1 CAMPO MAGNÉTICO

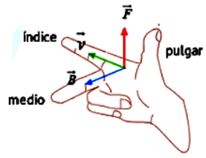
A. FUERZAS

1 Fuerza sobre una partícula sometida a un campo magnético *(Fuerza de Lorentz)*

→ *Fuerza sobre una carga en movimiento:* $\boxed{\vec{F} = q\,(\vec{v}\,x\,\vec{B})}$ (si no se mueve no hay fuerza)

→ Producto vectorial de módulo: $\boxed{|F| = q \cdot v \cdot B \cdot \sin\alpha}$ o también: $\vec{F} = Q\begin{vmatrix} \vec{\imath} & \vec{\jmath} & \vec{k} \\ v1 & v2 & v3 \\ B1 & B2 & B3 \end{vmatrix}$

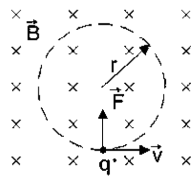
→ Si es perpendicular: $\boxed{|F| = q \cdot v \cdot B}$ $\vec{F}_m = q\vec{v} \wedge \vec{B} = \begin{cases} \text{Módulo: } qvB \sin\alpha \\ \text{Dirección: perpendicular al plano } (\vec{v},\vec{B}) \\ \text{Sentido: regla del producto vectorial} \end{cases}$



Principio de superposición. Ley de Lorentz:

Fuerza eléctrica: $F_e = q \cdot E$ *F.* magnética: $F_m = q \cdot v \times B$ Superpuestas: → $\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$

su aceleración será debida a ambas fuerzas: $F = m \cdot a \rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{Fe+Fm}{m}$



Trayectoria circular: Igualando fuerzas (centrípeta y magnética): $F_m = F_c$

$F_m = m \cdot a_n \quad \rightarrow \quad q \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{R} \quad \rightarrow$ *radio:* → $\boxed{R = \frac{mv}{qB}}$ →

De donde se deduce el radio, la velocidad angular ω, la frecuencia f o la E_c:

$\omega = v/r = q\,B\,v / m\,v = q \cdot B / m \quad \rightarrow \quad f = \omega / 2\pi = q \cdot B / 2\pi\, m \;;\; E_c = ½\, mv^2 = ½\, m\,(QBR/m)^2$

Aplicaciones:
- Selector de velocidades: $F_e + F_m = 0 \rightarrow v = E/B = \Delta V / B \cdot d$
- Espectrómetro de masas: Radio=mv/QB → Relación carga-masa: $Q/m = v/RB$
- Ciclotrón: $v = RQB/m$; $E_c = ½\, mv^2 = ½\, m\,(RQB/m)^2$

2 Fuerza sobre un conductor

En una carga: $F_m = q \cdot v \times B$

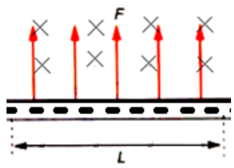
Si en *un conductor* se desplazan varias cargas a una velocidad $v = \Delta L/\Delta t$

→ $F = q \cdot \frac{\Delta L}{\Delta t} \times B$ *como la intensidad* $I = q / \Delta t$: $\vec{F} = I \cdot (\vec{\Delta l} \times \vec{B})$

En una longitud dl, la fuerza será: $dF = I \cdot dL \times B$ → $\boxed{\vec{F} = I \cdot \vec{L} \times \vec{B}}$

Si el conductor es rectilíneo, y su módulo: $F = I \cdot L \cdot B \cdot \sin\alpha$

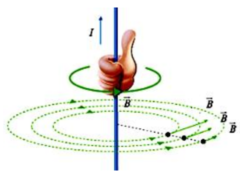
Si es una espira rectangular se genera un par de fuerzas.→ Motor



B. CAMPOS

3 Campo magnético generado por un conductor. (Biot-Savart)

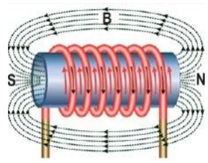
Se crea un campo alrededor proporcional a la intensidad e inverso a la distancia o radio.



- Si es *rectilíneo*: $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I x dl}{r^2}$; Si es *infinito*: $\boxed{B = \frac{\mu\, I}{2\pi\, r}}$ $(\mu_o = 4\pi 10^{-7})$
- Si es *circular* (*una espira*): $\boxed{B = \frac{\mu\, I}{2\, r}}$; Si es una *bobina*: $\boxed{B = \mu\, n\, I}$

  n = densidad de espiras por unidad de longitud

  μ la permeabilidad del núcleo (material ferromagnético o en el vacío: $\mu_o = 4\pi 10^{-7}$)

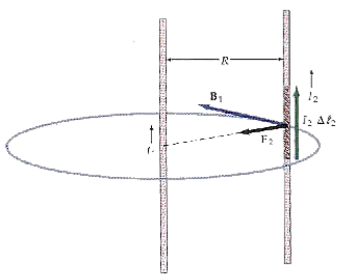


- Si hay *dos conductores* paralelos: se genera en el primero: $B_1 = \frac{\mu\, I_1}{2\,\pi\, r}$

  y el segundo conductor (por el cual circula I_2) experimentará una fuerza:

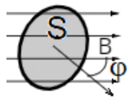
$$F_2 = I_2 \cdot L \cdot B_1 = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi r} \cdot L$$

Por unidad de longitud L: $F_2/_L = I_2 \cdot B_1 = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi r}$



2. INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Flujo del campo magnético:



Líneas de campo que atraviesan una superficie: $\boxed{\boldsymbol{\Phi = B \cdot S\cos\varphi}}$ (en webers)

Inducción electromagnética. Ley de Faraday

Al variar el flujo bajo un campo magnético se genera, en la espira, una llamada
Fuerza contraelectromotriz (*fcem*) tensión en una espira se opone a la variación del flujo con el tiempo**:**

$$\boxed{\boldsymbol{\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta(B\cdot S\cdot\cos\varphi)}{\Delta t}}}$$ (en voltios)

En un instante t, en una espira: $\boldsymbol{\varepsilon(t) = -\frac{d\Phi}{dt} = -d(B\cdot S\cdot\cos\varphi)/dt}$

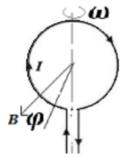
En varias espiras: $\boldsymbol{\varepsilon(t) = -N\frac{d\Phi}{dt}}$

* Si varía el campo: $\boldsymbol{\varepsilon(t) = -\frac{dB}{dt}\cdot S\cdot\cos\varphi}$ * Si varía la superficie: $\boldsymbol{\varepsilon(t) = -B\,\frac{dS}{dt}\cdot\cos\varphi}$

* Si varía el ángulo o **la espira rota** (generador de corriente): $\Delta\varphi = \omega\cdot\Delta t$

El flujo del campo magnético: $\Phi = B\cdot S\cos\varphi = B\cdot S\cdot\cos(\omega t)$

Al derivar: $\varepsilon(t) = -\frac{d\Phi}{dt} = d(B\cdot S\cdot\cos\omega t)/dt \rightarrow$ $\boxed{\boldsymbol{\varepsilon(t) = B\cdot S\cdot\omega\cdot\sin\omega t}}$

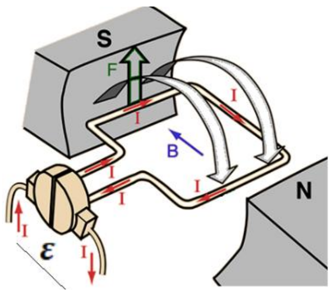


Generadores de corriente eléctrica:

Alternador (proporciona corriente alterna) y dinamo (proporciona corriente continua)

- *fem* para ***N*** espiras: $\boldsymbol{\varepsilon(t) = N\cdot B\cdot S\cdot\omega\cdot\sin\omega t}$
- *fem máxima*: $\boldsymbol{\varepsilon_{máx} = B\cdot S\cdot\omega}$ $(\sin\omega t = 1$ ó $\omega t = \pm\pi/2)$
- *fem instantánea*: $\boldsymbol{\varepsilon(t) = \varepsilon_{máx}\cdot\sin\omega t}$
- *fem eficaz***:** $\boldsymbol{\varepsilon_{ef} = \frac{\varepsilon_{máx}}{\sqrt{2}}}$

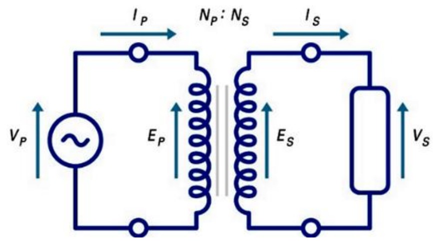
Valores eficaces: $\boldsymbol{I_{ef} = \frac{I_{máx}}{\sqrt{2}}}$; $\boldsymbol{P_e = V_e\cdot I_e = \frac{P_{máx}}{2}}$



Transformador:

Según la Ley de Lenz, la corriente debe ser alterna para que se produzca variación de flujo. No puede utilizarse con corriente continua.
Se evitan las perturbaciones creadas por las *corrientes de Foucault* laminando el núcleo. $B = \mu\, n_p\, I_p = \mu\, n_s\, I_s$

Relación tensiones/espiras (r_t): $\frac{Np}{Ns} = \frac{Vp}{Vs} = \frac{Is}{Ip} = rt$



Ejercicios de magnetismo 1

1. *Una partícula α (^4_2He), que és un catió format per dos protons i dos neutrons, es llança a una velocitat de 8· 10 ⁴ m/s que forma un angle de 30° respecte d'un camp magnètic uniforme de 0,3 T. Representeu la situació i calculeu la força que rep la partícula α.*
Dada: Qp = 1,6 · 10^{-19} C

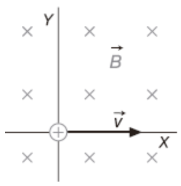
F = q·v·B·sin30 =2 ×1,6·10^{-19} ×8·10^4 ×0,3 × sin 30°
= 3,84 ×10^{-15} N
Aplicant la regla de la mà dreta, la força magnètica actua perpendicularment a la velocitat i al camp magnètic, de manera que la partícula segueix una trajectòria helicoidal.

2.Un camp magnètic uniforme de 0,8 T fa girar una partícula en una òrbita circular estacionària de radi 2 mm, i amb una energia cinètica d'1 keV. Si sabem que és un catió de tipus X $^+$, calculeu-ne la massa.
Dada: Qp = 1,6 · 10–19 C

1KeV = 1,6 10^{-16} J = Ec= ½ mv^2 → mv^2=2 · 1,6·10^{-16}
F_m=F_c → q·v·B = mv ^{2}/R → mv = 3,2 ×10^{-16} v
Resolem el sistema:
vel = 1,25 ×10^6 m/s → m=2,048·10^{-28} Kg

Ejercicios de magnetismo I continuación

3.- *F.Partícula*: Es llança un protó amb una velocitat de $3{\cdot}10^4$ m/s perpendicularment a un camp magnètic uniforme d'intensitat 0,4 T. Calculeu la força que rep la càrrega en aquest instant. Dada: Q_p: $1{,}6{\cdot}10^{-19}$ C
Sol:



$$\vec{F} = Q\,(\vec{v} \times \vec{B})$$

$$\vec{F} = 1{,}6\cdot10^{-19}\cdot\begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 3\cdot10^4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -0{,}4 \end{vmatrix}$$

$$\vec{F} = 1{,}9\cdot10^{-15}\,\vec{j}\,\mathrm{N}$$

4.- Un camp magnètic uniforme fa que un protó giri en una òrbita circular estacionària de radi 5 mm i amb una freqüència de 10^7 Hz. Calculeu el mòdul de B i l'energia cinètica en eV.
Dades: Q_p: $1{,}6\cdot10^{-19}$ C i m_p: $1{,}67\cdot10^{-27}$kg

Sol: Si l'òrbita on gira el protó és estacionària, és perpendicular al camp.
$F_m = F_c \rightarrow Q{\cdot}v{\times}B = m{\cdot}a_N = m{\cdot}v^2/r = m{\cdot}\,\omega^2{\cdot}r \rightarrow B = 2p\,f\,m\,/\,Q = 0{,}657$ T
Energia cinètica: $E_c = ½\,mv^2 = ½\;m\,(2\,\pi\,f\,r\,)^2 = 8{,}24\cdot10^{-17}$ J
Ec en eV: **1 eV = 1,6 · 10^{-19}** J → $8{,}24\cdot10^{-17}$ J / $1{,}6\cdot10^{-19}$ = 515,4 eV

5.- Una partícula entra dins d'un camp magnètic uniforme de 0,2 T a una velocitat de 5 · 10₅ m/s que forma un angle de 30° respecte del camp. Calculeu el radi de l'òrbita i la freqüència amb què gira.
Dades: m_n : $1{,}67\cdot10^{-27}$ kg i e = $1{,}6\cdot10^{-19}$ C

$$v_\perp = v\sin\varphi = 5\cdot10^5\sin 30° = 2{,}5\cdot10^5\ \mathrm{m/s}$$

$$Q\,B = \frac{m\,v_\perp}{R} \rightarrow R = \frac{4\cdot1{,}67\cdot10^{-27}\cdot2{,}5\cdot10^5}{2\cdot1{,}6\cdot10^{-19}\cdot0{,}2} = 0{,}026\ \mathrm{m}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{v}{2\pi R} = \frac{2{,}5\cdot10^5}{2\cdot\pi\cdot0{,}026} = 1{,}52\cdot10^6\ \mathrm{Hz}$$

6.- S'allibera un protó des del repòs en una regió on hi ha un camp elèctric i un camp magnètic paral·lels i uniformes. Com es mourà el protó? I un electró?
El camp elèctric: $a = \frac{F}{m} = \frac{QE}{m}$ protó, mateixa direcció camp
El camp magnètic no fa efecte en repòs.

7.- Un electró es mou en una regió en la qual hi ha un camp elèctric donat per $\vec{E} = 30\,\vec{\imath} - 40\,\vec{\jmath}\ N/C$ i un camp magnètic donat per $\vec{B} = 0{,}2\,\vec{k}\ T$. Calculeu l'acceleració amb què es mou l'electró just quan va amb una velocitat de $\vec{v} = 100\,\vec{\imath}\ m/s$.
Dades: $q_e = -1{,}602\cdot10^{-19}$ C i $m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ kg

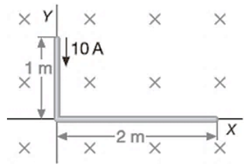
$$\vec{a} = \frac{\sum\vec{F}_i}{m} = \frac{\vec{F}_e+\vec{F}_m}{m} = \frac{q_e\vec{E}+q_e\left(\vec{v}\times\vec{B}\right)}{m} = \frac{q_e\left(\vec{E}+\vec{v}\times\vec{B}\right)}{m}$$

$$= \frac{-1{,}602\cdot10^{-19}\cdot\left(30\vec{i}-40\vec{j}+\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ 100 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0{,}2\end{vmatrix}\right)}{9{,}1\cdot10^{-31}} =$$

$$\frac{-1{,}602\cdot10^{-19}\cdot\left(30\vec{i}-40\vec{j}-20\vec{j}\right)}{9{,}1\cdot10^{-31}} = \frac{-1{,}602\cdot10^{-19}\cdot\left(30\vec{i}-60\vec{j}\right)}{9{,}1\cdot10^{-31}} =$$

$$= -5{,}28\cdot10^{12}\,\vec{i} + 1{,}06\cdot10^{13}\,\vec{j}\ \mathrm{m/s^2}$$

8.- *F.Conductor:* Determineu la força que rep el conductor de la figura, vectorialment i en mòdul, si la intensitat del camp és de 0,4 T.



