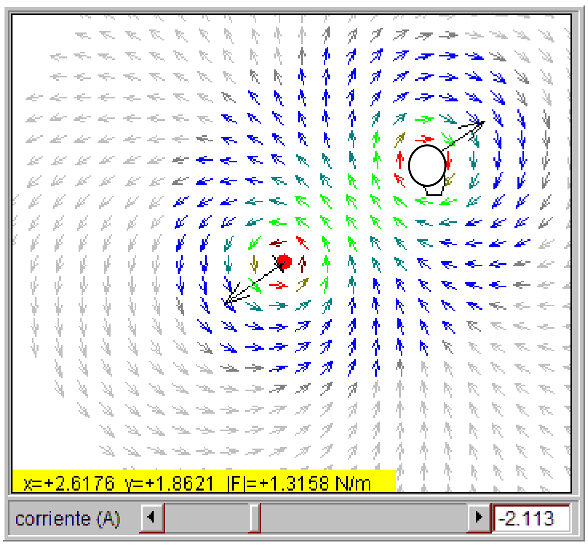
b) El valor positivo de intensidad en el cable azul es ……….*(escribir $\odot$ o $\otimes$).*

c) Dos cables con corrientes en el mismo sentido se …………… *(escribir "atraen" o "repelen").*

d) Dos cables con corrientes en opuestas se …………… *(escribir "atraen" o "repelen").*

e) Dibujar en el siguiente diagrama el campo magnético $\vec{B}_1$ que crea el conductor rojo en la posición del azul (donde está el círculo), la dirección del elemento de corriente $I_2\,\vec{d\ell}_2$. La fuerza $\vec{dF}$ resultante ya está indicada.

Nota: Los vectores de campo que aparecen en la figura corresponden al campo total ($\vec{B}_{total} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 =$ superposición de los campos magnéticos que crea cada cable). Para calcular la fuerza $\vec{dF}$ resultante hay que calcular $\vec{B}_1 \times I_2\,\vec{d\ell}_2$, donde $\vec{B}_1$

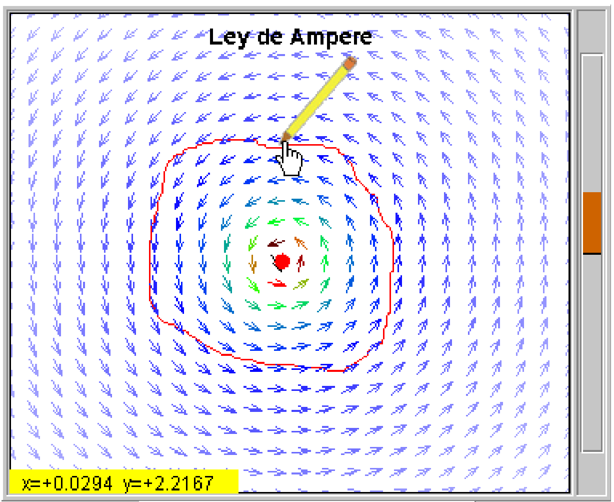


8 Ley de Ampere

Pulse sobre el enlace "*Ley de Ampère e integral de línea*" y responda a las siguientes preguntas.

Comencemos con un alambre. Mueva el símbolo ⊕ para seleccionar el punto inicial y active el cálculo de la integral de línea pulsando el botón activar integral.

Arrastre el lápiz dando una vuelta completa alrededor del alambre en el mismo sentido de giro que los vectores de campo B, regresando al punto de partida.



x	y	Integral
+0.03 cm	+2.22 cm	

$\cdot 10^{-7}$ T m/A

a) El valor de la integral de línea es $\oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell}$ = ………· 10^{-7} T m *(valor del recuadro "Integral").*

b) De aquí deducimos que la corriente abrazada es $I_{enlazada} = \dfrac{\oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell}}{\mu_0}$ = …… A

Pulse reinicio y después dé la vuelta completa alrededor del alambre en sentido contrario al giro de B.

c) El valor de la integral de línea es $\oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell}$ = ………· 10^{-7} T m

d) De aquí deducimos que la corriente abrazada es $I_{enlazada} = \dfrac{\oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell}}{\mu_0}$ = …… A

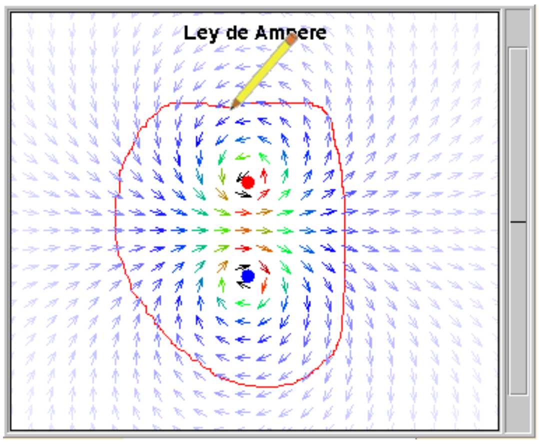
Explica en dos líneas porqué los dos valores de $I_{enlazada}$ tienen el mismo módulo pero distinto signo.

