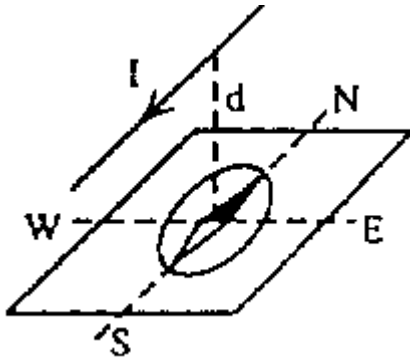


Campo Magnético

1.-



brújula que se orienta según la dirección N-S del campo magnético terrestre, que supondremos aproximadamente horizontal. En paralelo a la brújula y a una distancia $d = 5 \text{ cm}$ por encima de ella. situamos un cable conductor rectilíneo.

Si hacemos circular corriente por el cable, la orientación de la brújula cambia. ¿Por qué? Haz un esquema indicando la dirección del \vec{B} terrestre, la de creado por la corriente, y la orientación final de la brújula. (1 p.)

b) Observamos que. para una corriente $I = 5 \text{ A}$, la desviación de la brújula es de 45° respecto a la dirección N-S. Sabiendo que

$$\frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7} \text{ m kg C}^{-2}$$

determina la intensidad de campo magnético

terrestre en el lugar donde se realiza la experiencia(1p) Zaragoza

Junio 97

La brújula en condiciones normales (sin influencias magnéticas de otros elementos) indica la dirección Norte-Sur, pero si por el hilo conductor próximo circula una corriente, genera un campo magnético B_c que se superpone con el terrestre B_h

La brújula se orienta en la dirección de la resultante de ambos campos y $\text{tg } \alpha = \frac{B_c}{B_h}$; como el campo magnético creado por un

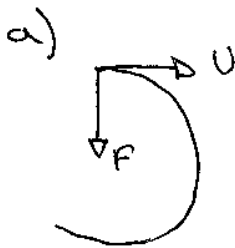
conductor rectilíneo indefinido vale $B_c = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

$$B_h = \frac{B_c}{\text{tg } \alpha} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \frac{5}{0,05}}{\text{tg } 45} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

2.-

4.- Un electrón, con carga $q = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C y masa $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, penetra en una región donde sólo existe un campo magnético uniforme $B = 0,01$ T, con velocidad $v = 10^7$ m/s perpendicular a las líneas de \vec{B}

- a) El electrón describirá una trayectoria circular. ¿Por qué? Calcula el radio de dicha trayectoria. (1p)
- b) Si en vez de un electrón, la partícula fuese un positrón (antipartícula del electrón, con su misma masa y carga en valor absoluto, pero positiva), en qué se diferenciaría su trayectoria de la del electrón Haz una representación gráfica de ambas trayectorias mostrando sus analogías y diferencias. Zaragoza Septiembre 97

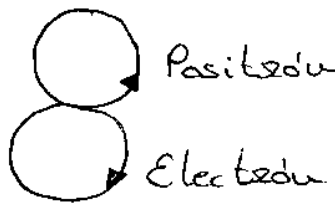
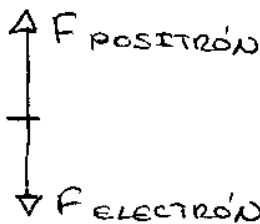


$$\vec{F}_{MAG} = q \vec{v} \times \vec{B}$$

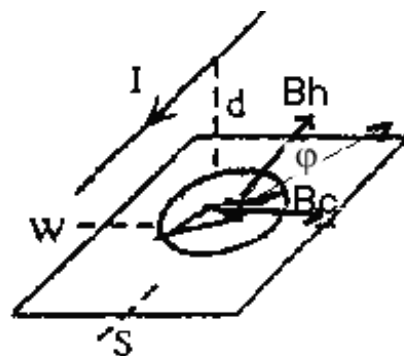
$$q v B \sin 90 = m a_p = m \frac{v^2}{r}$$

$$r = \frac{m v}{q B} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 10^7}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,01} = 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

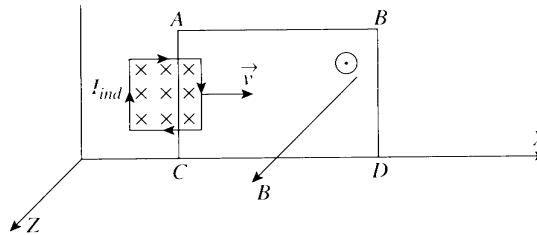
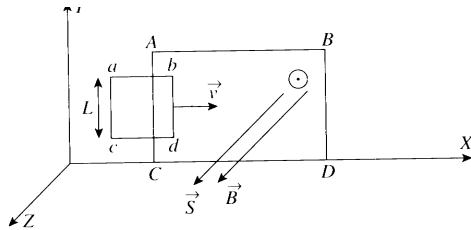
b) $R_{\text{POSITRÓN}} = 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}$



La trayectoria será la misma q. la del electrón pero en sentido contrario.