9.- Calculeu el camp magnètic produït per dos conductors lineals paral·lels i molt llargs en els punts 1, 2 i 3. Utilitzeu la nomenclatura del punt i de la creu per indicar el sentit del camp. $\mu = 4\pi10^{-7}$

10.- Determineu la força que actua sobre cadascun dels segments del circuit triangular equilàter i la força neta. La intensitat que circula és de 10 A i el camp magnètic és de 0,4 T i actua perpendicularment a la superfície del circuit. Expresseu els resultats segons el sistema de referència establert.

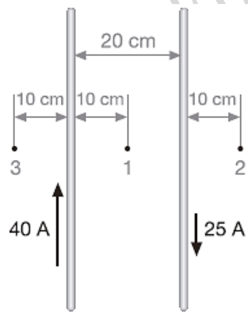
Solucions:

8.

$$F = I\cdot l\times B\ \begin{cases}\mathrm{Fx} = 10\cdot1\cdot0{,}5\,\vec{\imath} = 4\,\vec{\imath}\\ \mathrm{Fv} = 10\cdot2\cdot0{,}4\,\vec{\jmath} = 8\,\vec{\jmath}\end{cases}$$

Mòdul F=√4²+8² = 8,94 N

9.-

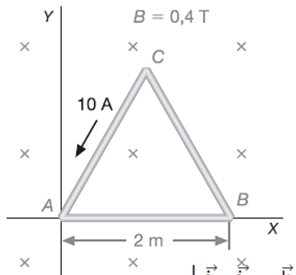


$$B_1 = \frac{4\cdot\pi\cdot10^{-7}\cdot40}{2\cdot\pi\cdot0{,}1} + \frac{4\cdot\pi\cdot10^{-7}\cdot25}{2\cdot\pi\cdot0{,}1} = 1{,}3\cdot10^{-4}\ \mathrm{T}\ (\times)$$

$$B_2 = \frac{4\cdot\pi\cdot10^{-7}\cdot40}{2\cdot\pi\cdot0{,}3} - \frac{4\cdot\pi\cdot10^{-7}\cdot25}{2\cdot\pi\cdot0{,}1} = 2{,}3\cdot10^{-5}\ \mathrm{T}\ (\bullet)$$

$$B_3 = \frac{-4\cdot\pi\cdot10^{-7}\cdot40}{2\cdot\pi\cdot0{,}1} + \frac{4\cdot\pi\cdot10^{-7}\cdot25}{2\cdot\pi\cdot0{,}3} = 6{,}3\cdot10^{-5}\ \mathrm{T}\ (\bullet)$$

10.



Segment AB: $\vec{F}_{AB} = 10\cdot\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ 2 & 0 & 0\\ 0 & 0 & -0{,}4\end{vmatrix} = 8\,\vec{j}\ \mathrm{N}$

Segment BC: $\vec{F}_{BC} = 10\cdot\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ 2\cdot\cos120° & 2\cdot\sin120° & 0\\ 0 & 0 & -0{,}4\end{vmatrix} =$

$= (-6{,}93\,\vec{i} - 4\,\vec{j})\ \mathrm{N}$

Segment CA: $= (6{,}93\,\vec{i} - 4\,\vec{j})\ \mathrm{N}$

Ejercicios de magnetismo 2. Inducción

1.- El flujo magnético que atraviesa una espira varía con el tiempo de acuerdo con la expresión:
$\Phi(t) = 10 \cdot t^3 - 4 \cdot t^2 + t$ (SI).
Deduce el valor de la *fem* inducida en t = 2 s.
Sol:

$e = \frac{d\Phi}{dt} = -(30 \cdot t^2 - 8t + 1)$;
para t = 2s: $e(2) = -(120 - 16 + 1) = -105V$

2.- Una bobina cuadrada y plana de 25 cm^2 de superficie, construida con 5 espiras, está en el plano XY.
a) Calcula la fuerza electromotriz inducida si se modifica un campo magnético en dirección al eje Z, pasando de 0,5 T a 0,2 T en 0,1 s.
b) Calcula la *fem* media inducida si el campo permanece constante, B = 0,5 T, y la bobina gira hasta colocarse en el plano XZ en 0,1 s.

a) $\varepsilon = N \cdot S \cdot Cos(0) \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} = 5 \cdot 25\ 10^{-3} / 0{,}1 = 3{,}75 \cdot 10^{-2}$ V
b) $\varepsilon = N \cdot S \cdot B\,(\cos(0) - \cos(90)) = 6{,}25\ 10^{-2}$

3.- Una bobina de 100 espiras de 10 cm^2 cada una gira a 360 rpm alrededor de un eje situado en su plano perpendicular a un campo magnético uniforme de 0,020 T. Calcula:
a) El flujo máximo que atraviesa la bobina.
b) La fem media inducida en la bobina.

a) flujo máximo $\phi = BS = 0{,}020\ \text{T} \cdot 10 \cdot 10^{-4}\ \text{m}^2 = 2 \cdot 10^{-5}$ Wb

máximo a nulo en $t = \frac{T}{4} = \frac{2\pi}{4\omega} = \frac{1}{24}$ s

$$\omega = \frac{360\ \text{rpm} \cdot 2\pi}{60\ \text{s}} = 12\pi\ \text{rad/s}$$

b) $e = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{100 \cdot (0 - 2 \cdot 10^{-5}\ Wb)}{\frac{1}{24}\ \text{s}} = 0{,}048$ V

4.- Per una bobina de 2 000 espires, de longitud 15 cm i radi 2 cm, hi passa un corrent continu de 3 A. Determineu el flux que passa per cada espira i el flux total que passa a través de la bobina.

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = \mu_0\, n\, I\, S = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{2\,000}{0{,}15} \cdot 3 \cdot \pi \cdot 0{,}02^2 = 6{,}3 \cdot 10^{-5}\ \text{Wb}$$

El flux total que passa per la bobina: $\Phi = 2\,000 \cdot 6{,}3 \cdot 10^{-5} = 0{,}126$ Wb

5. En una bobina de 100 voltes, de 3 cm de radi i de 4 de resistència, com ha de variar un camp magnètic per induir un corrent elèctric de 50 mA?

$$N\frac{d\Phi}{dt} = RI \rightarrow 100 \cdot \frac{d\Phi}{dt} = 50 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \rightarrow \frac{d\Phi}{dt} = 0{,}002\ \text{Wb/s}$$

$$\Phi = NBS \rightarrow 0{,}002 = B \cdot \pi \cdot 0{,}03^2 \rightarrow B = 7{,}1 \cdot 10^{-1}\ \text{T} \quad \frac{\Delta B}{\Delta t} = 0{,}71\ \text{T/s}$$

6.- Una espira rep un flux variable segons la funció $\Phi(t) = (t^2 - 10\,t)$ Wb. Determineu:
a) La fem induïda en l'espira en funció del temps.
b) Quan el flux és nul, quina és la fem induïda en aquest moment?

a) $\mathscr{E} = -N\frac{d\Phi}{dt} = -N\frac{d(t^2 - 10\,t)}{dt} = (-2t + 10)$ V
b) flux és nul: $t^2 - 10\,t = 0 \rightarrow \begin{cases} t = 0 & \text{Per a } t = 0 \rightarrow \mathscr{E} = 10\ \text{V} \\ t = 10 & \text{Per a } t = 10 \rightarrow \mathscr{E} = -10\ \text{V} \end{cases}$

7.- Una resistència de 20 Ω es connecta a un generador d'una fem màxima de 12 V i d'una freqüència de 60 Hz. Determineu la freqüència angular, la intensitat i la potència subministrada.

$\omega = 2\pi f = 2\pi 60 = 377$ rad/s
$I_{max} = I_o = e_{max} / R = 12 / 20 = 0{,}6$ A
$Pm = RI_e^2 = 20 \cdot 0{,}424^2 = 3{,}6$ W

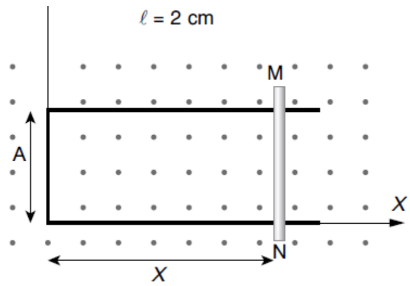
8.- Una espira circular de 2 cm de radio se encuentra en el seno de un campo magnético uniforme B = 3,6 T paralelo al eje Z. Inicialmente la espira se encuentra contenida en el plano XY. En el instante t = 0 la espira empieza a rotar en torno a un eje diametral con una velocidad angular constante v = 6 rad/s.
a) Si la resistencia total de la espira es de 3 Ω, determina la máxima corriente eléctrica inducida en la espira e indica para qué orientación de la espira se alcanza.
b) Obtén el valor de la fuerza electromotriz inducida en la espira en el instante t = 3 s.

a) $\Phi = B \cdot S \cdot \cos\omega t$; $e = -\frac{d\Phi}{dt} = B \cdot S \cdot \text{sen}\,\omega t$; $e_m = B \cdot S \cdot \omega$.

$$I_m = \frac{e_m}{R} = \frac{B \cdot S \cdot \omega}{R} = \frac{3{,}6 \cdot 3{,}14 \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 6}{3} = 9 \cdot 10^{-3}\ \text{A}$$

b) $e_3 = 3{,}6 \cdot 3{,}14 \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 6 \cdot \text{sen}\,18\text{rad} = -2{,}04 \cdot 10^{-2}$ V

9.- 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 V en presencia de un campo magnético uniforme, B = 50 mT, perpendicularmente al plano del circuito. La varilla *oscila* en la dirección del eje Ox de acuerdo con la expresión
$x = x_0 + A\ \text{sen}\ (\omega t)$, siendo x_0 = 10 cm, A = 5 cm y el periodo de oscilación 10 s.
a) Calcula en función del tiempo el flujo magnético que atraviesa el circuito.
b) Calcula en función del tiempo la corriente en el circuito.



a) $\phi = BS = B\ell x = B\ell\,(x_0 + A\ \text{sen}\ \omega t) = B\ell x_0 + B\ell A\ \text{sen}\ \omega t =$
$= 5 \cdot 10^{-4}\ \text{T} \cdot 2 \cdot 10^{-2}\ \text{m} \cdot (10^{-1}\ \text{m} + 5 \cdot 10^{-2}\ \text{sen}\ \omega t) =$
$= \left[1 + 0{,}5\ \text{sen}\left(\frac{\pi}{5}t\right)\right] \cdot 10^{-6}$ Wb

b) $e = \frac{d\phi}{dt} = 10^{-6} \cdot 0{,}5 \cdot \frac{\pi}{5} \cdot \cos\frac{\pi}{5}t = 3{,}14 \cdot 10^{-7}\cos\frac{\pi}{5}t$ V

$$I = \frac{e}{R} = \frac{3{,}14 \cdot 10^{-7}\cos\frac{\pi}{5}t}{10} = 3{,}14 \cdot 10^{-8}\cos\left(\frac{\pi}{5}t\right)\ \text{A}$$

10.- Un transformador ideal i elevador té 10 espires en el primari i 500 en el secundari.
a) Si el primari es connecta a un voltatge eficaç de 12 V, quin és el voltatge en el secundari en circuit obert?
b) Si el corrent en el primari és de 20 A, quan val el corrent en el secundari?

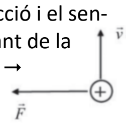
a) $\frac{\mathscr{E}_p}{\mathscr{E}_s} = \frac{n_p}{n_s} \rightarrow \frac{12}{\mathscr{E}_s} = \frac{10}{500} \rightarrow E_s = 600$ V
b) $\frac{\mathscr{E}_p}{\mathscr{E}_s} = \frac{I_s}{I_p} \rightarrow \frac{12}{600} = \frac{I_s}{20} \rightarrow I_s = 0{,}4$ A

Problemas PAU

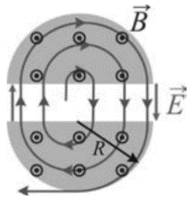
Fuerzas y campos:

1. 2020 Jun. Durant una tempesta cau un llamp pel qual circula un corrent elèctric de 400kA. Suposeu que la intensitat del corrent del llamp és constant durant els 50 µs que dura. a) Quina és la càrrega elèctrica total que ha transportat aquest llamp? Quin és el camp magnètic que crea aquest corrent a una distància de 100 m? b) Quina força magnètica actua sobre una partícula carregada que es troba en repòs a aquesta mateixa distància? Justifiqueu la resposta.
Dades: $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}$Tm/A. $|e| = 1{,}602\times10^{-19}$C.

2. 2019 Jun Un mètode per a determinar les masses d'ions pesants consisteix a mesurar el temps que necessiten per a fer un nombre determinat de voltes en un camp magnètic conegut. En un d'aquests mesuraments, un ió amb una càrrega igual a la d'un electró fa **7** voltes en **1,29 ms** en un camp magnètic perpendicular a la velocitat i amb un mòdul de **45,0 mT**.
a) Feu una representació de la trajectòria de l'ió i dibuixeu en dues posicions d'aquesta trajectòria el vector força que actua sobre l'ió.
Calculeu la <u>*massa*</u> de l'ió.
b) Un protó que es mou a una velocitat de **5×10^5** m·s^{-1} entra en una regió de l'espai on hi ha un camp magnètic. El mòdul de la força que produeix el camp magnètic sobre la càrrega és **8×10^{-14}** N. Calculeu el mòdul del <u>*camp magnètic*</u>. Especifiqueu clarament la direcció i el sentit d'aquest camp magnètic si les direccions i els sentits, tant de la força com de la velocitat, són els representats en la figura →
Dades: Càrrega electró/protó, q = ±1,60 × 10^{-19} C.