Pulse desactivar integral y después dé la vuelta completa alrededor del alambre en sentido antihorario.

e) El valor de la integral de línea es $\oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell}$ = ………· 10^{-7} T m

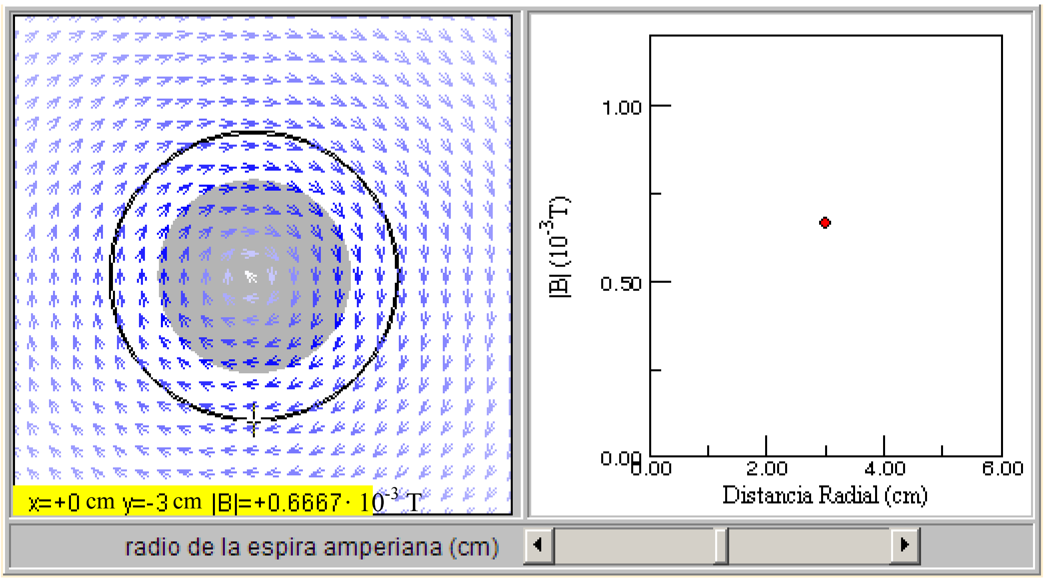
f) De aquí deducimos que la corriente abrazada es $I_{enlazada} = \frac{1}{\mu_0}\oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell}$ = …… A

Justifica en una línea el valor obtenido de $I_{enlazada}$.



Pulse sobre el enlace "*Cable rectilíneo y largo con corriente uniforme*" y responda a las siguientes preguntas:

Comience con una línea amperiana que aparece al cargar el alambre (es la circunferencia negra mostrada en la imagen inferior). Pinche sobre un punto de dicha circunferencia para obtener las coordenadas y el campo.



a) El radio de la trayectoria es $r = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(\quad cm)^2 + (\quad cm)^2} =$......... *cm*

b) Medir el campo magnético sobre la trayectoria circular pinchando en tres puntos de la misma:
$|\vec{B}_1| =$ .... · 10^{-3} T $|\vec{B}_2| =$ .... · 10^{-3} T $|\vec{B}_3| =$ .... · 10^{-3} T
Si se tiene precisión al pinchar con el ratón sobre la trayectoria, los tres valores deberían salir iguales dado que ....*(escribir "el sistema tiene simetría" o "el campo magnético $\vec{B}$ es uniforme").*

c) El campo magnético en la trayectoria es $|\vec{B}| =$ .... · 10^{-3} T *(tomar el valor intermedio de los obtenidos anteriormente)*

d) El ángulo que forman los vectores $\vec{B}$ y $d\vec{\ell}$ es ...... grados.

Justifica escuetamente porqué $\oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = |\vec{B}| \oint |d\vec{\ell}| = B \oint d\ell$.

e) El valor de $\oint d\ell$ es igual a la longitud de la trayectoria. Para este caso $\oint d\ell =$ .... cm

f) A partir de medidas del campo magnético, calcule la corriente neta que lleva el alambre.