3.-



Una espira cuadrada de lado $L = 10\text{ cm}$ designada en la figura por los vértices $abcd$ se encuentra en una zona de un campo

introduce a velocidad constante $v = 1\text{ m/s}$ en el espacio (ABCD en la figura), donde existe

magnético uniforme dirigido a lo largo del eje Z y de valor : $\vec{B} = 0,25 \vec{k} \text{ T}$

Si en el instante inicial $t = 0$, el lado bd de la espira coincide con AC :

- a) ¿Cuánto valdrá el flujo magnético que atraviesa la espira en un tiempo t , en el que la espira ha penetrado horizontalmente en $ABCD$ una distancia $x = 3\text{ cm}$?
- b) ¿Cuánto valdrá la fuerza electromotriz inducida?
- c) ¿Cuál será el sentido de la corriente inducida? *Cantabria 98; $7,5 \cdot 10^{-4}\text{ Wb}$; $0,025\text{ V}$;*

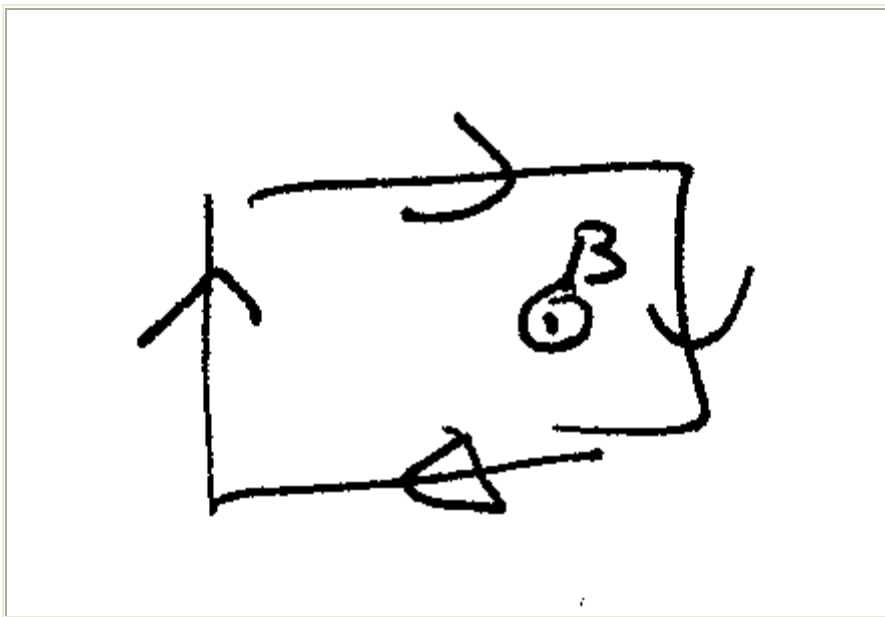
$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \varphi = 0,25 \cdot 0,1 \cdot 0,03 = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\Phi = B \cdot 0,1 \cdot v \cdot t \cdot \cos 0$$

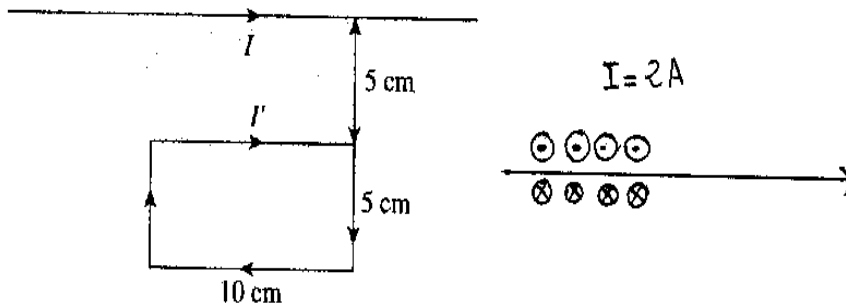
$$\mathcal{E} = -0,25 \cdot 0,1 \cdot 1 = 0,025 \text{ V}$$

c) Al aumentar el tiempo aumenta el flujo y la fuerza electromotriz inducida es menor que cero



4.-

- 33.- Por un conductor rectilíneo de gran longitud circula una corriente $I = 2 \text{ A}$.
- a) Dibuja las líneas del campo magnético creado por esta corriente. Si en las proximidades del conductor situamos una brújula que puede orientarse libremente en cualquier dirección, ¿cómo se orientará?
- b) Situamos junto al conductor anterior una espira rectangular rígida por la que circula una corriente de $I' = 1 \text{ A}$, tal y como se indica en la figura. Calcula la fuerza (módulo y orientación) que actúa sobre cada uno de los lados paralelos al conductor.
- Dato: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$.
- c) ¿Qué fuerza neta actúa sobre toda la espira? Zaragoza 98
 $8 \cdot 10^{-7} \text{ N Atractiva}$; $4 \cdot 10^{-7} \text{ N Repulsiva}$; $4 \cdot 10^{-7} \text{ N Atractiva}$.



a) Se orientará hacia el conductor rectilíneo

$$b) \quad |B| = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi} \frac{2}{0,05} \quad |B| = 8 \cdot 10^{-6} \quad |F| = 1 \cdot 0,1 \cdot 8 \cdot 10^{-6} = 8 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

Atractiva.

$$|B| = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi} \frac{2}{0,05} \quad |B| = 8 \cdot 10^{-6} \quad |F| = 1 \cdot 0,05 \cdot 8 \cdot 10^{-6} = 4 \cdot 10^{-7}$$