3. 2022 Un ciclotró és un accelerador de partícules format per dos elèctrodes buits semicirculars (en forma de D) on actua un camp magnètic homogeni perpendicular al pla horitzontal (pla de la figura). Així, a l'interior dels elèctrodes les partícules carregades positives, que es mouen en el pla horitzontal, descriuen una trajectòria circular. A l'espai buit que separa els dos elèctrodes s'aplica un camp elèctric altern, de manera que les partícules són accelerades. Inicialment, les partícules tenen poca velocitat i a cada cicle, en passar d'un semicercle a l'altre, van augmentant de velocitat i de radi de gir fins que finalment surten fora del ciclotró
a) Les partícules tenen una càrrega elèctrica positiva *q* i una massa *m*. Deduïu l'expressió de la velocitat de les partícules en funció del quocient càrrega-massa (q/m), del radi r de la trajectòria de les partícules i del mòdul del camp magnètic. Comproveu que el temps de recorregut dins una D no depèn de la velocitat de les partícules. Per què el camp elèctric ha de ser altern? Trobeu l'expressió de la freqüència del camp elèctric. b) El ciclotró té un radi de 0,50 m i un camp magnètic de 0,20 T. Quan hi accelerem protons, quina velocitat tenen quan surten del ciclotró? Quina és la longitud d'ona associada a aquests protons? Quin radi mínim hauria de tenir el ciclotró per a considerar que els protons tenen velocitats relativistes (és a dir, un 10% de la velocitat de la llum)?
Dades: m_p=1,67×10^{-27}kg. |e|=1,602×10^{-19}C
c = 3,00×10^{8}ms^{-1} ; h = 6,63×10^{-34} Js.



Solucions:

1.Sol: a) $I = \frac{q}{t} \to q = I \cdot t = 20C$; $B = B = \frac{\mu\, I}{2\pi\, r} = 8 \cdot 10^{-4}$ b) $Fm = 0$

2.

a) $\vec{F}_m = q(\vec{v} \times \vec{B})$; $F_m = qvBsin(90°) = qvB$

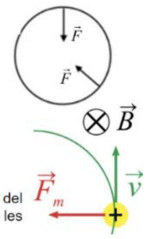
$\begin{cases} F_m = ma_c \\ qvB = m\frac{v^2}{R} \end{cases}$ $\omega = 3{,}41 \times 10^4$ rad s^{-1}

$\Rightarrow m = \frac{qB}{\omega} = 2{,}11 \times 10^{-25}$ kg

b) $\vec{F}_m = q(\vec{v} \times \vec{B})$ $F_m = qvBsin(90°) = qvB$

$B = \frac{8{,}00\times10^{-14}}{1{,}60\times10^{-19}\times5{,}00\times10^5} = 1{,}00$ T

Direcció perpendicular al pla del paper, sentit cap dins del pla del paper. La justificació es pot fer a partir de les



3

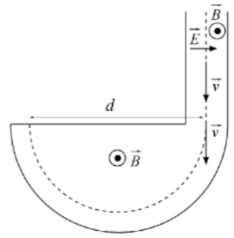
a) $Fm = qvB = m\dfrac{v^2}{r} \longrightarrow v = \dfrac{rBq}{m}$;

$f = \frac{1}{T} = \frac{qB}{2\pi m}$;

b) $v = \frac{rBq}{m}$ =9,59 ×10^6 m/s ; λ= 4,14×10^{-14}m ; $R = \frac{vm}{Bq} = 1{,}56m$

4. 2012 Jun B P5

Un espectròmetre de masses consta d'un selector de velocitats i d'un recinte semicircular. En el selector de velocitats hi ha un camp elèctric i un camp magnètic, perpendiculars entre si i en la direcció de la velocitat dels ions. En entrar al selector, els ions d'una velocitat determinada no es desvien i entren a la zona semicircular, on només hi ha el camp magnètic perpendicular a la velocitat, que els fa descriure una trajectòria circular.

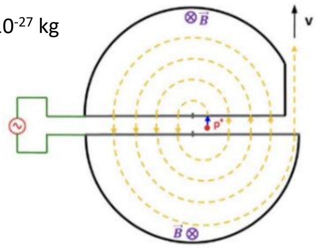


a) Si el camp elèctric del selector té un valor $E = 20{,}0$ N C^{-1} i el valor de la inducció magnètica és $B = 2{,}50 \times 10^{-3}$ T, calculeu el valor del mòdul de la velocitat dels ions que NO es desvien. Feu l'esquema corresponent dels vectors següents: velocitat, força elèctrica, camp magnètic i força magnètica.
b) Calculeu la distància, *d*, a què impactaran els ions de triti, que són isòtops de l'hidrogen i tenen una massa $m = 3$ u.

DADES: 1 u = 1,67 × 10^{-27} kg; $Q_{protó} = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C.

Sol: a) $F_m = qvB = F_e = E \cdot q$ → *v= 8000m/s*
b) $F_m = qvB = F_c = ma_n = m\frac{v^2}{r}$ → *d=0,2m*

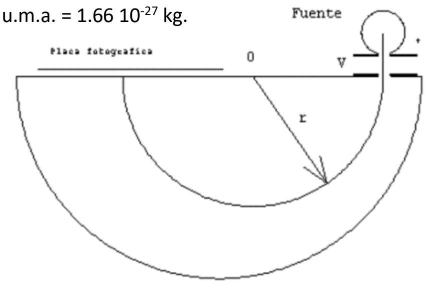
5. PAU. Disparem un feix de protons a l'interior d'un ciclotró de 42 cm de radi, els quals volem accelerar fins a una velocitat de sortida de 2·10^6 m/s. a) Quin camp magnètic B hem d'aplicar-li?
b) A quina freqüència *f* cal que el generador subministri el voltatge altern que crea el camp elèctric?
Dades: Qp:+ 1,6·10^{-19} C; mp: 1,673·10^{-27} kg



$qvB = \dfrac{mv^2}{r} \longrightarrow B = 0{,}05\ T$;

$f = \dfrac{qB}{m2\pi} = 7{,}6 \cdot 10^5 Hz$

PAU. En un espectrómetro de masas tal como se muestra en la figura, los iones Mg (24 u.m.a), con carga +e, son acelerados por una diferencia de potencial de 1000 V, entrando luego en un selector de velocidades, pasando a continuación a una región semicircular donde hay un campo magnético de 0.6 T. ***a)*** Determinar el módulo, dirección y sentido del campo eléctrico en el selector de velocidades de modo que el ion no resulte desviado. ***b)*** El radio de la trayectoria de dicho ion en la región semicircular.
Datos: Qe: 1.6 10^{-19} C, 1 u.m.a. = 1.66 10^{-27} kg.



Sol: $q(V_A - V_B) = \frac{1}{2}mV_B^2 - \frac{1}{2}mV_a^2$ →v=89622,14 m/s
$F = m \cdot a_n = qvBSen90 \to E = 53773\ N/C$
$F = m \cdot a_n = qvBSen90 \to \dfrac{mv^2}{r} \to r = 0{,}037\ m$

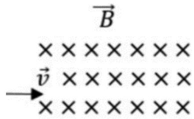
PAU And: a) ¿A qué distancia entre sí deben estar dos conductores paralelos de 2 m de longitud que transportan una corriente de 10 A cada uno para que se repelan con una fuerza de 10 $^{-2}$ N?
b) Calcula la fuerza por unidad de longitud con que se atraen dos conductores rectilíneos y paralelos distantes entre sí 10 cm y por los que circulan corrientes iguales de 25 A.
(μ_o=4π10^{-7})

$F = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi r} \cdot L \longrightarrow L = 4 \cdot 10^{-3} m$; $\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi r} = 1{,}25 \cdot 10^{-3} N/m$

2018 Sep Una partícula amb una càrrega q=–1,60×10^{-19} C i una massa m=1,70×10^{-27} kg entra amb una velocitat $\vec{v} = v\,\vec{i}$ en una regió de l'espai en la qual hi ha un camp magnètic uniforme $\vec{B} = -0{,}50\,T\,\vec{k}$. El radi de la trajectòria circular que descriu és r = 0,30 m.

a) Dibuixeu la força que fa el camp sobre la partícula en l'instant inicial i calculeu la velocitat v.

b) Calculeu el període del moviment i la velocitat angular. Calculeu l'energia cinètica de la partícula en el moment que entra en el camp magnètic i també després de fer una volta completa



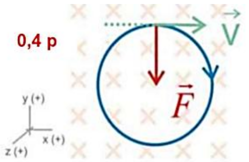
a)

$$F_m = ma_c$$

$$qvB = m\frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \frac{qBr}{m}$$

$$v = \frac{1{,}60\times10^{-19}\times0{,}50\times0{,}30}{1{,}70\times10^{-27}} = 1{,}41\times10^{7}\,ms^{-1}$$

0,4 p



b)

$$T = \frac{2\pi r}{v} \qquad T = \frac{2\pi\cdot0{,}3}{1{,}41\times10^{7}} = 1{,}33\times10^{-7}\,s \qquad \omega = \frac{2\pi}{T} = 4{,}72\times10^{7}\,rad\,s^{-1}$$

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}1{,}70\times10^{-27}\left(1{,}41\times10^{7}\right)^2 = 1{,}69\times10^{-13}\,J$$

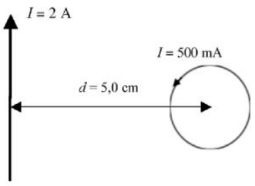
Com que F és perpendicular a la velocitat durant tot el moviment, no hi ha acceleració tangencial. El mòdul de la velocitat és constant (MCU). L'energia cinètica després d'una volta és la mateixa.

2015 Jun P5

Un fil infinit que porta un corrent de 2 A es troba a 5,0 cm de distància del centre d'una espira circular de 2,0 cm de diàmetre que transporta 500 mA.

a) Calculeu el vector del camp magnètic al centre de l'espira produït pel fil infinit i el vector del camp magnètic al centre de l'espira que produeix la mateixa espira.

b) Quin és el valor del camp magnètic total al centre de l'espira? Si volem un camp magnètic total $B = 0$ al centre de l'espira, quin ha de ser el valor de la nova intensitat que hi circuli?



DADA: $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}$ T m A^{-1} $\qquad B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$,

a) $\left|B_{fil\infty}\right| = \dfrac{4\pi\times10^{-7}\times2}{2\pi\times0{,}05} = -8.0\times10^{-6}\vec{k}\ T$ entra al paper ⊗

$B_{espira} = \dfrac{\mu_0 I}{2R} = \dfrac{4\pi\times10^{-7}\times0.5}{2\times1{,}0\times10^{-2}} = 3.1\times10^{-5}\vec{k}\ T$ surt ⊙

b) $\vec{B}_{total} = \vec{B}_{espira} - \vec{B}_{fil\infty} = 3.1\times10^{-5}\vec{k} - 8.0\times10^{-6}\vec{k} = 2.3\times10^{-5}\vec{k}\ T$

$\left|B_{total}\right| = 2.3\times10^{-5}T$ i surt del paper ⊙

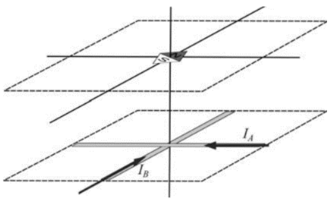
Si $B = 0 \Rightarrow B'_{espira} = B_{fil} = 8{,}0\times10^{-6}\ T$

$B'_{espira} = \dfrac{\mu_0 I'}{2R} \Rightarrow I' = \dfrac{2RB'_{espira}}{\mu_0} = \dfrac{2\times0{,}01\times8{,}0\times10^{-6}}{4\pi\times10^{-7}} = 0{,}13A$

2020 J. Posem dos cables prims conductors sobre una taula perpendiculars entre si i sense que hi hagi contacte elèctric entre ells. Posteriorment, col·loquem un petit imant, una brúixola, a un metre de la taula just per sobre l'encreuament dels dos fils conductors, com indica la figura.

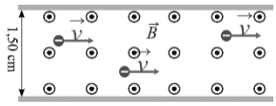
a)Representeu els camps magnètics creats pels fils *A* i *B* en el punt on està situada la brúixola. Si pel fil *A* hi circula un corrent d'intensitat 5A, quina intensitat ha d circular pel fil *B* perquè la brúixola quedi orientada paral·lela al fil *B*?

b)Pel fil *A* hi passa una intensitat I_A=10A i la brúixola queda orientada amb un angle de 30° respecte al fil *B*. Quina intensitat passa pel fil *B*?



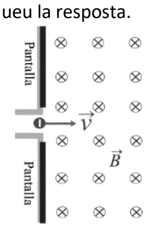
Sol: $tang\ 30 = \frac{Bb}{Ba} \rightarrow Ib = Ia\cdot\tan 30 = 5{,}77\ A$

2023 S Un espectròmetre de masses és un aparell que permet determinar la relació càrrega/massa d'ions. L'espectròmetre de masses conté tres parts diferenciades. La primera part és un filament que ionitza les molècules o àtoms que entren dins l'espectròmetre. A la sortida del filament tots els ions tenen una càrrega negativa. A la segona part de l'aparell els ions passen per un selector de velocitats (figura 1) que està format per dues plaques paral·leles, entre les quals es genera un camp elèctric uniforme. La separació entre aquestes plaques és d'1,50 cm. Entre les plaques també es genera un camp magnètic uniforme de 0,50 T perpendicular al pla del paper i en sentit sortint, tal com es mostra en la fig 1.



a) Volem que el selector de velocitats només deixi passar els ions que es moguin a una velocitat de 2,00 × 105 m s^{-1}. Determineu la diferència de potencial que hem d'aplicar entre les plaques perquè els ions que es mouen a aquesta velocitat no es desviïn. Quina placa s'ha de connectar a potencial alt i quina a potencial baix? Justifiqueu les respostes i representeu les forces que actuen sobre un ió. Digueu si el selector de velocitats configurat d'aquesta manera també funciona per a ions positius i justifiqueu la resposta.

b) La tercera part de l'espectròmetre es troba a la sortida del selector de velocitats i és una regió on hi ha un altre camp magnètic uniforme de 0,20 T, perpendicular al pla del paper i en sentit entrant (figura 2). Les pantalles laterals permeten mesurar la posició a què impacten els ions i d'aquesta manera poder determinar-ne la massa. Representeu esquemàticament sobre la figura 2 la trajectòria que descriuen els ions que surten del selector de velocitats indicant la direcció i el sentit de la força que exerceix el camp magnètic en un punt de la trajectòria. Justifiqueu la resposta. Calculeu a quina distància de la sortida del selector de velocitats impactarà l'ió dels isòtops del neó 20Ne– (l'ió té la mateixa càrrega que un electró).