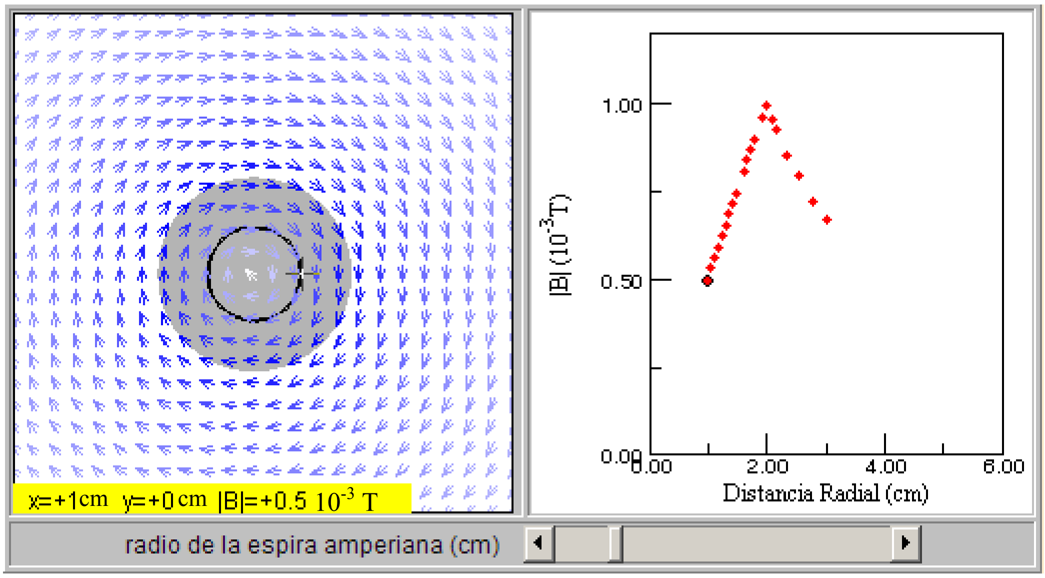
$I_{enlazada}$ = ________________ = ……………………………………….=……... A

g) Cambie el radio del camino a 4 cm. El campo magnético en ese punto será

$$B = \left|\vec{B}\right| = \frac{\mu_0 I_{enlazada}}{\oint d\ell} = \frac{\mu_0 I_{enlazada}}{2\pi r} = \underline{\qquad\qquad\qquad\qquad} = \qquad \cdot 10^{-3}\ \mathrm{T}$$

Verifique su respuesta midiendo el valor de la intensidad de dicho campo.

A continuación deslice la barra debajo de la gráfica hasta una trayectoria de radio 1 cm.



Ahora la corriente enlazada no coincidirá con la corriente total sino con la fracción de corriente total que le corresponde proporcionalmente a su área: $I_{enlazada} = I\,(r/a)^2$, siendo *a* el radio del alambre y *r*, menor que *a*, el radio de la línea amperiana.

Escribe la regla de tres que utilizarías para calcular la $I_{enlazada}$ y comprueba que el resultado es el que se indica en el párrafo anterior.

h) A partir de medidas del campo magnético, calcule la corriente neta que lleva el alambre.

$I_{enlazada} = I\,(r/a)^2$= …………………=……... A

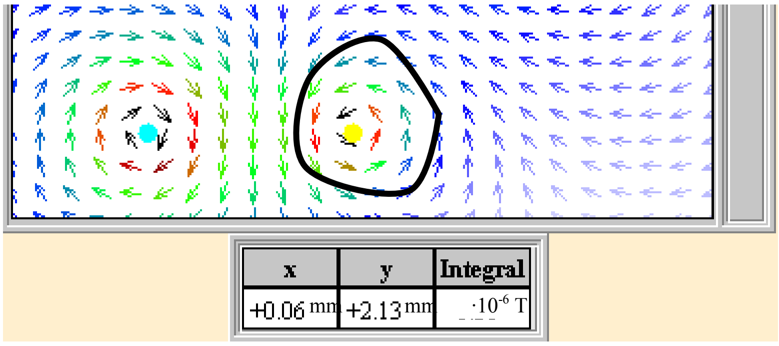
i) El campo magnético en ese punto será

$$B = \left|\vec{B}\right| = \frac{\mu_0 I_{enlazada}}{\oint d\ell} = \frac{\mu_0 I_{enlazada}}{2\pi r} = \underline{\qquad\qquad\qquad\qquad} = \qquad \cdot 10^{-3}\ \mathrm{T}$$

Verifique su respuesta midiendo el valor de la intensidad de dicho campo.

Pulse sobre el enlace "*Circular y encontrar las corrientes*" y encuentre la corriente que porta cada uno de los cuatro alambres incluidos en la animación.

Cada alambre lleva corriente bien hacia dentro $\otimes$ o hacia fuera $\odot$ de la pantalla. La **posición está en milímetros y campo magnético en militeslas, de forma que la integral de camino viene dada en *mT mm* = *10⁻⁶ T m*)**.



Puede activar el cálculo de la integral y el cursor se cambiará a un lápiz con el que dibujar el camino, al tiempo que se va calculando la integral de camino del campo magnético $\oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell}$. En cualquier momento puede inicializar a cero la integral o desactivar/mover-cursor/activar la integral de línea para comenzar desde otro punto.
Cable verde:

a) Cable **verde**: $\oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell}$ = ………· 10^{-6} T m $\Rightarrow$ $I_{enlazada} = \dfrac{\oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell}}{\mu_0}$ = …… A. Sentido: ◯

(indicar el sentido con $\otimes$ *o* $\odot$ *).*

b) Cable **magenta**: $\oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell}$ = ………· 10^{-6} T m $\Rightarrow$ $I_{enlazada} = \dfrac{\oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell}}{\mu_0}$ = …… A. Sentido: ◯

c) Cable **celeste**: $\oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell}$ = ………· 10^{-6} T m $\Rightarrow$ $I_{enlazada} = \dfrac{\oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell}}{\mu_0}$ = …… A. Sentido: ◯

d) Cable **amarillo**: $\oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell}$ = ………· 10^{-6} T m $\Rightarrow$ $I_{enlazada} = \dfrac{\oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell}}{\mu_0}$ = …… A. Sentido: ◯