Repulsiva

c) Fuerza Neta $8 \cdot 10^{-7} - 4 \cdot 10^{-7} = 4 \cdot 10^{-7} \quad + \rightarrow \text{Atractiva}$

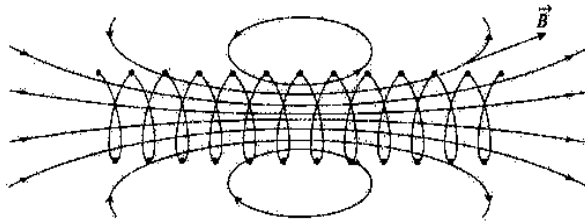
5.-

34.- Un solenoide está construido enrollando uniformemente 600 vueltas de un fino hilo conductor sobre un cilindro hueco de 30 cm de longitud. Por el bobinado se hace circular una corriente $I = 2 \text{ A}$.

Dato: $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$.

a) Calcula el campo magnético en el interior del solenoide y representa gráficamente, de forma aproximada, las líneas de campo magnético dentro y fuera del solenoide.

b) Una partícula cargada entra en el solenoide moviéndose con velocidad \vec{v} a lo largo de su eje. Debido a la existencia de campo magnético, ¿se curvará en algún sentido su trayectoria? ¿Por qué? Zaragoza Junio 98; $5,03 \cdot 10^{-3} \text{ T}$; No



600 vueltas
0'3 m longitud
 $I = 2 \text{ A}$
 $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7}$

$$|\vec{B}| = \mu_0 \frac{N}{l} \cdot I = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{600 \cdot 2}{0'3} = 5'03 \cdot 10^{-3} \text{ T}$$

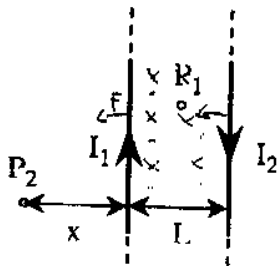
$$|\vec{F}_{MAg}| = q v B \sin 0 = 0$$

No curvará su trayectoria.

6.-

35.- Por dos largos conductores rectilíneos y paralelos, separados una distancia $L = 0,5 \text{ m}$, circulan corrientes $I_1 = 2 \text{ A}$ e $I_2 = 4 \text{ A}$ en sentidos opuestos.
 a) Calcula el campo magnético (módulo y orientación) en un punto como el P_1 equidistante de ambos conductores y situado en su mismo plano. (1 p.)
 b) Considera un punto, P_2 , donde el campo magnético total es nulo. Razona por qué ha de estar situado a la izquierda de ambas corrientes y en su mismo plano, como se indica en la figura. Calcula la distancia, x , de P_2 a I_1 . (1 p.) $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ m kg C}^{-2}$. Zaragoza Junio 99

1.-



$$|\vec{B}| = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{r} \quad \mu = 4\pi \cdot 10^{-7}$$

$$a) \quad |\vec{B}_1| = 2 \cdot 10^{-7} \frac{2}{0,25} \otimes = 1,6 \cdot 10^{-6} \otimes$$

$$|\vec{B}_2| = 2 \cdot 10^{-7} \frac{4}{0,25} \otimes = 3,2 \cdot 10^{-6} \otimes$$

$$|\vec{B}_{\text{TOTAL}}| = 4,8 \cdot 10^{-6} \otimes$$

$$b) \quad 2 \cdot 10^{-7} \frac{2}{x} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{4}{0,5+x} \quad ; \quad 1 + 2x = 4x$$

$$2x = 1$$

$$x = 0,5 \text{ m}$$

7.-

36.- a) Enuncia y explica las leyes de Faraday y Lenz sobre inducción electromagnética. (1,5 p.)
b) Imagina una espira conductora circular de radio $R = 5$ cm situada en una región donde existe un campo magnético uniforme perpendicular al plano de la espira y, en la figura 1, dirigido hacia adentro. La intensidad del campo magnético varía con el tiempo tal y como se indica en la figura 2. Calcula la f.e.m. inducida en la espira, e indica razonadamente en qué sentido circulará corriente por ella. (1,5 p.)
Zaragoza Septiembre 99

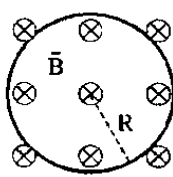


Fig. 1

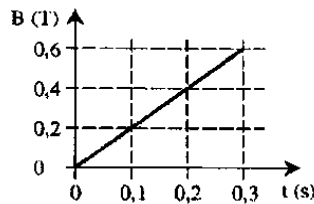


Fig. 2

$$y = mx + n$$

$$(0, 0) = 0 = m \cdot 0 + n ; n = 0$$

$$0,3, 0,6 \quad 0,6 = m \cdot 0,3 + 0 \quad m = 2$$

$$B = 2t$$



$$R = 5 \text{ cm}$$

$$B = 2t$$

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(2t \cdot \pi \cdot 0,05^2 \cdot \cos 0)}{dt} = -\frac{d(5 \cdot 10^{-3} \pi t)}{dt}$$

$$= -5 \cdot 10^{-3} \pi \text{ V}$$

$$\uparrow r \uparrow \Phi \Delta \Phi > 0 \quad \mathcal{E} < 0$$



8.-

Explica la ley de Faraday-Lenz.