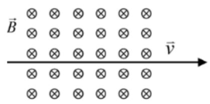


Dades: |e| = 1,602 × 10^{-19} C. Massa de l'ió: 20Ne– = 3,32 × 10^{-26} kg

Sol: a) Perquè l'ió no es desviï, la suma de forces ha de ser zero, $F_E+F_M=0$, per tant la força aplicada pel camp elèctric ha de ser vertical i apuntant cap avall. $\Delta V = Ed = 1500V$. b) d=2r = 2mv/eB = 0,414m

2017 J. En un selector de velocitats, un camp elèctric i un camp magnètic formen un angle de 90° entre si. El selector deixa passar ions de He+ amb una velocitat de 3,20×105ms^{-1}, que no es desvien de la trajectòria rectilínia inicial. El camp elèctric té un mòdul de 2,00×105NC^{-1}. La disposició del camp magnètic i la velocitat són els que es veuen en la figura.

a) Indiqueu, d'una manera justificada, la direcció i el sentit del camp elèctric i de la força magnètica que actua sobre un ió He+ amb una càrrega d'1,60×10^{-19}C. Calculeu també el mòdul del camp magnètic en aquest dispositiu.



b) Calculeu el radi de l'òrbita que descriu un ió He+ si només hi actua el camp magnètic. La massa d'aquests ions és de 6,68×10^{-27}kg

a) $U = k\dfrac{q_-\cdot q_+}{r} \quad -9{,}76\cdot10^{-19} = 8{,}99\cdot10^{9}\cdot\dfrac{\left(-1{,}6\cdot10^{-19}\right)\cdot1{,}6\cdot10^{-19}}{r} \quad r = 2{,}36\cdot10^{-10}m = 0.236nm$

b) sobre el ió Na$^+$

$W_{ext} = qEd = 1{,}6\cdot10^{-19}\cdot50\cdot0{,}02 = -1{,}6\cdot10^{-19}J$

$W_{ext,total} = 9{,}76\cdot19^{-19} - 1{,}6\cdot10^{-19} = 8.16\cdot10^{-19}J$

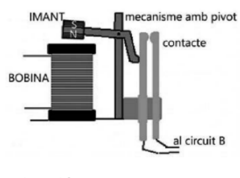
treball total és:

$W_{ext} = qEd = 1{,}6\cdot10^{-19}\cdot50\cdot0{,}02 = 1{,}6\cdot10^{-19}J$

$W_{ext,total} = 9{,}76\cdot19^{-19} + 1{,}6\cdot10^{-19} = 1{,}136\cdot10^{-18}J$

2017 Jun

La figura mostra l'esquema d'un relé. Quan circula un corrent elèctric per la bobina, l'extrem inferior de l'imant (nord) és atret per la bobina i el moviment es transmet per un pivot, de manera que es tanca el circuit B.



a) Especifiqueu clarament quin ha de ser el sentit del corrent elèctric a la bobina perquè s'activi el relé (i es tanqui el circuit B) i dibuixeu les línies del camp magnètic generat per la bobina en aquesta situació.

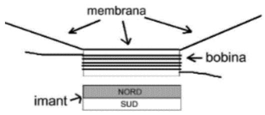
b) En unes proves observem que el mecanisme no fa prou força per a tancar el contacte. Indiqueu quin efecte tindria sobre el dispositiu cadascuna de les modificacions següents:

1) Augmentar la intensitat del corrent que circula per la bobina.
2) Situar un material ferromagnètic al nucli de la bobina.
3) Fer passar per la bobina un corrent altern en comptes d'un corrent continu.

A superfície superior de la bobina pol SUD per que atregui el pol NORD de l'imant. Vist des de dalt, el corrent girarà en sentit horari. Línies del camp magnètic cap a baix. B. Dues premeres augmenten la força. La tercera observaríem una vibració.

J2019B.

a) Un altaveu està format per un imant permanent en forma de disc i per una bobina per la qual circula un corrent elèctric. La bobina està unida a una membrana que participa dels moviments de la bobina.



— Com es mourà el conjunt bobina-membrana si fem circular un corrent continu per la bobina que, vist des de dalt, giri en sentit horari?

— Com es mourà el conjunt bobina-membrana si fem circular un corrent altern per la bobina? Justifiqueu les respostes explicitant en cada cas la direcció i el sentit del camp magnètic produït per la bobina.

b) Necessitem més força sobre la bobina i per a aconseguir-ho cal que generi un camp magnètic més intens. Justifiqueu quin efecte tindria cada una de les modificacions següents sobre la intensitat del camp magnètic produït per la bobina:

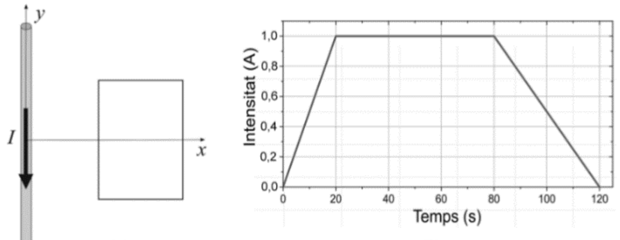
— Un augment del nombre de voltes de la bobina.

— Un augment de la intensitat del corrent elèctric.

El camp magnètic generat pel corrent que recorre la bobina estarà dirigit cap avall i com que dos pols nord encarats resultaran en una repulsió entre l'imant i la bobina, per tant la bobina (i la membrana adherida) pujaran. El conjunt vibrarà en la direcció vertical amb la mateixa freqüència del corrent altern.

b) Ambos augmentaran (de manera proporcional).

J2019. Una espira rectangular i conductora es troba a prop d'un fil conductor rectilini infinit pel qual circula una intensitat de corrent I cap avall, tal com es mostra en la figura a.



(a) (b)

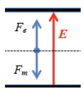
a) Representeu el sentit i la direcció del camp magnètic creat pel fil conductor en la regió plana delimitada per l'espira. Aquest camp magnètic és uniforme en la regió delimitada per l'espira? Justifiqueu la resposta.

b) El fil conductor i l'espira no es mouen, però la intensitat del corrent que circula pel conductor varia amb el temps, tal com indica la gràfica (figura b). Argumenteu si s'indueix o no corrent en l'espira en els intervals de temps següents: de 0 a 20 s, de 20 a 80 s i de 80 a 120 s. En quin d'aquests tres intervals de temps la intensitat del corrent induït és més gran? Justifiqueu la resposta.

Sol: a) Les línies de camp magnètic són perpendiculars al pla de l'espira i sentit cap en fora del paper.
No es uniforme, atès que el camp magnètic s'afebleix amb la distància.
b) - de 0 a 20s el corrent augmenta, hi haurà un corrent induït
- de 20 a 80 s el corrent roman constant, no hi haurà corrent induït
- de 80 a 120 s el corrent disminueix, hi haurà corrent induït
La força electromotriu és la derivada temporal del flux, per tant, com més ràpid variï el corrent, més gran serà la derivada temporal i més intens el corrent induït. En el tram de 0 a 20s el corrent augmenta a un ritme constant de 0,05 A/s, mentre que en el darrer tram de 80 a 120 disminueix a un ritme de 0,025 A/s. Com que el ritme és més gran en el primer tram, el corrent induït també serà més intens en el tram de 0 a 20 s.

2015. En un selector de velocitats, un protó es mou en la direcció *x* en una regió amb camps creuats, on E = 2,00 × 10^5 N/C j i B = 3,00 × 10^3 G k. a) Dibuixeu un esquema dels camps i també de les forces que actuen sobre el protó. Quina és la velocitat del protó si no es desvia de la seva trajectòria rectilínia? b) Mentre el protó es mou sense desviar-se interrompem el camp elèctric. Calculeu el radi de curvatura de la trajectòria del protó. Dades: 1 T = 10^4 G

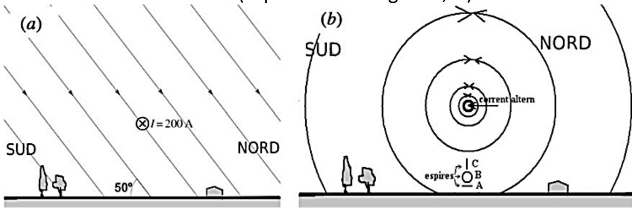
Càrrega protó = 1,60 × 10^{-19} C Massa protó = 1,67 × 10^{-27} kg



$B = 3,00\times10^3 G\times\frac{1T}{10^4 G} = 3,00\times10^{-1} T$ $\left.\begin{matrix}F_e = qE\\ F_m = qvB\end{matrix}\right\} v = \frac{E}{B}$ $v = \frac{2,00\times10^5}{3,00\times10^{-1}} = 6.67\times10^5 m/s = 667 km/s$

b) $\vec{F}_m = m\vec{a}$ $qvB = m\frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}$ $R = \frac{(1,67\times10^{-27})\times(6,67\times10^5)}{(1,60\times10^{-19})\times(3,00\times10^{-1})} = 2,30\times10^{-2} m = 2,30 cm$

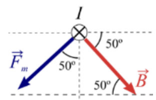
2021 S. Ens trobem en un indret en què el camp magnètic terrestre té una magnitud de 35µT i apunta cap al nord, però està inclinat 50° (cap avall) respecte a l'horitzontal (figura a). Per un cable d'una línia d'alta tensió situada en aquest indret hi circula un corrent de 200A d'intensitat. Aquest corrent circula d'est a oest (cap endins a la figura a, U).



a) Calculeu la força magnètica que actua sobre un tram de 100 metres del cable deguda al camp magnètic terrestre. Després, determineu-ne el mòdul i representeu-ne esquemàticament la direcció i el sentit. Justifiqueu la resposta.

b)El corrent que circula pel cable d'alta tensió és un corrent altern i genera un camp magnètic que contínuament canvia de sentit (vegeu la figura b). A sota del cable s'han situat tres espires conductores: una (A) és paral·lela a la superfície horitzontal del terreny, una altra (B) és paral·lela al pla del dibuix, i la tercera (C) està situada en el pla vertical que conté la direcció est-oest. En quina o quines de les espires el camp magnètic variable produït per la línia d'alta tensió induirà un corrent elèctric? Justifiqueu la resposta especificant les lleis o els principis físics en què us heu basat.

Nota: Considereu que el camp magnètic és uniforme en la regió on es troben les espires

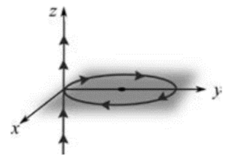


a) $F=|F|=I\cdot L\cdot|B|sin(90)$=200·100·35×$10^{-6}$=0,70N

b) En les espires A i B el camp magnètic és tangent a la superfície de manera que el flux és zero

A l'espira C el camp magnètic és perpendicular a la superfície: ϕ=B·$S\cdot cos(0)$=B·S; $\phi=\phi_{màx}\cdot cos(\omega t)$; $\varepsilon=-d\phi/dt=\varepsilon_{màx}\cdot sin(\omega t)$; $I=\varepsilon/R=I_{màx}\cdot sin(\omega t)$

2023 Un fil conductor molt llarg segueix l'eix z i transporta un corrent I = 2 A. Quan arriba a l'altura de z = 0 cm canvia de direcció i traça una circumferència en el pla XY, de radi R = 2,00 cm i centrada al punt (*0,R, 0*), i després continua per l'eix z. a) Calculeu el vector i el mòdul del camp magnètic total al centre de la circumferència, és a dir, al punt (*0,R, 0*) b) Podem girar a voluntat l'espira respecte a l'eix y. En quina direcció hem d'orientar-la per a obtenir el mòdul del camp magnètic mínim i el mòdul del camp magnètic màxim? Trobeu aquests dos valors del mòdul del camp magnètic i especifiqueu el pla on hi ha l'espira i el sentit de gir del corrent en cada cas.

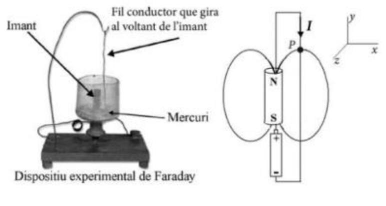


Dades: $B = \frac{\mu I}{2\pi r}$ $B = \frac{\mu I}{2 r}$

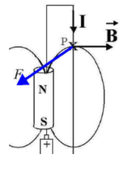
$\vec{B} = (-2,00\times10^{-5}\vec{\imath} - 2\pi\times10^{-5}\vec{k})\,T = (-2,0\,,-2\pi)\times10^{-5}\,T$ $B = \left(\sqrt{2^2+(2\pi)^2}\right)\times10^{-5} = 6,59\times10^{-5}\,T$

$\vec{B} = (-2,00\times10^{-5}\vec{\imath} - 2\pi\times10^{-5}\vec{\imath})\,T = -8,28\times10^{-5}\vec{\imath}\,T$ $B = 8,28\times10^{-5}\,T$

2017 J. De les dues imatges de sota, la figura de l'esquerra mostra un dels dispositius experimentals que Faraday va construir l'any 1821 i que es considera el primer motor elèctric. L'esquema de la dreta representa un circuit equiparable format per una pila, un imant i un conductor que gira al voltant de l'imant. També hi ha representada una línia de camp que té un vector de camp magnètic B perpendicular al fil en el punt P. ***a)***Representeu el vector de camp magnètic en el punt P. Indiqueu i justifiqueu el sentit de gir del fil. ***b)*** Calculeu el mòdul de la força magnètica que actua sobre 1cm del conductor centrat en el punt P, suposant que en aquest segment el camp és constant, amb el mòdul igual a 0,1T i la intensitat de corrent igual a 10 A.



Sol:



El vector camp magnètic és tangent a la línia de camp

$F = IlB\sin 90° = 0{,}01N$

2024S. L'experiment d'Oersted fet el 1820 (figura 1) consisteix en un fil conductor paral·lel a la component horitzontal del camp magnètic terrestre per on passa un corrent elèctric i una agulla magnètica just a sobre o a sota del fil. Oersted observà que l'orientació de l'agulla canviava si el fil connectat estava situat a sobre o a sota de l'agulla. En la figura 2 no sabem si el fil conductor Figura 1. Experiment d'Oersted. està situat per sobre o per sota de la brúixola. **a)** Representeu sobre l'agulla de la brúixola del dibuix b de la figura 2 els vectors del camp magnètic terrestre (B_{Terra}) i del camp magnètic generat pel fil (B_{fil}). Argumenteu si la brúixola del dibuix b de la figura 2 està situada a sobre o a sota del fil conductor en aquest cas.

b) En aquest muntatge experimental, la separació entre la brúixola i el fil és de 10 cm. Observem que l'agulla de la brúixola forma un angle de 45° amb la direcció del cor-rent elèctric quan circulen 20 A pel fil conductor. Calculeu la component horitzontal del camp magnètic terrestre (B_{Terra}).

Dades:

$B = \mu_o \cdot I/2\pi r$; $\mu_o = 4\pi \times 10^{-7}$ Tm A^{-1}

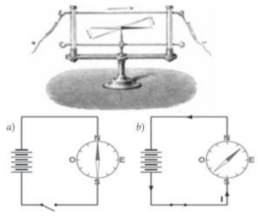
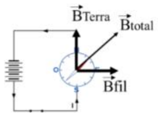


FIGURA 2. *a)* Circuit obert. *b)* Circuit tancat.

Sol:



b) $tg45° = 1 = \frac{B_{fil}}{B_{Terra}}$ $B_{Terra} = B_{fil}$.

$$B_{fil} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 20}{2\pi \cdot 0{,}1} = 4{,}0 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{T} = 40\mu\mathrm{T}$$

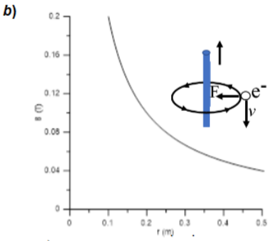
2024 J Un parallamps és una barra metàl·lica vertical que atrau i dirigeix grans descàrregues de corrent cap a terra. La gran majoria de llamps núvol-terra són negatius, és a dir, són transferències de càrrega negativa del núvol cap a terra. En el moment de la descàrrega es crea un camp magnètic al voltant del parallamps que podem equiparar al creat per un fil de corrent infinit. El corrent màxim que pot assumir un parallamps és d'uns 100 kA. a) Calculeu el camp magnètic màxim que pot crear el parallamps a una distància de 10 cm. Feu un dibuix esquemàtic del parallamps indicant el sentit del moviment dels electrons, la intensitat de corrent i tres línies de camp magnètic. Justifiqueu el sentit de les línies de camp. b) Representeu gràficament, en la quadrícula de sota, el mòdul d'aquest camp magnètic màxim en funció de la distància r al parallamps en l'interval següent: 10 cm ≤ r ≤ 50 cm. Suposem que hi ha un electró que en el moment de la descàrrega es troba a 10 cm del parallamps i que té una velocitat de 10^3 m/s paral·lela al parallamps i cap a terra. Calculeu el mòdul de la força que crea el camp magnètic sobre l'electró i justifiqueu-ne la direcció i el sentit.