Pulse sobre el enlace "*Cable coaxial*" y determine la corriente que circula por el alambre rojo

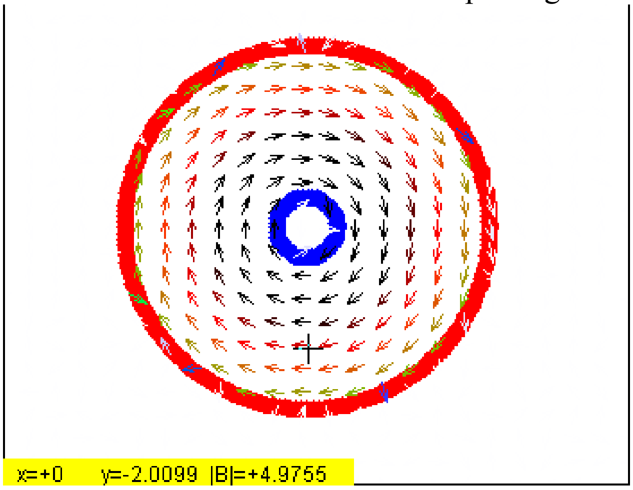
Un cable coaxial consta de un conductor interior y otro exterior separados por un aislante (aire o un relleno de plástico que hace de soporte). El coaxial se puede construir mediante alambres rectos y largos, que se ponen uno al lado de otro. La animación muestra cómo se va modificando el campo magnético a medida que se va construyendo el coaxial (**posición en milímetros e intensidad de campo magnético en microteslas, *10^{-6} T***).

a) Construya el coaxial añadiendo alambres portadores de corriente mediante los botones [corriente exterior] y [corriente interior].

Explique por qué considera que, en algunas aplicaciones, este tipo de cable puede ser preferible a los cables de dos hilos utilizados en los cableados eléctricos convencionales.

Explique por qué el campo es cero en el exterior y, también, en el interior del cable tubular azul.

b) Puede pinchar y arrastrar mientras lee la intensidad del campo magnético en el punto que desee.



El radio de una trayectoria circular que pasa por ese punto es:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(\quad mm)^2 + (\quad mm)^2} = \ldots\ldots\ldots mm$$

El campo magnético en la trayectoria circular que pasa por el punto seleccionado es

$\left|\vec{B}_1\right| = \ldots\ldots\ldots \cdot 10^{-6}$ T (simetría cilíndrica)

Calcular $\oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell}$ para una trayectoria que pase por el punto seleccionado

$\oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell} =$

A partir de medidas del campo magnético, calcule la corriente neta que lleva el alambre.

$I_{enlazada}$ = __________________ = ……………………………………….=……... A

Pulse sobre el enlace "*Fuerza entre alambre y cilindro*" y determine la corriente que circula por el alambre rojo.

La corriente $I_{enlazada}$ que circula por el tubo azul del apartado anterior se mantiene, mientras se mide la fuerza sobre el alambre rojo paralelo a él y que se coloca en las cercanías. Puede arrastrar dicho alambre y leer la fuerza por unidad de longitud que actúa sobre él, debida al campo magnético del cable central (azul). También, cuando el cursor lo tiene fuera de los cables, puede leer el valor de la intensidad de campo magnético donde desee (**posición en centímetros, intensidad de campo magnético en** ***10^{-5}*** **tesla y fuerza por unidad de longitud en** ***N/m***). Por último, puede activar o cerrar el paso de corriente por el alambre rojo, mediante los botones al efecto.

a) El valor de la fuerza por unidad de longitud sobre el alambre es $|F_{alambre}|/longitud$ = ……....N/m
b) La posición del cable es x = …… cm, y = …… cm
c) El campo magnético creado por el tubo conductor azul en dicha posición es $\left|\vec{B}_1\right| = \ldots\ldots\ldots \cdot 10^{-5}$ T

(este valor se puede medir desconectando la corriente que circula por el alambre rojo mediante el botón desactivar corriente*, retirando el cable y pulsando sobre el punto que antes ocubapa).*

d) Teniendo en cuenta que en este caso $\vec{B}_1$ debido al tubo es perpendicular al alambre recto,

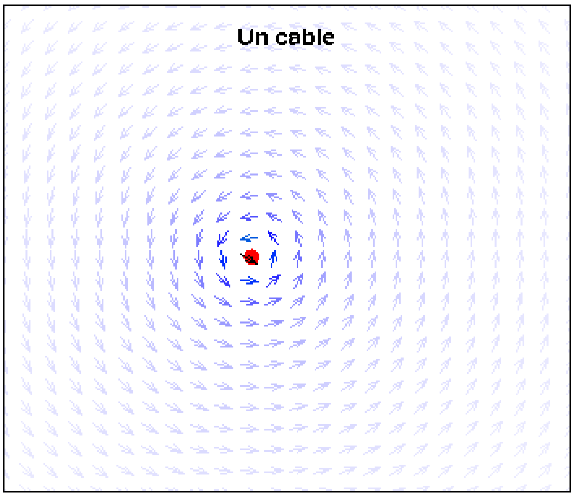
$$|F_{alambre}| = I_{alambre} \cdot longitud \cdot \left|\vec{B}_1\right| \Rightarrow |F_{alambre}|/\,longitud = I_{alambre} \cdot \left|\vec{B}_1\right|$$