Aplicación practica: Si el polo norte de un imán se mueve alejándose de un anillo metálico tal como se muestra en la figura

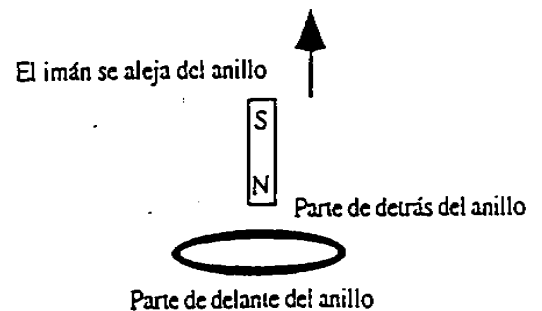
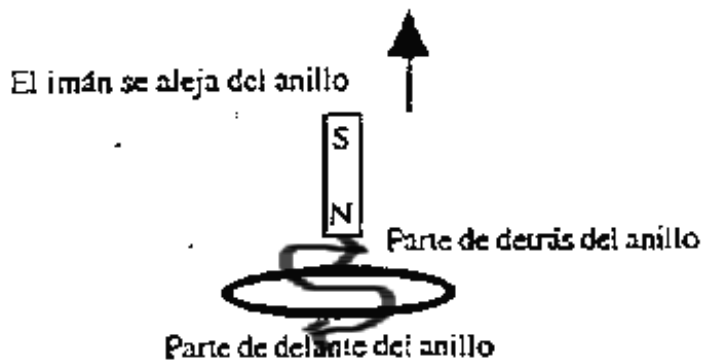
a) En qué sentido recorre la corriente inducida el anillo? Dibújalo.

b) ¿Variará la corriente si aumenta la velocidad con la que aleja el imán del anillo?. *Zaragoza Septiembre 98*

a) Al alejar el imán disminuye el flujo magnético, $\Delta\Phi < 0$ aplicando la ley de Faraday , la fuerza electromotriz inducida vale

$\mathcal{E} = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ y es positiva $\mathcal{E} > 0$. La corriente que circule por la espira reforzará el campo magnético existente, originará un polo Sur

b) Si porque $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ es mayor.



9.-

Una línea de alta tensión, de 220 kV, transporta energía eléctrica desde una central hasta una ciudad.

a) Explica por qué el transporte de energía eléctrica se realiza a tan altas tensiones. (1 p.)

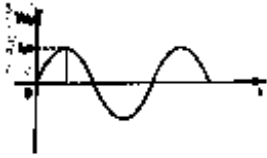
b) Para reducir esta tensión hasta su valor de consumo doméstico, 220 V, se emplea un único transformador con 20 espiras en el circuito secundario. ¿Cuántas espiras debe tener el primario? (0,5 p.) *Zaragoza Junio 99*

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} ; \frac{220000}{220} = \frac{N_p}{20} ; N_p = 20000 \text{ espiras}$$

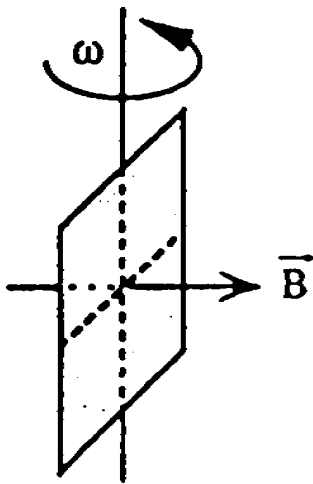
10.-

Una espira conductora cuadrada de lado $L = 10 \text{ cm}$ se hace girar en torno al eje indicado en la figura con velocidad angular constante $\omega = 100 \pi \text{ rad/s}$. Existe un campo magnético uniforme $B = 0,1 \text{ T}$ perpendicular a dicho eje.

- Se observa que por la espira circula corriente alterna. Explica este fenómeno.
- Determina, en función de tiempo, el flujo magnético que atraviesa la espira y la fem inducida.



Haz una representación gráfica de esta última dependencia. $\varepsilon(t)$. supón que en el instante inicial, $t = 0$, el plano de la espira es perpendicular a \vec{B} . Zaragoza Junio 97 (2 ptos)



El flujo de campo magnético: $\Phi = B \cdot S \cdot \cos \theta$ como la espira gira con velocidad angular constante: $\Phi = B \cdot S \cdot \cos \omega t = 0,1 \cdot (0,10 \cdot 0,10) \cdot \cos 100 \pi t = 10^{-3} \cdot \cos 100 \pi t$ webers

Aplicando la ley de Faraday-Henry y derivando:

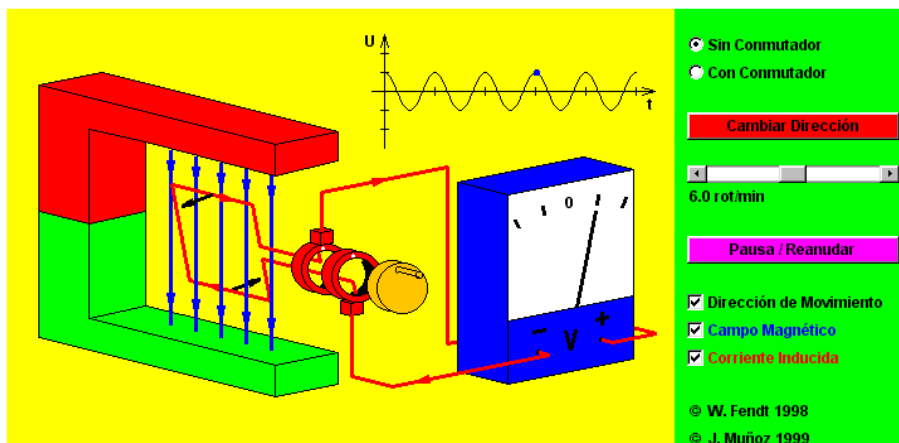
$$\varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt} = +10^{-3} \cdot 100 \pi \cdot \sin 100 \pi t \text{ V}$$

