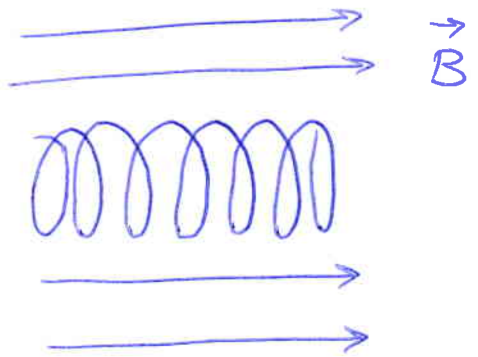
PROBLEMAS RESUELTOS DE CAMPO MAGNÉTICO

① Datos: $N = 100$ espiras, $r = 5$ cm, $B = 0'5 + 0'2 \cdot t^2$ T, $R = 0'5\ \Omega$, ¿I?, $t = 10$ s.

Dibujo:



Principio físico: ley de Faraday-Lenz: la corriente inducida en un circuito es originada por la variación del flujo magnético que atraviesa dicho circuito. Su sentido es tal que se opone a dicha variación.

Método de resolución: usaremos la ley de Faraday-Lenz y la ley de Ohm.

Resolución:

$$\Phi = N \cdot B \cdot S \cdot \cos\alpha \qquad S = \pi \cdot r^2$$

$$\Phi = N \cdot B \cdot S \cdot \cos\alpha = N \cdot B \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \cos\alpha =$$

$$= 100 \cdot (0'5 + 0'2 \cdot t^2) \cdot \pi \cdot 0'05^2 \cdot \cos 0^\circ =$$

$$= 0'393 + 0'157 \cdot t^2 \ \text{Wb} \quad (1)$$

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -2 \cdot 0{,}157 \cdot t = -0{,}314 \cdot t \quad V$$

Para $t = 10$ s: $\varepsilon = -3{,}14$ V

$V = I \cdot R$ o bien: $\varepsilon = I \cdot R \Rightarrow$

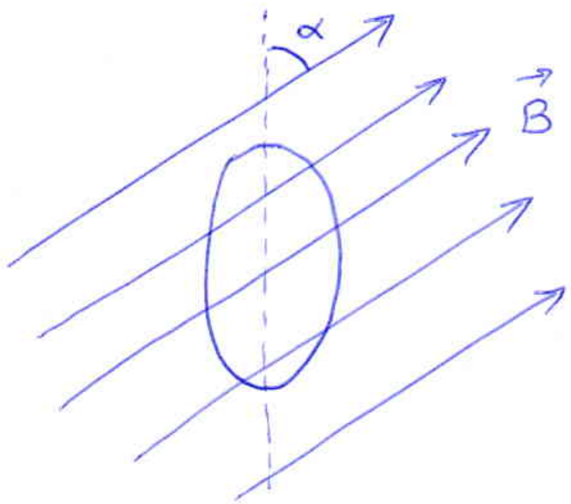
$$\Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{-3{,}14}{0{,}5} = \boxed{-6{,}28 \text{ A}}$$

Comentario: para que exista f.e.m. inducida, debe haber un cambio en B, en S o en α.

(2) Datos: $B = 2 \cdot \text{sen}(100 \cdot \pi \cdot t + \pi)$, $\alpha = 45°$, $R = 12$ cm,

¿ε?, $t = 2$ s

Dibujo:



Princio físico: ley de Faraday-Lenz: la corriente inducida en un circuito es originada por la variación del flujo magnético que atraviesa dicho circuito. Su sentido es tal que se opone a dicha variación.

Método de resolución: aplicaremos la ley de Faraday-Lenz.