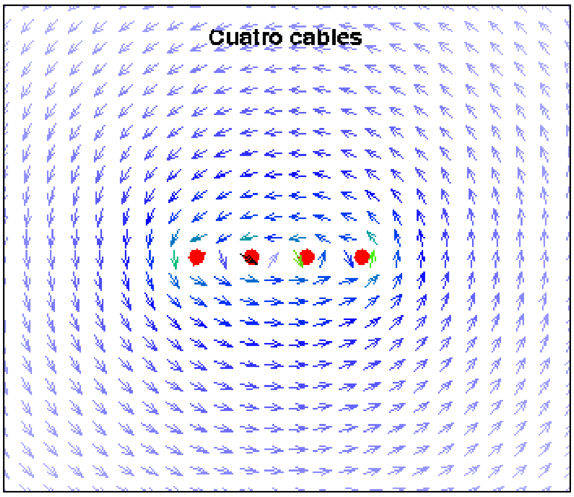
$$\Rightarrow I_{alambre} = \frac{|\vec{F}_{alambre}|/\,longitud}{\left|\vec{B}_1\right|} = \frac{\quad \text{N/m}}{\cdot 10^{-5}\ \text{T}} = \ldots\ldots\ldots\ldots \text{A}$$

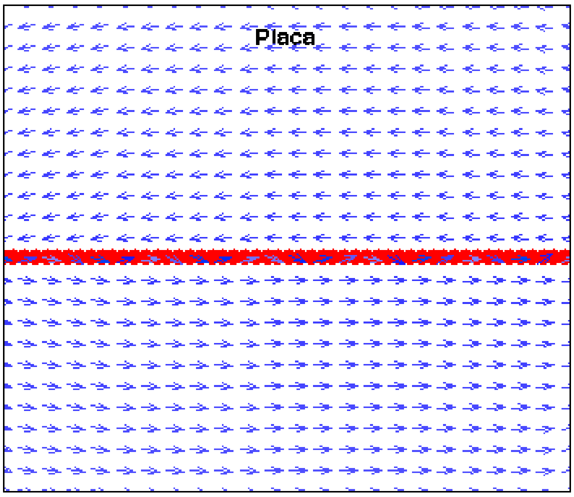
e) La fuerza es de …………........... *(escribir "atracción" o "repulsión")* y por tanto las corrientes tienen ………………………………… *(escribir "el mismo sentido" o "sentidos opuestos").*

9 Principio superposición y Biot-Savart

Pulse sobre el enlace "*Campo de hilos y espiras*" y dibuje las líneas de campo para el caso de cuatro cables y de placa finita (si hace doble clic sobre un punto, el ordenador dibujará la línea de campo que pasa por dicho punto).







Puede observar cualitativamente que las líneas de campo B debidas a cuatro cables son la suma vectorial del campo que crea cada cable. Apoyándose en el principio de superposición, justifique con sus propias palabras la forma de las líneas de campo de un cable plano (placa) perpendicular a la pantalla.

Justifique con sus propias palabras la forma de las líneas de campo de un cable plano (placa) perpendicular a la pantalla utilizando el principio de superposición

- La corriente de la placa fluye hacia ……………….de la pantalla
  (indicar "dentro ⊗" o "fuera ⊙")

- El cable plano tiene una anchura ……………. *(indicar "finita" o "infinita")*

Pulse sobre el enlace "*Campo magnético de una espira*".

La animación muestra la sección transversal de una espira portadora de corriente que está orientada perpendicularmente a la pantalla (con su eje en el plano de la pantalla) (**posición en centímetros e intensidad de campo magnético en militeslas**). Puede mover la espira (arrastrando desde su centro) o cambiarla de tamaño (arrastrando bien el circulito rojo o bien el azul).

a) El campo magnético en el punto del eje de la espira con coordenadas x = 2 cm, y = 0 cm es:
$\left|\vec{B}_{(2,0)}\right| = \ldots\ldots\ldots \cdot 10^{-3}\,\mathrm{T}$

b) La distancia de entre cualquier punto de la espira circular y el punto anterior es (el radio inicial de la espira es 2 cm) circular que pasa por ese punto es:
$$\text{distancia} = \sqrt{x^2 + R^2} = \sqrt{(\quad cm)^2 + (\quad cm)^2} = \ldots\ldots\ldots\, cm$$

c) El ángulo entre $d\vec{B}$ y $\vec{B}_{\text{total}}$ es θ_x = arctg (x / R) = ………