Dades: $B = \mu_o \cdot I/2\pi r$; $\mu_o = 4\pi \times 10^{-7}$ Tm A^{-1} $|e| = 1{,}602 \times 10^{-19}$ C.

Sol:

a) $B_{max} = \frac{\mu_0 I_{max}}{2\pi r} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10^5}{2\pi \cdot 0{,}1} = 0{,}2$ T

b)



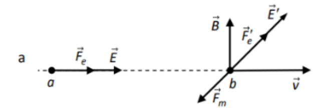
$|\vec{F}| = qvB = 1{,}602 \cdot 10^{-19} \cdot 10^3 \cdot 0{,}2 = 3{,}2 \cdot 10^{-17}\ N$

Sep 2011 Considera un campo magnético B → (uniforme) y un conductor rectilíneo indefinido por el que circula una corriente eléctrica I. Si el conductor está colocado perpendicularmente al campo magnético, dibuja en un esquema el campo B → , el conductor (indicando el sentido de la corriente) y la fuerza que ejerce el campo magnético sobre el conductor. Finalmente, calcula el módulo de la fuerza que ejerce el campo magnético sobre un trozo de conductor de longitud L. Datos: I= 5 A; B= 2 T; L= 0,2 m

Sol: F= 2N

Navarra: Una fuente de iones está produciendo iones de 6 Li (masa = 6,01 u) portando cada uno de ellos una carga neta de +e. Los iones son acelerados por una diferencia de potencial de 10,8 kV y pasan por una región en la que existe un campo magnético vertical de 1,22 T. Calcula la intensidad del campo eléctrico horizontal que debe generarse en la misma región para que los iones de 6 Li pasen sin desviarse. Dato: NA = 6,02·1023

Sol:



$M = 6{,}01\ g/mol \quad m = \frac{M}{N_A} = \frac{6{,}01\ g/mol}{6{,}02 \cdot 10^{23}\ iones/mol} = 9{,}98 \cdot 10^{-24}\ g/ion = 9{,}98 \cdot 10^{-27}$

$E_m = cte \Rightarrow E_m(a) = E_m(b) \Rightarrow E_p(a) = E_c(b) + E_p(b)$

$qV_a = ½mv^2 + qV_b \Rightarrow ½mv^2 = q(V_a - V_b)$

$v = \sqrt{\frac{2q(V_a - V_b)}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 1{,}6 \cdot 10^{-19} \times 10{,}8 \cdot 10^3}{9{,}98 \cdot 10^{-27}}} = 5{,}88 \cdot 10^5\ m/s$

$F'_e = F_m \Rightarrow |q|E' = |q|vB\sin 90 \Rightarrow E' = vB = 5{,}88 \cdot 10^5 \times 1{,}22 = \mathbf{7{,}18 \times 10^5\ N/C}$

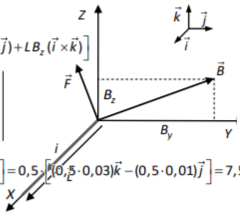
Navarra: Un alambre de 50 cm de longitud se encuentra en el eje OX y transporta una corriente de 0,50 A en el sentido positivo del eje. Existe un campo magnético cuyo valor en teslas está dado por B = 0,030j +0,010k Encuentra las componentes de la fuerza que actúa sobre el alambre.

Sol

$\vec{L} = L_x\vec{i} = L\vec{i} = 0{,}5\vec{i}\ m$

$\vec{F} = i\vec{L} \times \vec{B} = iL\vec{i} \times (B_y\vec{j} + B_z\vec{k}) = i\left[LB_y(\vec{i} \times \vec{j}) + LB_z(\vec{i} \times \vec{k})\right]$

$\vec{F} = i\vec{L} \times \vec{B} = i\begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ L_x & L_y & L_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} = i\begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ L_x & 0 & 0 \\ 0 & B_y & B_z \end{vmatrix}$



$\vec{F} = i\vec{L} \times \vec{B} = iL\vec{i} \times (B_y\vec{j} + B_z\vec{k}) = i\left[LB_y\vec{k} - LB_z\vec{j}\right] = 0{,}5 \cdot \left[(0{,}5 \cdot 0{,}03)\vec{k} - (0{,}5 \cdot 0{,}01)\vec{j}\right] = 7{,}5 \cdot 10^{-3}\vec{k} - 2{,}5 \cdot 10^{-3}\vec{j}$

$F_x = 0$; $F_y = -2{,}5 \times 10^{-3}$ N y $F_z = 7{,}5 \times 10^{-3}$ N

PAUS - Magnetisme 2 – Inducció $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta(B\cdot S\cdot Cos\ \varphi)}{\Delta t}$ ó $\varepsilon(t) = -\frac{d\Phi}{dt}$

Tipus A. Si varia el camp (ΔB)

2018 S. Tenim una espira quadrada de 5 cm de costat. Un camp magnètic en direcció perpendicular al pla de l'espira varia en funció del temps segons l'equació $B_z(t)= B_{0z}\cos(\omega t)$, en què $B_{0z}= 5{,}0\times10^{-6}$ T i $\omega= 6{,}0\times10^{8}$ *rad/s*.
a) Escriviu l'expressió del flux magnètic a través de l'espira en funció del temps i calculeu-ne el valor màxim. Indiqueu explícitament totes les unitats que intervenen en l'equació.
b) Escriviu l'expressió de la força electromotriu induïda a l'espira

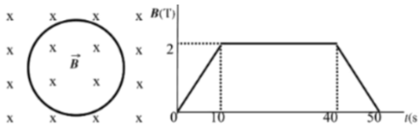
a) $\Phi = BA\cos\varphi \qquad \Phi(t) = B_{0_z}A\cos(\omega t)$

$\Phi(t) = 5\times10^{-6}\cos(6\times10^{8}t)\times2{,}5\times10^{-3} \qquad \Phi_{max} = 1{,}25\times10^{-8}\,Wb$

b) $\varepsilon(t) = -\frac{d\phi}{dt} = \omega B_{0_z}A\sin(\omega t) = 7{,}5V\sin\left(6\times10^{8}\frac{rad}{s}t\right)$

2011 Una espira de radi r= 25 cm està sotmesa a un camp magnètic que és perpendicular a la superfície que delimita l'espira i de sentit entrant. En la gràfica següent es mostra el valor de la inducció magnètica Ben funció del temps:
a)Expliqueu raonadament si circula corrent elèctric per l'espira en cadascun dels intervals de temps indicats i determineu-ne, si s'escau, el sentit de circulació. b)Calculeu la intensitat de corrent elèctric en cada interval de temps, si la resistència de l'espira és 5Ω.

Recordeu que la llei d'Ohm estableix que I=ΔV/R.



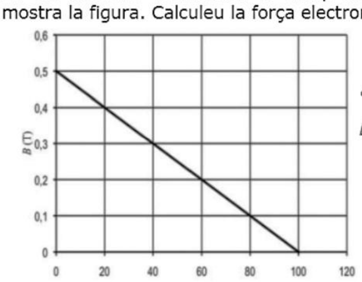
a) $0 \le t \le 10$, antihorari. $40 \le t \le 50$ horari.

b) $0 \le t \le 10 \Rightarrow \varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\pi r^2\frac{dB}{dt} = -3.93\times10^{-2}\,V$

$40 \le t \le 50 \Rightarrow \varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\pi r^2\frac{dB}{dt} = 3.93\times10^{-2}\,V \qquad |I| = \frac{|\varepsilon|}{R} = \frac{3.93\times10^{-2}}{5} = 7.85\times10^{-3}A$

97. (Catalunya 2013, sèrie 4) Una espira circular de 4,0 cm de radi es troba en repòs en un camp magnètic constant de 0,50 T que forma un angle de 60° respecte de la normal a l'espira.

a) Calculeu el flux magnètic que travessa l'espira. S'indueix una força electromotriu en l'espira dins el camp magnètic? Justifiqueu la resposta.
b) En un moment determinat el camp magnètic disminueix tal com mostra la figura. Calculeu la força electromotriu induïda en l'espira.



Solucions:

a) $\Phi = 1{,}3\times10^{-3}$ Wb, $\varepsilon = 0$;

b) $\varepsilon = 1{,}3\times10^{-2}$ V

a) $\Phi = \vec{B}\cdot\vec{S} = B\,S\cos(\alpha) = 0.5\,\pi\,0{,}04^2\cos(60°) = 1{,}3\cdot10^{-3}$ Wb

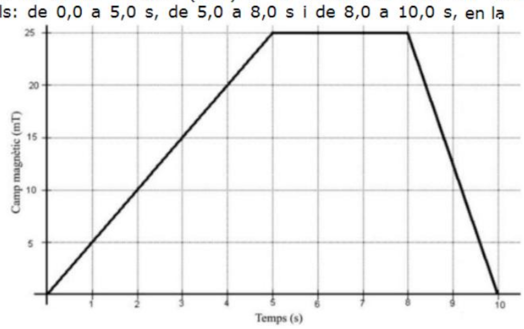
b) $B(t) = 0{,}5 - \frac{0{,}5}{100\cdot10^{-3}}\,t$

$\Phi(t) = \pi\,0{,}04^2\,(0{,}5 - \frac{0{,}5}{100\cdot10^{-3}}\,t)\cos(60°)$

$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = \pi\,0{,}04^2\cos(60°)\frac{0{,}5}{100\cdot10^{-3}} = 1{,}3\cdot10^{-2}$ V

96. (Catalunya 2013, sèrie 3) Un camp magnètic penetra perpendicularment en una bobina de 2 000 espires quadrades i 2,5 cm de costat. Aquest camp varia tal com mostra la figura següent:

a) Determineu l'equació que relaciona el flux magnètic que passa a través de la bobina amb el temps en dos dels intervals (de 0,0 a 5,0 s i de 5,0 a 8,0 s) que es veuen en la figura.
b) Calculeu la tensió induïda (FEM) a la bobina en cada un dels intervals: de 0,0 a 5,0 s, de 5,0 a 8,0 s i de 8,0 a 10,0 s, en la figura.



a) $s = 0.025^2 = 6{,}25\cdot10^{-4}\mathrm{m}^2$

$\Phi = \vec{B}\cdot\vec{S} = B\cdot S\cdot\cos 0 = B\cdot S$

$S = 2000\cdot s = 1{,}25\ \mathrm{m}^2$

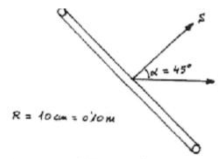
$B(t)_{t\in[0,5]} = \frac{25-0}{5-0}\cdot10^{-3}\cdot t\ \mathrm{T} \Rightarrow \Phi(t)_{t\in[0,5]} = 6{,}25\cdot10^{-3}\cdot t$ Wb

$B(t)_{t\in[5,8]} = 25\cdot10^{-3}$ T $\Rightarrow \Phi(t)_{t\in[5,8]} = 31{,}3\cdot10^{-3}$ Wb

b) $\varepsilon(t) = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dB}{dt}\cdot S \qquad \varepsilon(t)_{t\in[0,5]} = -6{,}3\cdot10^{-3}$ V $\qquad \varepsilon(t)_{t\in[5,8]} = 0$ V

1999 Un camp magnètic variable amb el temps, de mòdul B = 2 cos(300t) T, forma un angle de 45º amb el pla que conté una espira conductora circular de radi R = 10 cm. Calculeu la força electromotriu induïda en l'espira

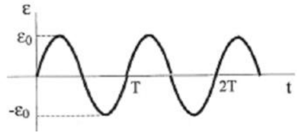
$\Phi = \vec{B}\cdot\vec{S} = B\cdot S\cdot\cos\alpha =$
$= B\cdot\pi R^2\cdot\cos\alpha =$
$= 2\cdot\cos(300\,t)\cdot\pi\,0{,}1^2\cos 45^0 =$
$= 0{,}044\cdot\cos(300\,t)$ (Wb si t en s)



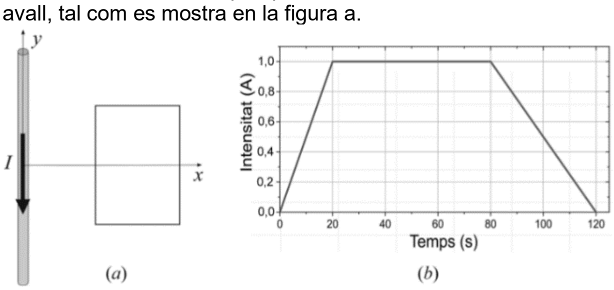
$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d[0{,}044\cdot\cos(300t)]}{dt} = 13{,}33\cdot\sin(300\,t)$

♦♦ El valor màxim de la força electromotriu és: $\varepsilon_{màxima} = \varepsilon_0 = 13{,}33$ V

$T = \frac{2\pi}{300} = \frac{\pi}{150}$ s $= 0{,}021$ s



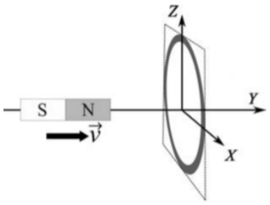
2019J Una espira rectangular i conductora es troba a prop d'un fil conductor rectilini infinit pel qual circula una intensitat de corrent I cap avall, tal com es mostra en la figura a.



a) Representeu el sentit i la direcció del camp magnètic creat pel fil conductor en la regió plana delimitada per l'espira. Aquest camp magnètic és uniforme en la regió delimitada per l'espira? Justifiqueu la resposta.
b) El fil conductor i l'espira no es mouen, però la intensitat del corrent que circula pel conductor varia amb el temps, tal com indica la gràfica (figura b). Argumenteu si s'indueix o no corrent en l'espira en els intervals de temps següents: de 0 a 20 s, de 20 a 80 s i de 80 a 120 s. En quin d'aquests tres intervals de temps la intensitat del corrent induït és més gran? Justifiqueu la resposta.