Generador de Corriente:

Esta aplicación Java simula el funcionamiento de un generador de corriente elemental, mostrando simplificada sus partes más importantes para mayor claridad. En lugar de un armazón con un núcleo de hierro y muchos bobinados, hay una única espira conductora cuadrada girando alrededor de un eje, el cual no se dibuja.

El botón selector de la esquina superior derecha permite seleccionar un generador AC (sin conmutador) o un generador DC (con conmutador). Se puede invertir la dirección de rotación utilizando el botón correspondiente. El control deslizante permite variar la velocidad de rotación. Mediante el botón "Pausa/Reanudar", se puede detener y continuar la simulación. La detención no significa una parada real del movimiento puesto que, en este caso, el voltaje inducido sería cero.

Dos flechas en negro marcan el sentido instantáneo del movimiento. Las líneas de campo magnético aparecen en azul, dirigiéndose desde el polo norte (pintado en rojo) hacia el polo sur (pintado en verde). Las flechas en rojo representan el sentido convencional de la corriente inducida.

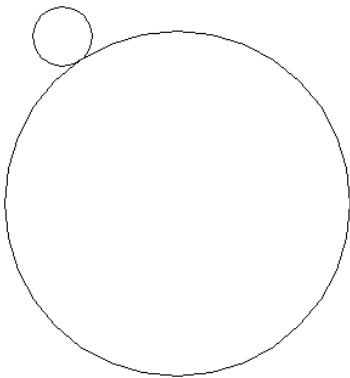


11.-

- a) Un protón y un electrón se mueven perpendicularmente a un campo magnético uniforme, con igual velocidad.
a) Compara las fuerzas ejercidas sobre el protón y el electrón, en módulo dirección y sentido.
b) ¿Cómo es la trayectoria que realiza el protón en relación con la que realiza el electrón?
Razona la respuesta.

Datos: Se considera que la masa del protón es igual, aproximadamente, a 1836 veces la masa del electrón.

.Madrid 96



La fuerza magnética: $\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$, como la velocidad y el campo magnético son iguales y la carga también, en módulo; la fuerza será igual en módulo y como las cargas son de signos contrarios, las fuerzas serán de sentido opuesto.

Como la fuerza magnética es constante $F_{mag} = \frac{mv^2}{R}$; la velocidad también lo es, luego el movimiento es circular con velocidad constante.

$$q \cdot v \cdot B \cdot \sin 90 = \frac{mv^2}{R} \quad ; \text{ despejando} \quad R = \frac{mv}{qB}$$

$$\text{para el protón: } R_{p+} = \frac{m_{p+}v}{qB} \quad ; \quad \text{para el electrón: } R_{e-} = \frac{m_{e-}v}{qB}$$

$$\frac{R_{p+}}{R_{e-}} = \frac{m_{p+}}{m_{e-}} = 1836$$

Dividiendo las dos ecuaciones

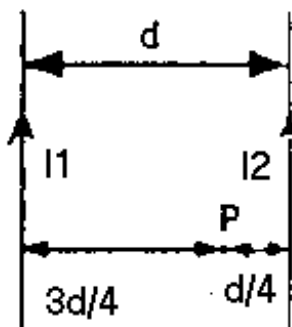
luego el radio de la trayectoria del protón es 1836 veces el del electrón

como el sentido de la fuerza ejercida sobre la partícula depende del signo de la carga, los sentidos de las fuerzas serán opuestos y las circunferencias se recorren en sentidos contrarios.

12.-

En la figura se representan dos conductores indefinidos, rectilíneos y paralelos, separados una distancia $d = 10$ cm, por los que circulan en el mismo sentido corrientes $I_1 = 3$ A e I_2 en principio desconocida.

- a) Cuál debe ser el valor de I_2 para que en el punto P situado entre los conductores como se indica en la figura, el campo magnético sea nulo?
b) Para $I_2 = 1$ A. calcula la fuerza (módulo y orientación) que actúa sobre una longitud $L = 0,5$ m de cada conductor. Zaragoza Septiembre 97 (2 pts)



$$B(I_1) = \frac{\mu_0 I_1}{2 \cdot \pi \cdot 3d/4} = \frac{\mu_0 I_2}{2 \cdot \pi \cdot d/4} \quad ; \text{ Sustituyendo la intensidad: } I_2 = 1 \text{ A}$$

$$|\vec{F}| = i l B = 1 \cdot 0,5 \cdot \left(2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{3}{0,1} \right) = 3 \cdot 10^{-6}$$

b) N ; fuerza ejercida por I_1 sobre I_2

Por acción y reacción la fuerza de I_2 sobre I_1 será igual en módulo y de sentido contrario.

$$|\vec{F}| = i l B = 3 \cdot 0,5 \cdot \left(2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1}{0,1} \right) = 3 \cdot 10^{-6} \text{ N}$$

13.-

Un electrón con una energía cinética de $6 \cdot 10^{-16}$ J penetra en un campo magnético uniforme de inducción magnética, $B = 4 \cdot 10^{-3}$ T, perpendicularmente a su dirección. Calcula:

- La velocidad con que penetra el electrón dentro del campo.
- La fuerza a que está sometido el electrón dentro del campo.
- El tipo de movimiento realizado, la trayectoria que describe y el radio de la misma.