d) Calcular el campo en el punto seleccionado en función de I_1
$$B_{\text{total}} = B_x = \int_{\text{espira}} dB_x = \int_{\text{espira}} \left| d\vec{B}_{\substack{\text{debido a cada}\\ \text{trocito o elemento}\\ \text{de la espira}}} \right| \cos\theta_x = \int_{\text{espira}} \left| \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I_1 d\vec{\ell} \times \vec{u}_r}{|\text{distancia}|^2} \right| \cos\theta_x \underset{\substack{d\vec{\ell}\perp\vec{u}_r\\ \theta, I_1, \text{dist.}\\ son\ \ ctes}}{=}$$
$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \cos\theta_x \frac{I_1}{|\text{distancia}|^2} \int_{\text{espira}} d\ell_r \underset{\substack{utilizar\\ S.I.}}{=} \frac{\ldots\ldots\ldots\ldots}{4\pi} \cos\ldots\ldots \frac{I_1}{|\ldots\ldots\ldots\ldots\ \mathrm{m}|^2} \ldots\ldots\ldots\ldots \mathrm{m} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ I_1$$

e) Despejar I_1 de la expresión anterior
$$I_1 = \frac{B_{\text{total}}}{\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots} = \frac{\qquad}{\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ \mathrm{A}$$

10 Fuerza de Lorenz

Pulse sobre el enlace "*Un espectrómetro de masas*" y responda a las preguntas a continuación.

a) ¿Qué condición existe entre $\vec{E}$, $\vec{v}$ y $\vec{B}$ para que una partícula atraviese el selector de velocidades (primera sección del espectómetro)? $\vec{E}$ = ……………..
Para $|\vec{v}|$ = 50 m/s y $|\vec{B}|$ = 2 T ➔ $|\vec{E}|$ = ……………..

b) Calcular el valor del radio de curvatura en función de m, q, $|\vec{v}|$ y $|\vec{B}|$.

$$\left.\begin{array}{l} |\boldsymbol{F}| = q\,|\boldsymbol{v} \times \boldsymbol{B}| = q\,v\,B \\ |\boldsymbol{F}| = m\,|\boldsymbol{a}| = m\,v^2/R \end{array}\right\} \Longrightarrow$$

c) Para una velocidad inicial de $|\vec{v}|$ = 50 m/s y $|\vec{B}|$ = 2 T, m = 0,3 g y q = -1 mC,
R = _______________ = ______________ =

d) Comprobar el resultado teórico anterior con la simulación
Punto inicial de la trayectoria circular: $x_i = -1,5$ m, $y_i = 7,5$ m
Punto final de la trayectoria circular: $x_f = -1,5$ m, y_f = …… m
(pulsando sobre el punto de la animación aparecen sus coordenadas)
Radio de la trayectoria: R = ……. m

Pulse sobre el enlace "*Ordene los campos magnéticos*".

1- Según los resultados obtenidos en el apartado anterior, el radio de curvatura de la trayectoria es:
   a. Proporcional a $|\vec{B}|$.
   b. Inversamente proporcional a $|\vec{B}|$.
   c. Proporcional al cuadrado de $|\vec{B}|$.

2- Numerar en la tabla inferior las regiones en términos de la intensidad de campo magnético actuante (1 ➔ mayor $|\vec{B}|$, 5 ➔ más débil o $\vec{B}$=0).

3- ¿Qué orientación tiene el campo magnético en cada región? Indicar $\otimes$, $\odot$, ←, ↑, →, ↓ o $\vec{B}$=0 en la tabla inferior.

	Región I	Región II	Región III	Región IV
Sentido $\otimes$, $\odot$, ←, ↑, →, ↓ o $\vec{B}$=0				
Orden (1 ➔ mayor $\|\vec{B}\|$, 5 ➔ menor $\|\vec{B}\|$)				

4- ¿Cómo cambiaría la trayectoria si invirtiéramos el sentido del campo magnético en cada región?

5- Si deseara que la partícula no entrara en la región II, ¿aumentaría o disminuiría la velocidad con que entra la partícula en la región I? Razone su respuesta.

11 Inducción magnética

Pulse sobre el enlace "*Campo variable y área variable*".

Considere la animación Campo Magnético Variable. ¿Por qué la f.e.m. = 0 entre t = 5 s y t = 8 s y sin embargo $\Phi \neq 0$?

Explique con sus palabras por qué f.e.m. = 0 cuando el flujo es máximo o mínimo y a la inversa.

Considere la animación Área Variable.

Justifique por qué la f.e.m. = 0 entre t = 5 s y t = 8 s basándose en la velocidad de la barra móvil.

Pista: la f.e.m. de una barra que se mueve dentro de un campo magnético uniforme es f.e.m. = $\vec{v} \times \vec{B}\, L$

Pulse sobre el enlace "*Espira en un campo magnético variable con el tiempo*".

Varíe la frecuencia en la animación y observe las gráficas. Puede pinchar sobre un punto para leer las coordenadas de ese punto de la gráfica.

1- Manteniendo el valor de $|\vec{B}|$, varíe en la frecuencia. Según la animación, la f.e.m. es:
   a) Proporcional a f.
   b) Inversamente proporcional a f.
   c) Proporcional al cuadrado de f.