Línies de camp magnètic perpendiculars al pla de l'espira i sentit cap en fora del paper. No

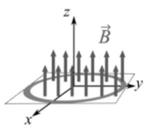
S2020. Un imant es mou amb una velocitat v en l'eix Y cap a una espira conductora en el pla XZ, com s'observa a la figura. Els pols de l'imant són els que s'indiquen en la figura.
a) Dibuixeu 8 línies de camp magnètic de l'imant de manera que algunes línies travessin l'espira. Indiqueu clarament el sentit de les línies de camp. S'indueix un corrent a l'espira a causa del moviment de l'imant? En cas afirmatiu, indiqueu el sentit del corrent induït. Justifiqueu la resposta.
b) Si ara movem l'imant en sentit oposat, de manera que s'allunya de l'espira, es produirà alguna força entre l'imant i l'espira? En cas afirmatiu, quin sentit tindrà aquesta força? Justifiqueu la resposta.



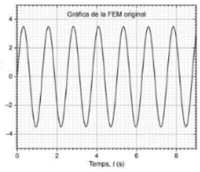
a) dibuixar línies de camp que surten del pol nord i van cap al pol sud.
Segons la llei de Faraday. L'imant s'acosta a la bobina, la intensitat del camp magnètic dins de la bobina augmenta i, per tant, també augmentarà el flux de camp magnètic a través de la bobina. Per tant s'induirà un corrent.
- Segons la llei de Lenz, el sentit del corrent induït serà tal que el camp magnètic induït s'oposarà a la variació del flux magnètic que el genera. El camp magnètic induït tindrà un sentit oposat al camp magnètic generat.
b) l'efecte del camp magnètic induït és aturar el moviment de l'imant, i com que ara l'imant s'allunya, la força haurà de ser atractiva.

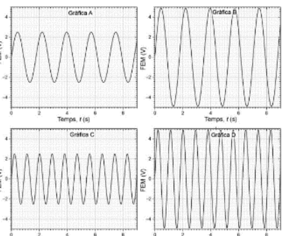
2021 J. Una espira conductora i circular de 25cm de radi descansa sobre el pla XY (centrada a l'origen de coordenades) i està sotmesa a un camp magnètic uniforme donat per l'ex-pressió $B(t) = 0{,}014 \cdot t^2\,\vec{k}$, on el temps està expressat en segons i el camp magnètic en tesles. **a)**Representeu les línies de camp magnètic a través de l'espira. S'indueix un corrent a l'espira? Justifiqueu la resposta. **b)** Determineu l'expressió del flux magnètic en funció del temps. Determineu el valor de la força electromotriu induïda. Indiqueu esquemàticament el sentit del corrent induït i justifiqueu la resposta.

Segons la Llei de Faraday, s'induirà una força electromotriu i per tant un corrent elèctric si el flux de camp magnètic varia. $\phi = B \cdot S = 2{,}75 \cdot 10^{-3}\, t^2$ $\varepsilon = d\phi/dt = 5{,}50 \times 10^{-3}t$
el sentit del corrent induït serà tal que el camp magnètic induït s'oposarà a la variació del flux magnètic.



2021J Un imant es desplaça horitzontalment, entrant i sortint d'una bobina plana (de N espires i secció S), seguint un moviment harmònic simple, que crea un camp magnètic perpendicular a la bobina i de mòdul $B(t) = B_0\cos(\omega t + \varphi_0)$.
a)Determineu el flux del camp magnètic a través d'una espira i la força electromotriu (FEM) en funció dels paràmetres B_0, ω, φ_0, N i S.
b)Si la bobina té una resistència R, determineu el corrent màxim que pot circular per la bobina en funció dels paràmetres B_0, ω, φ_0, N, S i R. Indiqueu quina de les gràfiques següents (de la A fins a la D) mostra correctament la FEM si es redueix la freqüència del moviment de l'imant. Justifiqueu la resposta.
Dada: En totes les gràfiques s'utilitza la mateixa escala.





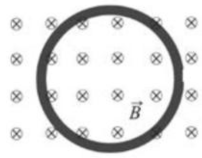
Sol: a) $\phi = BS = B_0 S\cos(\omega t + \varphi_0)$ $\varepsilon(t) = NSB_0\omega\sin(\omega t + \varphi_0)$ b) $I(t) = \varepsilon(t)/R = NSB_0\omega\sin(\omega t + \varphi_0)/R$; $I_{màx} = NSB_0\omega R$; *La gràfica correcta és la A ja que una reducció en la freqüència del moviment implica que l'amplitud disminueixi. si ω disminueix el període augmenta, es oscil·lacions s'allarguen*.

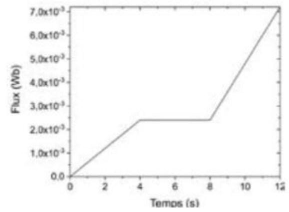
2020 Navarra Una espira conductora de 10 cm de radio se encuentra en una región del espacio donde existe un campo magnético de dirección paralela a la del eje de la espira y de módulo variable según la expresión
B = 5sen314t mT. Calcula la expresión de la fuerza electromotriz inducida (fem) y la fem al cabo de 5 s

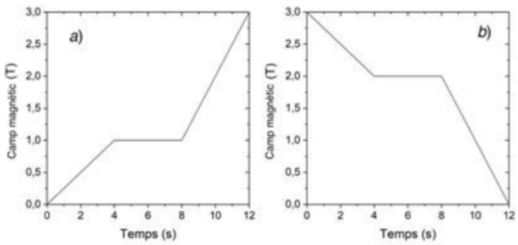
$$\Phi = \vec{B}\cdot\vec{S} = BS\cos\theta = 5\sin 314t \cdot \pi R^2 = \pi R^2 \cdot 5\sin 314t = 1{,}57\cdot 10^{-4}\sin(314t)\ Wb$$

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d}{dt}\left(1{,}57\cdot 10^{-4}\sin 314t\right) = \mathbf{-4{,}93\times 10^{-2}\cos 314t\ V} \quad \text{f.e.m. } 5\text{ s } \varepsilon(5s) = -4{,}93\cdot 10^{-2}\ V$$

2023. Una espira es troba fixa en una regió on hi ha un camp magnètic uniforme en direcció perpendicular al full i cap endins, tal com s'indica a la figura de l'esquerra. En la figura de la dreta es mostra la gràfica de la variació del flux que travessa l'espira en funció del temps. **a)** Determineu el sentit del corrent induït en l'interval de temps de 0 s a 4 s, en l'interval de 4 s a 8 s i en l'interval de 8 s a 12 s. Justifiqueu quina de les variacions de camp magnètic representades a sota (a o b) provoca la variació de flux. **b)** Calculeu la intensitat de corrent elèctric en cada interval de temps si la resistència de l'espira és de 5 mΩ.



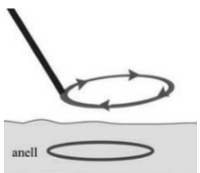


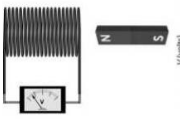


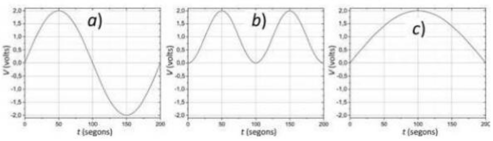
Sol: *De 0 a 4 s: antihorari. De 4 a 8: 0 de 8 a 12: antihorari.*
B augmenta →figura (a)

$$1^{o}\ \varepsilon = \frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = 6{,}00\times 10^{-4}\ \text{V} \quad I = \frac{\varepsilon}{R} = 0{,}12\ \text{A} \qquad 3^{o}\ \varepsilon = \frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = 1{,}20\times 10^{-3}\ \text{V} \quad I = \frac{\varepsilon}{R} = 0{,}24\ \text{A}$$

2024 J5 L'esquema bàsic d'un detector de metalls d'objectes soterrats és una espira de corrent per la qual es fa circular un corrent altern. El detector incorpora un sensor de camps magnètics que quan detecta un camp magnètic extern genera un senyal acústic. a) Representeu esquemàticament en el dibuix superior el camp magnètic creat per l'espira del detector de metalls en l'espai, incloent-hi la regió on es troba l'anell. Si el detector es troba immòbil damunt d'un anell conductor que està enterrat a la sorra, a partir de les lleis de la física, expliqueu com l'anell generarà un camp magnètic. Per què el detector de metalls no funcionaria si el corrent de l'espira del detector fos un corrent continu?
b) L'imant de la figura següent es mou horitzontalment seguint uns passos concrets: primer es mou cap a la bobina fins que el pol nord arriba al centre de la bobina. Seguidament, recula per tornar a la posició original. Durant el desplaçament de l'imant enregistrem l'evolució temporal de la tensió generada entre els extrems de la bobina. Quin dels tres gràfics que mostren l'evolució de la tensió en funció del temps (a, b o c) correspon a aquesta experiència? Justifiqueu la resposta. Expliqueu com canviaria la representació de V(t) si el desplaçament de l'imant es fes el doble de ràpid, és a dir, si es trigués la meitat de temps a realitzar el desplaçament complet de l'imant.







a: Atès que el corrent és altern, el camp magnètic que travessa l'espira és variable en el temps. Per tant el flux de camp magnètic a través de l'anell també serà variable, s'induirà una força electromotriu i per tant,
es generarà un corrent elèctric a través de l'anell. Si per l'anell circula un corrent, llavors es generarà un camp magnètic, que segons la llei de Lenz s'oposarà la cavi, Finalment, la diferència de camp magnètic degut al corrent induït que circula per l'anell serà detectat per l'aparell i generarà un senyal acústic degut. Si el corrent és continu, el camp magnètic i el són constants en el temps, i per tant no hi haurà força electromotriu induïda
b: Correspon a la gràfica (a), quan l'imant s'acosta a la bobina, el camp magnètic dins la bobina augmenta i això fa que s'indueixi una tensió que creix monòtonament. Quan l'imant es mou dins de la bobina el camp magnètic pràcticament no varia, de manera que la tensió disminueix fins fer-se nul·la quan l'imant s'atura. noteu que és l'únic on hi ha un canvi de polaritat de la tensió.

2020 Andalucía a) Un imán se encuentra sobre una mesa, con su polo sur orientado hacia arriba. Se deja caer sobre el imán una espira circular, dispuesta horizontalmente. Justifique el sentido de la corriente inducida en la espira, y realice un esquema (visto desde arriba) que represente la corriente inducida y los campos magnéticos implicados durante la caída (el del imán y el inducido en la espira).
b) Una bobina formada por 1000 espiras circulares de 0'025 m de radio se encuentra dentro de un campo magnético variable con el tiempo de módulo ***B(t)=1+0'5t-0,2t²*** (T). La dirección del campo forma ángulo de 30º con el plano de las espiras. Calcule: i) El flujo magnético parat2s. ii) La fuerza electromotriz inducida para t=2 s.

Campo aumenta, espira se opone generando intensidad en sentido horario

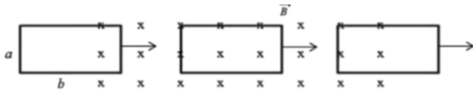
$$\text{i) } \Phi = \int \vec{B}\,d\vec{s} = (1 + 0'5t - 0'2t^2)\cdot\cos 60^{o}\int ds = (1 + 0'5t - 0'2t^2)\ ^{1} \qquad (1 + 0'5t - 0'2t^2)\cdot\frac{1}{2}\cdot\pi\cdot 0'025^2$$

$$\Phi_{total}(t=2) = 1000\cdot(1 + 0'5\cdot 2 - 0'2\cdot 2^2)\cdot\frac{1}{2}\cdot\pi\cdot 0'025^2 = 1'18\ \text{Webers}$$

$$\text{ii) } \varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{1000}{2}\pi\cdot 0'025^2(0'5 - 2\cdot 0'2\cdot t) \quad \varepsilon(t=2) = -\frac{1000}{2}\pi\cdot 0'025^2(0'5 - 2\cdot 0'2\cdot 2) = 0'29\ \text{V}$$

***Tipus B**. Si varia la superfície (ΔS)*

2109 S5 P4 Introduïm una espira metàl·lica rectangular de 5 Ω de resistència elèctrica en una regió de l'espai delimitada per un camp magnètic uniforme de 0,2 T perpendicular a la superfície de l'espira. Les dimensions de l'espira són a = 3 cm i b = 6 cm, i es mou a una velocitat de 2 m s^{-1}.
a) Digueu si circula corrent elèctric per l'espira en les tres situacions següents: en entrar al camp, quan hi està totalment immersa i en sortir-ne, i determineu en cada cas el sentit de circulació de la intensitat corresponent. Justifiqueu les respostes.
b) Calculeu la força electromotriu i la intensitat del corrent elèctric que es genera en cada cas.



a) - A l'entrar l'espira, el sentit de circulació del corrent serà antihorari
- En sortir del camp magnètic el sentit del corrent serà horari

b) $\varepsilon = \left|\frac{d\varphi}{dt}\right| = \frac{Bds}{dt} = Ba\frac{dx}{dt} = Bav = 0{,}2 \cdot 0{,}03 \cdot 2 = 0{,}012\ \text{V}$

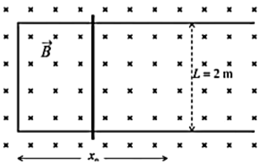
$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0{,}012}{5} = 2{,}4 \times 10^{-3}$ A (en entrar i en sortir del camp)

P4) Sobre una forca conductora com la de la figura adjunta, llisca una barra metàl·lica amb un moviment vibratori harmònic simple al voltant de la posició d'equilibri $x_0 = 1$ m, segons l'equació de moviment següent (totes les magnituds estan expressades en el sistema internacional, SI): $x(t) = x_0 - 0{,}3 \sin(32t)$

Tot el conjunt es troba dins un camp magnètic uniforme, perpendicular al pla de la forca i en el sentit d'entrada al pla del paper, de mòdul $B = 0{,}5$ T.

a) Quin valor té el flux de camp magnètic a través de la superfície compresa entre la barra metàl·lica i la part tancada de la forca en l'instant $t = 0$? Quina és l'expressió d'aquest flux en funció del temps?

b) Determineu la força electromotriu del corrent induït en funció del temps. Obteniu-ne el valor màxim.



a) $\Phi(t=0) = B\,\grave{A}rea(t=0) = B\,x_0\,L = 0{,}5\,\text{T} \times 1\text{m} \times 2\text{m} = 1\text{Wb}$

$\grave{A}rea(t) = L\,x(t) = L\,(x_0 - 0{,}3\sin(32t)) \Rightarrow$

$\Phi(t) = B\,L\,(x_0 - 0.3\sin(32t)) = 0{,}5 \times 2 \times (1 - 0{,}3\sin(32t))$ Wb

b) $\varepsilon = |\frac{d\Phi}{dt}| \boxed{0.2} = 0{,}5 \times 2 \times 0{,}3 \times 32\cos(32t) = 9{,}6\cos(32t)$ V $\quad \varepsilon_{màxim} = 9{,}6$ V

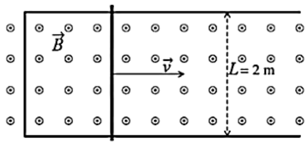
P4) Una vareta metàl·lica es desplaça a una velocitat constant $v = 6$ m/s sobre una forca conductora dins un camp magnètic uniforme, $\vec{B} = 0{,}25$ T, perpendicular al pla i en sentit sortint:

Si suposem que la resistència de la vareta és de 30 Ω i que la de la forca és negligible, calculeu:

a) La força electromotriu del corrent induït en el circuit i expliqueu raonadament el sentit de la circulació del corrent.