Masa del electrón = $9,11 \cdot 10^{-31}$ kg. Carga del electrón = $1,6 \cdot 10^{-19}$ C *Canarias. Junio, 1996*

a) La energía cinética de una partícula es igual a: $E_c = \frac{1}{2}mv^2$; $6 \cdot 10^{-16} = \frac{1}{2} \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \cdot v^2$; $v = 3,63 \cdot 10^7$ m/s

b) La fuerza magnética sobre una partícula cargada que se mueve con velocidad v vale: $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$ y su módulo $|\vec{F}| = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3,63 \cdot 10^7 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot \text{sen}90 = 2,32 \cdot 10^{-14}$ N

c) Como la fuerza es normal a la trayectoria $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$; hay aceleración normal y la trayectoria es circular.

Como la fuerza magnética es constante $F_{mag} = \frac{mv^2}{R}$; la velocidad también lo es, luego el movimiento es circular con velocidad constante.

$$q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}90 = \frac{mv^2}{R} ; \text{despejando} \quad R = \frac{mv}{qB} = \frac{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 3,63 \cdot 10^7}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = 0,05 \text{ m}$$

14.-

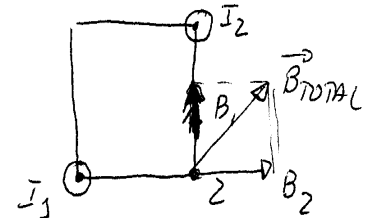
Dos hilos metálicos largos y paralelos, por los que circulan corrientes de 10 A, pasan por dos vértices opuestos de un cuadrado de 1 m de lado situado en un plano horizontal. Ambas corrientes discurren perpendicularmente a dicho plano y hacia arriba.

- Dibuja un esquema en el que figuren las interacciones mutuas y el campo magnético resultante en uno de los otros dos vértices del cuadrado.
- Calcula los valores numéricos del campo magnético en dicho vértice y de la fuerza por unidad de longitud ejercida sobre uno de los hilos. Dato: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ N.A⁻² *Andalucía 99*

La corriente I_1 crea en el vértice 3 un campo magnético B_1 $|\vec{B}_1| = 2 \cdot 10^{-7} \frac{10}{\sqrt{1^2 + 1^2}}$; este campo magnético ejerce una fuerza/longitud de Atracción que vale: $\vec{F} = i \cdot \vec{l} \times \vec{B}$ (o aplicando la regla de la mano izquierda)

$$|\vec{F}| = 10 \cdot I \cdot 2 \cdot 10^{-7} \frac{10}{\sqrt{2}}; \quad \frac{|\vec{F}|}{I} = \sqrt{2} \cdot 10^{-5} \text{ Nm}^{-1}$$

La corriente I₁ crea en el vértice 2 un campo magnético B₁ y la I₂ en



2 uno B₂ de módulo: $B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{10}{1} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ $B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{10}{1} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ T}$

15.-

Un solenoide de 500 espiras va enrollado alrededor de una barra de hierro dulce de 30 cm de longitud y de 0,050 m² de sección transversal. Por el hilo circula una corriente de intensidad 20 mA; calcula:

- a) el campo magnético en el interior del solenoide;
- b) el flujo magnético que atraviesa la barra de hierro.

Dato: permeabilidad magnética relativa del hierro, $\mu_r = 350$.

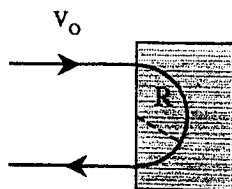
$$|\vec{B}| = \mu \frac{NI}{l}; \text{ como } \mu = \mu_r \cdot \mu_0; \quad |\vec{B}| = 350 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{500 \cdot 0,020}{0,3} = 0,0147 \text{ T}$$

b) $\Phi = B \cdot S \cdot \cos \varphi = 0,0147 \cdot 0,050 \cdot \cos 0 = 7,33 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$

16.-

a) Una partícula con carga q se mueve con velocidad \vec{v} por una región donde existe un campo magnético B. ¿Qué fuerza actúa sobre ella? Explica las características de esta fuerza. ¿Para qué orientación relativa entre \vec{v} y \vec{B} es nula dicha fuerza? (1,5 p)

b) Un electrón que viaja con velocidad $v_0 = 10^7 \text{ m/s}$ penetra en la región sombreada de la figura, donde existe un campo magnético uniforme. Se observa que el electrón realiza una trayectoria semicircular de radio R = 5 cm dentro de dicha región, de forma que sale de ella moviéndose en dirección paralela a la de incidencia, pero en sentido opuesto. Determina el módulo, dirección y sentido del campo magnético que existe dentro de esa región. (1,5 p)