2- Manteniendo constante la frecuencia, varíe $|\vec{B}|$. Según la animación, la f.e.m. es:
   a) Proporcional a $|\vec{B}|$.
   b) Inversamente proporcional a $|\vec{B}|$.
   c) Proporcional al cuadrado de $|\vec{B}|$.

3- Pulse Reinicio. En las condiciones iniciales $|\vec{B}|_{max}$ = 5 mT, el periodo es T = 12,5 segundos y la $|\text{f.e.m.}|_{max}$ = 30 V en la espira. Para estos datos, estime el área de la espira[2].

$$A = \frac{\qquad}{\qquad} =$$

Explique con sus propias palabras las semejanzas y diferencias existentes entre las dos animaciones.

[2] Pista: la amplitud de la f.e.m. de una espira es $\omega\, A\, |\vec{B}|_{max}$

Pulse sobre el enlace "*Generador de corriente eléctrica*".

¿Cuál es la posición de la espira cuando el valor absoluto de $A\cos(\theta)$ es máximo?

a) Cuando la espira está justo perpendicular a la pantalla (sólo se ve un rectángulo delgado).

b) Cuando la espira está justo en el plano de la pantalla (su normal sale o entra perpendicularmente en la pantalla)

¿Cuándo $A\cos(\theta)$ es cero?

a) Cuando la espira está justo perpendicular a la pantalla (sólo se ve un rectángulo delgado).

b) Cuando la espira está justo en el plano de la pantalla (su normal sale o entra perpendicularmente en la pantalla)

¿Cuánto vale la amplitud del flujo magnético Φ, a través de la espira? $\Phi =$ T m^2

Estime el área de la espira[3].

$A = \underline{\hspace{4cm}} =$

Pulse sobre el enlace "*Espira próxima a alambre*" y responda a las siguientes preguntas:

a. ¿Cómo cambia el flujo a través de la espira cuando usted la acerca o la aleja del alambre recto portador de corriente? (moviendo la espira horizontalmente)

b. ¿Cómo cambia el flujo cuando mueve la espira verticalmente?

c. ¿Hay diferencias para el flujo y *fem* inducidas de tener la espira a la derecha o a la izquierda del alambre recto? Explíquelo.

Pulse sobre el enlace "*Autoinducción*".

Inicie la animación en que cambia la corriente por un cursor deslizante. En lugar de considerar sólo una espira, consideraremos un conjunto de espiras formando un solenoide. Es más fácil calcular su campo magnético y, cuando se tienen varias espiras en serie, la *fem* total es la suma de las *fem* inducidas en cada espira.

a. Para el solenoide dado, ajuste la corriente con el cursor deslizante y estudie cómo varía el campo magnético con la corriente.
b. Para este solenoide y a partir del dato de campo magnético para un valor dado de la corriente, ¿cuánto vale el número de espiras por unidad de longitud arrolladas para formar el solenoide?
   n = …………

[3] Pista: $\Phi = A\left|\vec{B}\right|\cos(\omega\, t)$

Inicie ahora la animación con variación lineal con el tiempo de la corriente.

c. ¿Cuál es el valor de la *fem* inducida?
   f.e.m. = ……….. V
d. Partiendo de que $fem = -L\ dI/dt$, ¿cuál será el valor de la autoinducción del solenoide?
   L. = ………..
e. Si nuestro solenoide tiene *2 m* de longitud y radio R = 5 cm, calcule teóricamente la autoinducción, *L*, y compare con lo obtenido en (d).[4]
   L. = ………..

Pulse sobre el enlace "*Determinar la dirección de la corriente*".

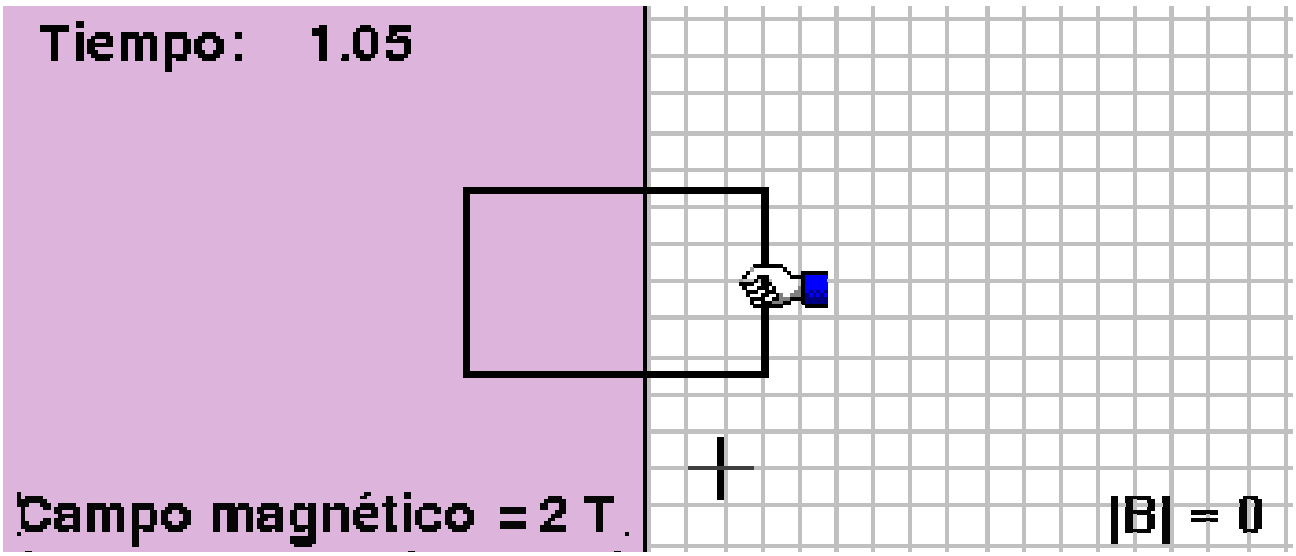
Para cada uno de los instantes siguientes, diga si circula en sentido horario ($\otimes$ o ↻), antihorario ($\odot$ o ↺) o no circula corriente ($I_{inducida} = 0$).