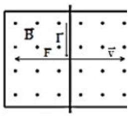
b) La intensitat del corrent que circula pel circuit i la força que cal fer sobre la vareta, en mòdul, direcció i sentit, per a mantenir la velocitat constant sobre la forca.

NOTA: Llei d'Ohm, $I = V/R$.



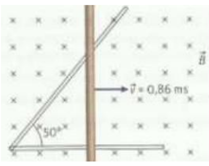
a) $\grave{A}rea = Lvt \quad \Phi = BLvt \quad \epsilon = |\frac{d\Phi}{dt}| = BLv = 3\text{V}$

b) $I = \frac{\epsilon}{R} = \frac{3\text{V}}{30\Omega} = 0{,}1\,\text{A}$



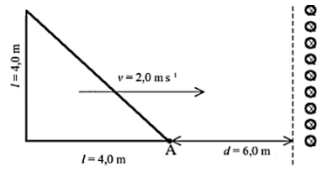
$\vec{F} = L\vec{I} \wedge \vec{B} \boxed{0.2} \Rightarrow |\vec{F}| = L\,I\,B = 0.05\,\text{N}$

2020 Navarra Una barra conductora vertical se mueve a velocidad constante v = 0,86 m/s sobre dos raíles fijos conductores que forman un ángulo de 50º entre sí. La posición inicial de la barra vertical es la del punto donde se unen los raíles. En la región hay un campo magnético uniforme cuya intensidad es B = 0,25 T dirigido hacia el interior de la página.
a) Determina el flujo magnético a través de la superficie cerrada por los raíles y barra en el instante t =1,5 s b) Determina la fem inducida en el circuito en t = 2 s



a): $\left.\begin{array}{r}\Phi = BS\\ S = ½\tan 50 \cdot x^2\\ x = vt\end{array}\right\} \Rightarrow \Phi = \frac{1}{2}\tan 50 B v^2 t^2 = \mathbf{0{,}258\ Wb}$ b): $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}\tan 50 B v^2 t^2\right) = -\tan 50 B v^2 t = \mathbf{-0{,}441\ V}$

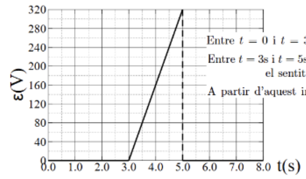
2013 P5) Una espira triangular de l = 4m de costat com la de la figura es troba inicialment (t=0,0) situada a una distància de 6,0 m d'una regió on hi ha un camp magnètic B perpendicular al pla del paper i cap endins.
a) Indiqueu l'expressió de la FEM induïda a l'espira quan aquesta s'endinsa a la regió on hi ha el camp magnètic. Determineu el valor de B sabent que, per a t=4s, la FEM induïda és *E*=160 V. **b**) Representeu gràficament la FEM induïda *E* = *E*(*t*) entre t = 0,0 t = 8,0 s Indiqueu en cada instant el sentit del corrent induït a l'espira.



costat horitzontal $d(t) = v(t - 3)$ l'àrea que s'endinsa $A(t) = \frac{1}{2}[v(t-3)]^2$

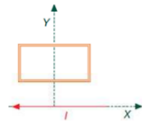
$\Phi(t) = \frac{1}{2}[v(t-3)]^2 B \quad \varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -v^2(t-3)B$

per t= 4s: 160 V $= |-2^2(4-3)B| \Rightarrow B = 40$ T

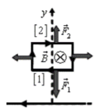


Entre $t = 0$ i $t = 3$s, nul·la.
Entre $t = 3$s i $t = 5$s augmenta linealment el sentit del corrent antihorari.
A partir d'aquest instant no es genera *fem*.

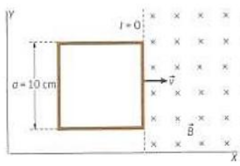
2010. Tenim una espira a prop d'un fil rectilini indefinit, com indica la figura
a) Justifiqueu si apareixerà un corrent induït en l'espira si — la movem en la direcció x; — la movem en la direcció y.
b) Dibuixeu el camp magnètic creat pel fil rectilini indefinit i la força que actua sobre cada costat de l'espira, quan hi circula un corrent elèctric en sentit horari. De les dues forces que actuen sobre els dos costats paral·lels al fil rectilini indefinit, quina és la més gran? Justifiqueu la resposta.



a) a movem en la direcció y: s'induirà un corrent a l'espira, ja que el flux magnètic a través seu variarà
b) F1 > F2



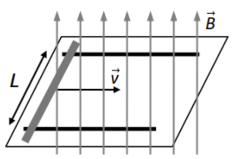
2020 Navarra Una espira cuadrada de 4 vueltas y lado a = 10 cm se encuentra inicialmente en la posición que se ve en la figura, en el límite de una región en la que hay un campo magnético de 0,25 T perpendicular al plano de la espira y hacia el interior de la página. En el instante t = 0, la espira comienza a moverse con velocidad constante v. Si aparece una corriente I = 1,0·10^{-5} A en la espira durante un intervalo de tiempo de 4,0 s, ¿cuál es la velocidad de la espira? ¿y su resistencia?



$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = 0$ al ser $\Phi = cte \quad \left.\begin{array}{l}\Delta x = vt\\ \Delta x = a\end{array}\right\} \Rightarrow v = \frac{\Delta x}{t} = \frac{a}{t} = \frac{10}{4} = \mathbf{2{,}5\ cm/s}$

2º: $S = a\Delta x = avt \quad \left.\begin{array}{r}\Phi = \vec{B}\cdot\vec{S} = BS\cos 0 = Bavt\\ \varepsilon = -N\,d\Phi/dt\end{array}\right\} \Rightarrow \varepsilon = -N\frac{d}{dt}(+Bavt) = -NBav = -2{,}5\cdot 10^{-3}\,V \quad i = \frac{|\varepsilon|}{\cancel{R}+r} = \frac{|\varepsilon|}{r} \Rightarrow r = \frac{|\varepsilon|}{i} = \mathbf{250\ \Omega}$

2020 Navarra Un alambre de 1 m de longitud desliza sin rozamiento por dos guías metálicas paralelas (ver figura 1) en el interior de un campo magnético de 1 T. Si la velocidad de desplazamiento del alambre es de 1 m/s y el campo magnético perpendicular al mismo, determina:
a) La diferencia de potencial eléctrico entre los extremos del alambre.
b) La intensidad que circulará por el alambre si se "cierra" el circuito con una resistencia de 1 Ω. (Se considera que la resistencia del alambre y de las guías es despreciable) c) La fuerza electromotriz inducida y su sentido.
d) La potencia disipada en la resistencia.
e) La fuerza que se debe ejercer sobre la espira para mantener la velocidad constante antes y después de cerrar el circuito.
f) La potencia suministrada al circuito por el agente que ejerce la fuerza sobre el alambre.

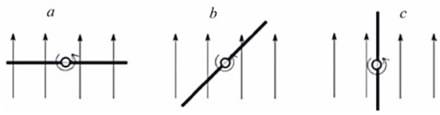


a) $\left.\begin{array}{r}F_e = |q|E \text{ y } F_e = F_m\\ F_m = |q|vB\text{sen}90\end{array}\right\} \Rightarrow E = vB\sin 90 = 1N/C \quad \left.\begin{array}{r}E = \Delta V/d\\ d = L\end{array}\right\} \Rightarrow \Delta V = EL = 1N/C \times 1m \Rightarrow \mathbf{\Delta V = 1\,V}$ **b)** $i = \frac{\Delta V}{R} = \frac{1V}{1\Omega} = \mathbf{1\,A}$

c) $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -(-BLv) = BLv = \mathbf{1\,V}$ **d)** $P = \Delta V\,i = \mathbf{1\,W}$ **e)** $\vec{F}_m = i\vec{L}\times\vec{B} = iLB\text{sen}90 = \mathbf{1N}$ **f)** $F_{ext} = F_m = \mathbf{1N} \quad P = F_{ext}\cdot v = \mathbf{1W}$

Tipus C. Si varia l'angle ($\Delta\varphi$)

2018J. Un generador molt simplificat consta d'una espira circular de 5,00cm de radi, situada en un lloc on el camp magnètic és de 60mT, que gira al voltant del seu eix a 300 revolucions per minut. La figura mostra una vista de la situació en cadascun dels tres moments a, b i c. L'espira ha girat 45° entre cada situació i la següent.
a) Calculeu el flux magnètic en les situacions a, b i c.
b) En quin dels tres instants la força electromotriu induïda en l'espira és zero? Calculeu la força electromotriu induïda en l'espira en cadascun dels altres dos instants.



a) $\phi = BA\cos\theta \quad A = \pi R^2 = \pi\times(0{,}05)^2 = 7{,}85\times10^{-3}m^2$

$\phi_a = 60\times10^{-3}\times7{,}85\times10^{-3}\times\cos0° = 4{,}71\times10^{-4}\,Wb$

$\phi_b = 60\times10^{-3}\times7{,}85\times10^{-3}\times\cos45° = 3{,}33\times10^{-4}\,Wb$

$\phi_c = 60\times10^{-3}\times7{,}85\times10^{-3}\times\cos90° = 0$

b) $\varepsilon = -\dfrac{d\phi}{dt} = NBA\omega\sin\theta$

$\omega = 300\dfrac{rev}{\min}\times\dfrac{2\pi rad}{1rev}\times\dfrac{1\min}{60s} = 10\pi \ rad\,s^{-1}$

$\varepsilon_b = 60\times10^{-3}\times7{,}85\times10^{-3}\times10\pi\times\sin45° = 0{,}0105V$

$\varepsilon_c = 60\times10^{-3}\times7{,}85\times10^{-3}\times10\pi\times\sin90° = 0{,}0148V$

2018 Sep. Tenim una espira quadrada de 5 cm de costat. Un camp magnètic en direcció perpendicular al pla de l'espira varia en funció del temps segons l'equació: $B_z(t)=B_{0z}\cos(\omega t)$, en què $B_{0z}=5{,}0\times10^{-6}$T i $\omega=6{,}0\times10^{8}$ rad·s^{-1}.
a) Escriviu l'expressió del flux magnètic a través de l'espira en funció del temps i calculeu-ne el valor màxim. Indiqueu explícitament totes les unitats que intervenen en l'equació.
b) Escriviu l'expressió de la força electromotriu induïda a l'espira.

$\Phi(t) = B_{0_z}A\cos(\omega t) \quad A = 0{,}05\times0{,}05 = 2{,}5\times10^{-3}m^2 \quad \cos\varphi = \cos0° = 1$

$\Phi(t) = 5\times10^{-6}\cos(6\times10^8 t)\times2{,}5\times10^{-3} = 1{,}25\times10^{-8}Wb\cos\left(6\times10^8\dfrac{rad}{s}t\right)$

$\Phi_{\max} = 1{,}25\times10^{-8}Wb$

b) $\varepsilon(t) = -\dfrac{d\phi}{dt} = \omega B_{0_z}A\sin(\omega t) = 7{,}5V\sin\left(6\times10^8\dfrac{rad}{s}t\right)$

2021 Una bobina rectangular de 2,0 cm × 1,5 cm té 300 espires i gira en una regió de l'espai on hi ha un camp magnètic uniforme de 0,4 T. a) Escriviu l'equació de la força electromotriu induïda en funció del temps si la bobina gira a 60 rev/min.
b) Si la bobina té una resistència R = 1,0 Ω, quin corrent màxim pot circular per la bobina?

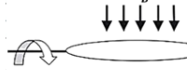
$$\begin{cases} A = 0{,}02\cdot0{,}015 = 3\times10^{-4}m^2 \\ \omega = 60\dfrac{revol.}{\min}\times\dfrac{2\pi rad}{1revol.}\times\dfrac{1\min}{60s.} = 2\pi\ rad/s \end{cases}$$

$\phi = BA\cos\theta = BA\cos\omega t$

$\varepsilon = -N\dfrac{d\phi}{dt} = -N\omega BA\sin\omega t = 0{,}226V\sin\left(2\pi\dfrac{rad}{s}\cdot t\right)$

b) $I = \dfrac{\varepsilon}{R} = \dfrac{0{,}226\cdot\sin(2\pi t)}{1{,}0} = 0{,}226A\sin(2\pi t) \quad I_{\max} = 0{,}226A$

2015.S. En una zona de l'espai hi ha un camp magnètic uniforme de 0,40 T. En aquesta regió hi ha una espira circular de 200 cm^2 d'àrea que gira a 191 rpm, tal com indica la figura. a) Si en l'instant inicial el camp magnètic és perpendicular al pla de l'espira, expresseu l'equació del flux magnètic que travessa l'espira en funció del temps.
b) Quina és la força electromotriu màxima generada per l'espira?



$\cos(\omega t+\delta)=1 \Rightarrow \omega t+\delta=0 \Rightarrow \delta=0 \quad \phi(t)=BA\cos(\omega t)$

$A = 2\times10^2cm^2 = 2{,}0\times10^{-2}m^2$

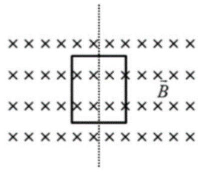
$\omega = 191\dfrac{revol}{\min}\times\dfrac{2\pi rad}{1revol}\times\dfrac{1\min}{60s} = 20{,}0rad/s$

$\phi(t) = 8\times10^{-3}(Wb)\cos(20t)$ ó $\phi(t) = 8\times10^{-3}\cos(20t)\ Wb$

b) $\varepsilon = -\dfrac{d\phi(t)}{dt} \quad \varepsilon(t) = -(-BA\omega\sin\omega t) = BA\omega\sin\omega t$

$\varepsilon_{\max} = BA\omega = 0{,}40\times2{,}0\times10^{-2}\times20{,}0 = 0.16V$

2018 Jun.- Una bobina que està formada per 200 espires quadrades de 4,00 cm de costat es troba en una regió de l'espai on hi ha un camp magnètic uniforme, tal com es veu a la figura, i gira sobre ella mateixa per la línia de punts. El camp magnètic és uniforme i perpendicular a l'eix de gir de la bobina, de valor $1{,}25\times10^{-2}$T.
a) Escriviu l'equació de la força electromotriu que es generarà a la bobina quan giri a un ritme constant de 10 voltes cada segon. Considereu que, en el temps inicial igual a zero, els vectors superfície i camp magnètic són paral·lels. Calculeu, per a t=1,28s, el valor de la força electromotriu a la bobina.
b) Representeu la força electromotriu en funció del temps per a dos períodes sencers i determineu-ne el valor màxim i eficaç que es generarà a la bobina.