Relación carga/masa del electrón: $e/m = 1,76 \cdot 10^{11} \text{ C/kg}$. Zaragoza Junio 2000.) ; v y B tienen la misma dirección ; $1,13 \cdot 10^{-3} \text{ T}$

La Fuerza magnética vale $\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$ y su módulo $|\vec{F}| = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \varphi$ si el $\sin \varphi = 0$, siendo φ el ángulo formado por el vector velocidad v y el vector campo magnético B luego si v y B tienen la misma dirección (forman ángulo de 0 o de π) la fuerza es cero.

b) La fuerza magnética que actúa es perpendicular a la trayectoria, será igual a la masa por la aceleración normal

$$|\vec{F}_{mag}| = q \cdot v \cdot B = m \frac{v^2}{R}; \text{ despejando B} \quad B = \frac{m \cdot v}{q \cdot R} = \frac{v}{\frac{q}{m} \cdot R} = \frac{10^7}{1,76 \cdot 10^{11} \cdot 0,05} = 1,13 \cdot 10^{-3} \text{ T}$$

17.-

Una bobina cuadrada, plana, con 100 espiras de lado $L = 5 \text{ cm}$, está situada en el plano XY. Si aplicamos un campo magnético dirigido a lo largo del eje Z que varía entre 0,5 T y 0,2 T en el intervalo de 0, 1 s:

- ¿Qué fuerza electromotriz (f.e.m.) se inducirá en la bobina?
- Si ahora el campo permanece constante de valor 0,5 T y la bobina gira, en 1 segundo hasta colocarse sobre el plano XZ, ¿cuál será la f.e.m. inducida en este caso?
- Si en el caso b) la bobina se desplaza a lo largo del eje Z sin girar ¿cuál será la f.e.m. inducida? *Cantabria 2000; 0,75 V; 0,125 V; 0 V*

El flujo de campo magnético a través de las 100 espiras será: $\Phi = NBS \cos \mu$

Según la ley de Faraday-Henry: $\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$

El flujo inicial: $\Phi_{\text{inicial}} = 100 \cdot 0,5 \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2 \cdot \cos 0 = 0,125 \text{ Wb}$

El flujo final: $\Phi_{\text{final}} = 100 \cdot 0,2 \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2 \cdot \cos 0 = 0,05 \text{ Wb}$

$$\mathcal{E} = - \frac{0,05 - 0,125}{0,1} = 0,75 \text{ V}$$

b) El flujo inicial: $\Phi_{\text{inicial}} = 100 \cdot 0,5 \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2 \cdot \cos 0 = 0,125 \text{ Wb}$

El flujo final: $\Phi_{\text{final}} = 100 \cdot 0,2 \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2 \cdot \cos 90 = 0 \text{ Wb}$

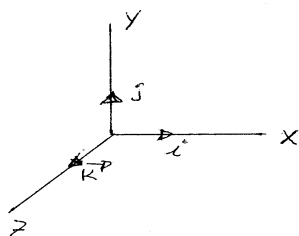
$$\mathcal{E} = - \frac{0 - 0,125}{1} = 0,125 \text{ V}$$

El flujo es constante $\mathcal{E} = 0$

18.-

Un electrón entra con velocidad constante $\vec{v} = 10 \cdot \vec{j} \text{ m/s}$ en una región del espacio en la que existe un campo eléctrico uniforme $\vec{E} = 20 \vec{k} \text{ N/C}$ y un campo magnético uniforme $\vec{B} = B_0 \vec{i} \text{ T}$. Se pide:

- Dibujar las fuerzas que actúan sobre el electrón (dirección y sentido), en el instante en que entra en la región en que existen los campos eléctrico y magnético.
- Calcular el valor de B_0 , para que el movimiento del electrón sea rectilíneo y



uniforme.

Nota: Desprecia el campo gravitatorio. $qE = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ Comunidad Valenciana 2000; $\vec{F}_{elec} = -3,2 \cdot 10^{-18} \vec{k}$; $\vec{F}_{mag} = 1,6 \cdot 10^{-18} B_0 \vec{k}$; $2T$

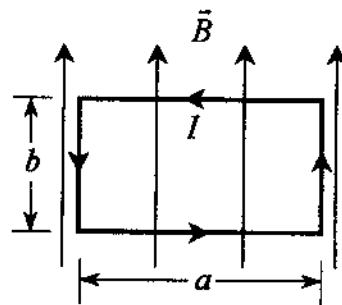
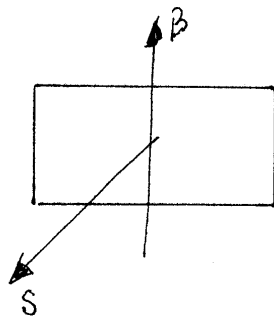
$$\vec{F}_{elec} = q \cdot \vec{E} = -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 20 \vec{k} = -3,2 \cdot 10^{-18} \vec{k} \text{ N}$$

$$\vec{F}_{mag} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B} = -1,6 \cdot 10^{-19} (10 \vec{j} \times B_0 \vec{i}) = 1,6 \cdot 10^{-18} B_0 \vec{k} \text{ N}$$