Fem	Espira A	Espira B	Espira B
t = 0.5 s			
t = 3.1 s.			
t = 4.0 s.			

Pulse sobre el enlace "*Fuerza sobre una espira*".

Durante el tiempo mostrado en la animación,

a. ¿Cuál es el valor y dirección de la corriente circulante en la espira?
   I = ………..
   Sentido: ……………………… *Indicar sentido horario ($\otimes$ o ↻), antihorario ($\odot$ o ↺) o no circula corriente ($I_{inducida} = 0$).*
b. Se precisa una fuerza para sacar a la espira de la región donde hay campo. Indique en el diagrama inferior las fuerzas magnéticas sobre cada uno de los tramos de la espira y calcule la fuerza total.

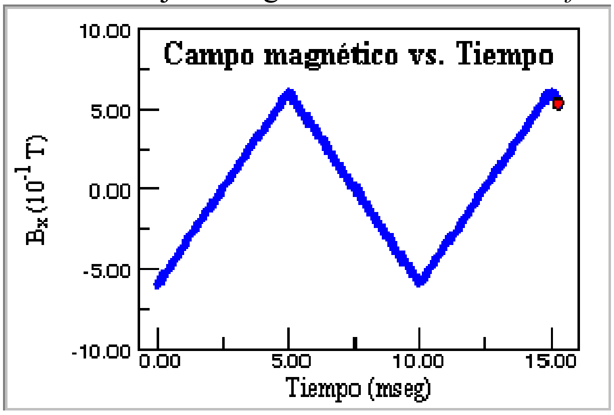


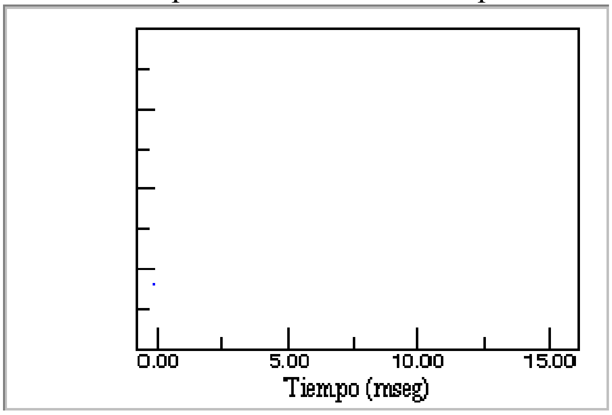
c. Encuentre el valor de la fuerza que fue preciso aplicar a la espira para sacarla del campo magnético en la animación.
   |F| = ………..

[4] Para un solenoide con *N* vueltas, $L = (\Phi/I)\ N$, siendo Φ el flujo por una espira. Por tanto, la autoinducción de un solenoide puede expresarse como $\mu_0 N^2 A/(longitud)$, siendo *N* el número total de espiras arrolladas en la *longitud* del solenoide que tiene una sección transversal *A*. El número de espiras por metro es *N/(longitud)*, que habrá determinado en (b).

Pulse sobre el enlace "*FEM en la espira*".

a. Dibuje en el gráfico de la derecha la *fem* inducida en la espira en función del tiempo.





b. ¿Cuál es el valor máximo de la *fem*? fem_{max} = ……………… V

c. ¿Cuál es la dirección de la corriente en t = 1 ms?

Sentido: ……………… (utilizar el convenio "positivo"  o "negativo" )

Pulse sobre el enlace "*Determinar la orientación del campo magnético*".

El sentido del campo magnético que actúa sobre la espira es …………….. (*indicar* ⊗, ⊙, ←, ↑, →, ↓ o $\vec{B} = 0$).

Pulse sobre el enlace "*Campo de un generador*" y responda a las siguientes preguntas:

a. ¿Cuál es el valor de la intensidad del campo magnético?

f.e.m. = ……………………… ➔ $\left|\vec{B}\right|$ = ……………………… =

b. Si miramos a la espira desde arriba, ¿en que sentido está girando, horario  o antihorario ? Explique su respuesta.