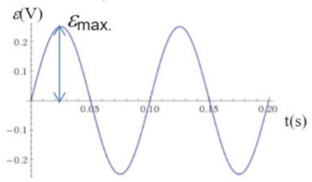
$\phi = BA\cos\theta = BA\cos(\omega t) \qquad \omega = 2\pi\,rad$

$\varepsilon = -N\dfrac{d\phi}{dt} = NBA\omega\sin(\omega t) \quad = 200\times1{,}25\times10^{-2}\times16\times10^{-4}\times20\pi\times\sin(20\pi t)$

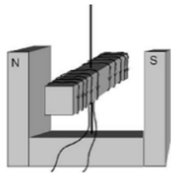
$\varepsilon(t=1{,}28s) = 0{,}247V$

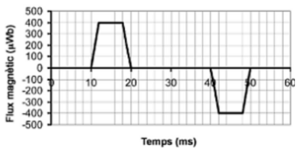
$\varepsilon_{\max} = 0{,}251\,V$

$\varepsilon_{ef} = \dfrac{\varepsilon_{\max}}{\sqrt{2}} = 0{,}177\,V$



2011 En la figura es mostra un dispositiu format per una barra de ferro que pot girar lliurement al voltant d'un eix vertical entre els pols d'un imant permanent de ferradura. Un fil elèctric aïllat envolta la barra.
a) Fem circular un corrent continu pel fil elèctric en el sentit indicat en la figura. Dibuixeu les línies del camp magnètic generat per l'electroimant i expliqueu raonadament com es mourà la barra.
b) Si fem girar la barra sense fer circular cap corrent elèctric, tenim un generador. En la gràfica es mostra la variació del flux magnètic (Φ) a través de la bobina en funció del temps quan la barra gira. Expliqueu raonadament en quins moments hi ha força electromotriu (FEM) induïda en les espires.





a) Les línies de camp magnètic entran pel pol Sud i surten pel pol Nord, l'electroimà girarà segons les agulles del rellotge.

b) $\varepsilon = -\dfrac{d\Phi}{dt} \quad 10 \le t \le 12;\ 18 \le t \le 20;\ 40 \le t \le 42$ i $48 \le t \le 50$ ms.

2020 Navarra Una bobina de 15 espiras circulares de 6,0 cm de radio se encuentra situada en una región del espacio en la que hay un campo magnético uniforme y constante de 0,20 T. Inicialmente el plano de las espiras es perpendicular al campo magnético. En t = 0 la bobina comienza a rotar uniformemente con respecto a uno de sus diámetros, de manera que el periodo de rotación es de 3,0 s. Calcula la fem inducida en la bobina en el instante t = 2,0 s.

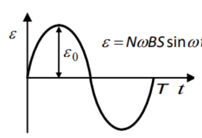
$\Phi = \vec{B}\cdot\vec{S} = BS\cos\theta = B\pi R^2\cos\theta = B\pi R^2\cos\dfrac{2\pi}{T}t \quad \varepsilon = -N\dfrac{d\Phi}{dt} = -N\dfrac{d}{dt}\left(B\pi R^2\cos\dfrac{2\pi}{T}t\right) = \dfrac{2\pi^2R^2NB}{T}\sin\dfrac{2\pi}{T}t = 2\pi^2\sin\dfrac{4\pi}{3} = $ **-61,5 mV**

2020 Navarra Una espira conductora de 10 cm de radio se encuentra en una región del espacio donde existe un campo magnético de dirección paralela a la del eje de la espira y de módulo variable según la expresión B = 5sen314t mT. Calcula la expresión de la fuerza electromotriz inducida (fem) y la fem al cabo de 5 s

$\Phi = \vec{B}\cdot\vec{S} = BS\cos\theta = 5\sin314t\cdot\pi R^2 = \pi R^2\cdot5\sin314t = 1{,}57\cdot10^{-4}\sin(314t)\ Wb$

$\varepsilon = -\dfrac{d\Phi}{dt} = -\dfrac{d}{dt}\left(1{,}57\cdot10^{-4}\sin314t\right) = \mathbf{-4{,}93\times10^{-2}\cos314t\ V}$ f.e.m. 5 s $\varepsilon(5s) = -4{,}93\cdot10^{-2}\ V$

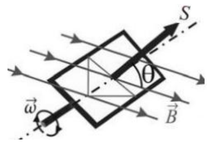
2020 Navarra Una bobina formada por 300 espiras cuadradas de 9 cm de lado gira uniformemente a razón de 3.000 vueltas/minuto en un campo magnético uniforme de valor 0,2 T. Halla: (J03) a) La expresión de la fuerza electromotriz inducida. b) Representarla gráficamente indicando sus valores máximo y eficaz



$\varepsilon = N\omega BS\sin\omega t = 300\times100\pi\times0{,}2\times8{,}1\cdot10^{-3}\sin100\pi t = \mathbf{153\sin100\pi t\ V}$

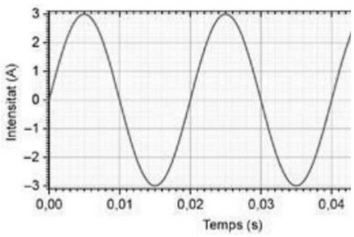
$\boldsymbol{\varepsilon_0} = N\omega BS = \mathbf{153\ V} \quad \boldsymbol{\varepsilon_{ef}} = \dfrac{\varepsilon_0}{\sqrt{2}} = \dfrac{153}{\sqrt{2}} = \mathbf{108\ V}$

2021 *Sept* Un alternador consisteix en una bobina de 100 espires rectangulars. Les dimensions dels costats llarg i curt de la bobina són 2,0 cm i 1,6 cm, respectivament. La bobina gira amb una freqüència de 60 voltes per segon dins d'un camp magnètic uniforme de magnitud B = 0,1 T. L'orientació relativa entre el camp magnètic i la bobina ve donada per l'angle θ que formen el camp magnètic i el vector S perpendicular al pla que conté la bobina.
a) Determineu el valor del flux del camp magnètic a través d'una espira de la bobina quan el camp magnètic és perpendicular a la superfície de l'espira (angle θ = 0 rad) i per a una orientació qualsevol (indiqueu el resultat en funció de l'angle θ). b) A partir del flux del camp magnètic a través de la bobina, determineu l'evolució de la força electromotriu en funció del temps, suposant que inicialment l'angle θ és igual a 0 rad. Calculeu el valor màxim de la força electromotriu induïda en la bobina.



a) $\phi=\vec{B}\cdot\vec{S}$ =B $\cdot S\cdot cos(0) = 3{,}20\times 10^{-5}$ Wb $\phi=\vec{B}\cdot\vec{S}$ =B $\cdot S\cdot cos(\theta) = 3{,}20\times10^{-5}\, cos(\theta)$ Wb
b) $\theta=\omega t = 120\pi\, t$ rad ϕ=N $\cdot \vec{B}\cdot\vec{S} = 100\cdot 3{,}20\times10^{-5}\, cos(120\pi\, t) = 3{,}20\times10^{-3}\, cos(120\pi\, t)$ Wb
$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = 120\pi\cdot 3{,}20\times10^{-3} sin(120\pi t)$ $\varepsilon = 1{,}21\, sin(120\pi t)$ V $\varepsilon_{màx} = 1{,}21$ V

2022 Considereu un petit generador elèctric domèstic que està format per una bobina que pot girar tallant les línies de camp magnètic d'un imant fix. Aquest generador produeix el corrent altern representat en el gràfic següent: a) A partir del gràfic, deduïu la freqüència de gir de la bobina (en Hz) i el valor de la intensitat màxima $I_{màx}$. Escriviu la funció I(t) que descriu la relació entre la intensitat i el temps que mostra el gràfic. b) Per a poder connectar electrodomèstics a aquest generador elèctric, disposem d'un transformador. Connectem aquest corrent altern al primari d'un transformador. La bobina del primari del transformador té 124 voltes. Calculeu el nombre de voltes que són necessàries a la bobina del secundari per a obtenir una FEM eficaç (ε_{ef}) de 220 V. Suposeu que es tracta d'un transformador ideal. Es tracta d'un transformador elevador o reductor?



$$f=\frac{1}{T}=\frac{1}{0.02}=50\text{ Hz}\quad I(t)=I_{\max}\cdot\sin(2\pi f t)=3\sin(100\pi t)\ (\text{A})$$
$$\frac{V_s}{V_p}=\frac{N_s}{N_p}\qquad N_s=N_p\times\frac{V_s}{V_p}=N_p\times\frac{220}{124}\approx N_p\times 1.77$$

Andalucía 2020. a) Un solenoide de N espiras se encuentra inmerso en un campo magnético variable con el tiempo. El eje del solenoide forma un ángulo de 45 con el campo. Razone, apoyándose de un esquema, qué ocurriría con la fuerza electromotriz inducida si: i) el número de espiras fuera el doble. ii) El ángulo entre el eje y el campo fuera el doble del inicial.
b) Una espira cuadrada penetra en un campo magnético uniforme de 2 T, perpendicular al plano de la espira. Mientras entra, la superficie de la espira afectada por el campo magnético aumenta según la expresión S(1)=0'25t·m². i) Realice un esquema que muestre el sentido de la corriente inducida en la espira y los campos magnéticos implicados (externo e inducido), ii) Calcule razonadamente la fuerza electromotriz inducida en la espira.

$\varepsilon_{ind} = -\frac{d\Phi}{dt} = -N\cdot S\cdot\cos\alpha\cdot\frac{dB}{dt}$ directamente proporcional a N Si el ángulo se duplica, $\varepsilon_{ind} = -N\cdot S\cdot\cos 90^o\cdot\frac{dB}{dt} = 0$
ii) $\varepsilon_{ind} = -\frac{d\Phi}{dt} = -B\cdot\cos\alpha\cdot\frac{dS}{dt} = -2\cdot\cos 0^o\cdot 0'25 = -0'5$ V sentido horario mirada desde arriba,

Andalucía 2020 a) Razone la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones: i) En una espira se inducirá una corriente eléctrica siempre que exista un flujo magnético que la atraviese. ii) En una espira que se encuentra dentro de un campo magnético variable con el tiempo es posible que no se genere una corriente inducida. b) Una espira circular de 0'03 m de radio, dentro de un campo magnético constante y uniforme de 2 T, gira con una velocidad angular deπ rad·s^{-1} respecto a un eje que pasa por uno de sus diámetros. Inicialmente el campo magnético es perpendicular al plano de la espira. Calcule razonadamente: i) La fuerza electromotriz inducida para 1=0'5 s. ii) La resistencia eléctrica de la espira, sabiendo que por ella circula, para t=0'5 s, una intensidad de corriente de 3·10^{-3} A.

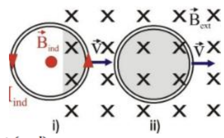
a) i) falsa. ii) verdadera. b) i) $\Phi = \int \vec{B}\cdot d\vec{s} = B\cdot\cos\omega t\int ds = B\cdot S\cdot\cos\omega t = 2\cdot\pi R^2\cdot\cos\pi t$
b) $\varepsilon_{ind} = 2\pi^2\cdot 0'03^2\,\text{sen}\,\pi t$ $\varepsilon(0'5) = 0'0177$ V ii) $\varepsilon = I\cdot R \Rightarrow R = 5'9$ Ohmios

- Una espira conductora está girando con un periodo de giro de 4,0 s en una región donde hay un campo magnético constante, produciéndose una fuerza electromotriz máxima en la espira de 5,2 V.
Si se reduce el periodo de giro de la espira hasta 3 s, calcula cuánto valdrá ahora la fuerza electromotriz máxima inducida en la espira.

$$|\varepsilon|_1 = B\cdot\pi\cdot R^2\cdot\frac{2\pi}{T_1}\cdot\text{sen}\left(\frac{2\pi}{T_1}\cdot t\right)\rightarrow|\varepsilon|_{1\,máx} = B\cdot\pi\cdot R^2\cdot\frac{2\pi}{T_1}$$
$$|\varepsilon|_2 = B\cdot\pi\cdot R^2\cdot\frac{2\pi}{T_2}\cdot\text{sen}\left(\frac{2\pi}{T_2}\cdot t\right)\rightarrow|\varepsilon|_{2\,máx} = B\cdot\pi\cdot R^2\cdot\frac{2\pi}{T_2}$$
$$\frac{|\varepsilon|_{2\,máx}}{|\varepsilon|_{1\,máx}} = \frac{\cancel{B\cdot\pi\cdot R^2}\cdot\frac{\cancel{2\pi}}{T_2}}{\cancel{B\cdot\pi\cdot R^2}\cdot\frac{\cancel{2\pi}}{T_1}} = \frac{T_1}{T_2}\rightarrow|\varepsilon|_{2\,máx} = \frac{T_1}{T_2}\cdot|\varepsilon|_{1\,máx} = \frac{4\text{ s}}{3\text{ s}}\cdot 5{,}2\text{ V} = 6{,}9\hat{3}\text{ V}$$

2021 B.1. a) Una espira circular situada en el plano XY, y que se desplaza por ese plano en ausencia de campo magnético, entra en una región en la que existe un campo magnético constante y uniforme dirigido en el sentido negativo del eje OZ. i) Justifique, ayudándose de esquemas, si en algún momento durante dicho desplazamiento cambiará el flujo magnético en la espira. ii) Justifique, ayudándose de un esquema, si en algún momento se inducirá corriente en la espira y cuál será su sentido. b) Una espira circular de 5 cm de radio gira alrededor de uno de sus diámetros con una velocidad angular igual a π rad·s-1 en una región del espacio en la que existe un campo magnético uniforme de módulo igual a 10 T, perpendicular al eje de giro. Sabiendo que en el instante inicial el flujo es máximo: i) Calcule razonadamente, ayudándose de un esquema, la expresión del flujo magnético en función del tiempo. ii) Calcule razonadamente el valor de la fuerza electromotriz inducida en el instante t = 50 s.

sentido de la corriente inducida es antihorario (visto desde arriba), como aparece en el dibujo. Un vez la espira está completamente dentro del campo magnético, el flujo se mantiene constante y no se produce corriente inducida en la espira



b) i) (MCU), $\alpha = \alpha_0 + \omega\cdot t$. $cos\alpha_0 = 1 \rightarrow \alpha_0 = 0^o$ $\alpha = \omega\cdot t = \pi\cdot t\ (rad)$
$\phi_m = B\cdot S\cdot cos\alpha = 10\,T\cdot 7{,}85\cdot 10^{-3}m^2\cdot\cos(\pi t) = 7{,}85\cdot 10^{-2}m^2\cdot\cos(\pi t)$ (Wb)
ii) $\varepsilon = -\frac{d\Phi_m}{dt} = 7{,}85\cdot 10^{-2}\cdot\pi\cdot\text{sen}(\pi t)\ (V)$ Para t = 50 s, $\varepsilon(50s) = 7{,}85\cdot 10^{-2}\cdot\pi\cdot\text{sen}(50\pi) = 0\,V$

2002 Una espira rectangular està sotmesa a l'acció d'un camp magnètic uniforme, com indiquen les fletxes de la figura. Raoneu si l'amperímetre A marcarà pas de corrent: a) si es fa girar l'espira al voltant de la línia de punts horitzontal (L1).b) si es fa girar l'espira al voltant de la línia de punts vertical(L2).