Igualando la fuerza eléctrica y la fuerza magnética $|\vec{F}_{elec}| = |\vec{F}_{mag}|$; $3,2 \cdot 10^{-18} = 1,6 \cdot 10^{-18} B_0$; $B_0 = 2T$

19.-

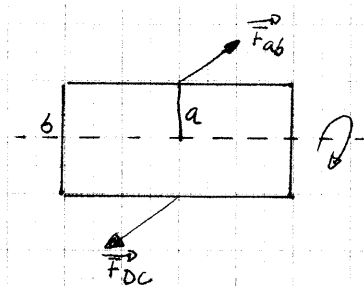
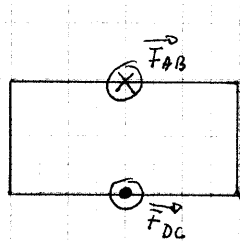
En el seno de un campo magnético uniforme de intensidad $B = 3,5 \text{ mT}$ se sitúa una espira rígida rectangular de lados $a = 12 \text{ cm}$ y $b = 6 \text{ cm}$, por la que circula una corriente $I = 2,4 \text{ A}$. Las líneas de \vec{B} son paralelas al plano de la espira y están orientadas como se indica en la figura.



a) Calcula la fuerza que actúa sobre cada uno de los cuatro lados de la espira y la resultante de todas ellas. ¿Cuál es el momento resultante de estas fuerzas? (1,5 p.)

b) Si la espira puede moverse, ¿cómo lo hará? Explica cuál es la orientación respecto a \vec{B} que tendrá a alcanzar en equilibrio. (1 p.) Zaragoza Junio 2001 - $1,008 \cdot 10^{-3} \vec{k}$; $+1,008 \cdot 10^{-3} \vec{k}$; 0 ; 0 N ;

$$6,048 \cdot 10^{-5} \text{ N} \cdot \text{m}$$



$$\vec{F}_{AB} = I \cdot \vec{l} \times \vec{B} = 2,4 \cdot 0,12(-\vec{i}) \times 3,5 \cdot 10^{-3} \vec{j} = -1,008 \cdot 10^{-3} \vec{k}$$

$$\vec{F}_{AB} = 2,4 \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ -0,12 & 0 & 0 \\ 0 & 3,5 \cdot 10^{-3} & 0 \end{vmatrix} = -1,008 \cdot 10^{-3} \vec{k}$$

$$\vec{F}_{DC} = I \cdot \vec{l} \times \vec{B} = 2,4 \cdot 0,12(\vec{i}) \times 3,5 \cdot 10^{-3} \vec{j} = +1,008 \cdot 10^{-3} \vec{k}$$

$$\vec{F}_{AD} = I \cdot \vec{l} \times \vec{B} = 2,4 \cdot 0,06(-\vec{j}) \times 3,5 \cdot 10^{-3} \vec{j} = 0$$

$$\vec{F}_{BC} = I \cdot \vec{l} \times \vec{B} = 2,4 \cdot 0,06(\vec{j}) \times 3,5 \cdot 10^{-3} \vec{j} = 0$$

Tenemos un par de fuerzas de Resultante cero y momento resultante distinto de cero que produce un movimiento de rotación en torno al eje paralelo a los lados AB y DC

$$\text{El módulo del momento } |\vec{M}| = F \cdot d = F_{AB} \cdot \frac{b}{2} + F_{DC} \cdot \frac{b}{2} = 1,008 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,06}{2} + 1,008 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,06}{2} = 6,048 \cdot 10^{-5} \text{ N} \cdot \text{m}$$

Será máximo cuando el plano de la espira contenga a las líneas de campo magnético y será mínimo(cero) cuando el plano de la espira sea perpendicular a las líneas de campo magnético.

En general el momento de una fuerza: $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$

$$\vec{F}_{AB} = I \cdot \vec{AB} \times \vec{B} = I \cdot AB(-\vec{i}) \times B\vec{j} = I \cdot AB \cdot B(-\vec{k})$$

$$\vec{M}_{AB} = \frac{AD}{2} \vec{j} \times I \cdot AB \cdot B(-\vec{k}) = \frac{S}{2} I \cdot B(-\vec{i})$$

; Siendo S el área de la superficie de la espira

$$\vec{F}_{DC} = I \cdot D\vec{C} \times \vec{B} = I \cdot DC(-\vec{i}) \times B\vec{j} = I \cdot DC \cdot B(\vec{k})$$

$$\vec{M}_{DC} = \frac{AD}{2} (-\vec{j}) \times I \cdot DC \cdot B(\vec{k}) = \frac{S}{2} I \cdot B(-\vec{i})$$

$$\vec{M}_{Total} = \vec{M}_{Ab} + \vec{M}_{DC} = \frac{S}{2} I \cdot B(-\vec{i}) + \frac{S}{2} I \cdot B(-\vec{i}) = S \cdot I \cdot B(-\vec{i}) = I \cdot \vec{S} \times \vec{B}$$

b) Rotando alrededor de un eje paralelo al lado mayor a y que pasa por la mitad del lado b.

El equilibrio se produce cuando el $\vec{M}_{Total} = 0$, que es cuando las fuerzas \vec{F}_{AB} y \vec{F}_{DC} están orientados según una misma línea recta. Cuando el vector superficie \vec{S} tiene igual dirección que \vec{B} , o sea el plano de la superficie es perpendicular a \vec{B}