Resolución:

$\phi = B \cdot S \cdot \cos\alpha = B \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \cos\alpha =$

$= \pi \cdot 0'12^2 \cdot \cos 45^\circ \cdot 2 \cdot \text{sen}(100 \cdot \pi \cdot t + \pi) =$

$= 0'064 \cdot \text{sen}(100 \cdot \pi \cdot t + \pi)$

$\varepsilon = -\dfrac{d\phi}{dt} = -0'064 \cdot 100 \cdot \pi \cdot \cos(100 \cdot \pi \cdot t + \pi) =$

$= -6'4 \cdot \pi \cdot \cos(100 \cdot \pi \cdot t + \pi)$

Para $t = 2$ s: $\varepsilon = -6'4 \cdot \pi \cdot \cos(200\pi + \pi) =$

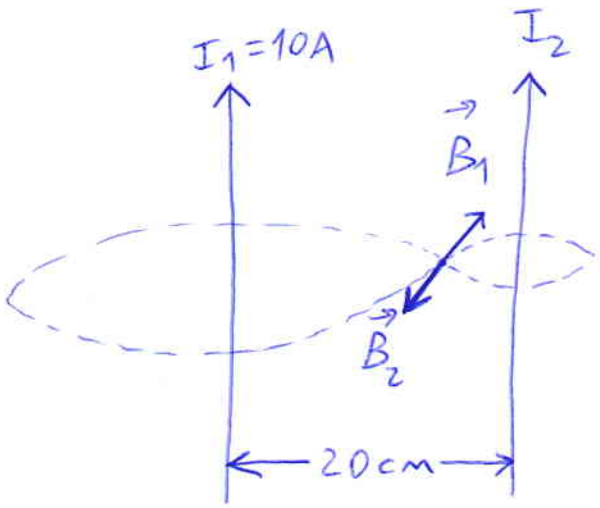
$= -20'1 \cdot \cos(201\pi) = \boxed{+20'1 \text{ A}}$

Comentario: para que exista f.e.m. inducida, debe haber un cambio en B, en S o en α.

③ Datos: $d = 20$ cm, $I_1 = 10$ A, ¿I_2?, $r_2 = 5$cm,

$\mu_0 = 4\cdot\pi\cdot 10^{-7} \dfrac{N}{A^2}$

Dibujo:



Principio físico: un conductor por el que circula una corriente crea un campo magnético a su alrededor. El sentido del vector campo magnético, $\vec{B}$, viene dado por la regla de la mano derecha.

Método de resolución: calcularemos cada campo y aplicaremos la regla: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 0$

Resolución:

$$B_1 = \frac{\mu \cdot I_1}{2\cdot\pi\cdot r_1} = \frac{4\cdot\cancel{\pi}\cdot 10^{-7}\cdot 10}{2\cdot\cancel{\pi}\cdot 0'15} = 1'33\cdot 10^{-5} \quad T$$

$$B_2 = \frac{\mu \cdot I_2}{2\cdot\pi\cdot r_2} = \frac{4\cdot\cancel{\pi}\cdot 10^{-7}\cdot I_2}{2\cdot\cancel{\pi}\cdot 0'05} = 4\cdot 10^{-6}\cdot I_2 \quad T$$

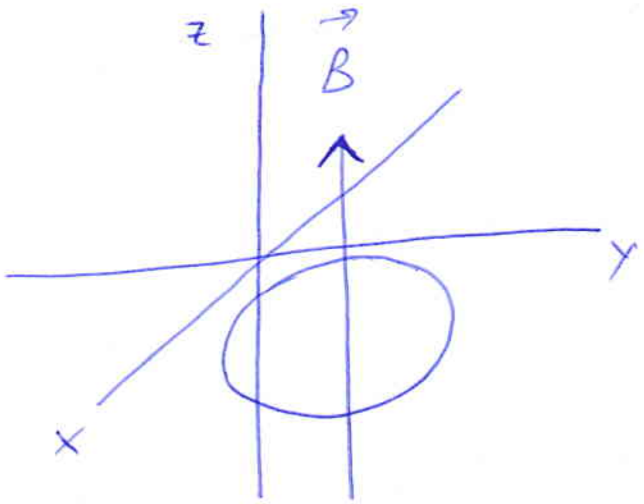
$B_1 = B_2 \Rightarrow 1'33 \cdot 10^{-5} = 4 \cdot 10^{-6} \cdot I_2 \Rightarrow \boxed{I_2 = 3'325 \text{ A}}$

Comentario: si la corriente hubiera ido en sentido contrario, los vectores hubieran tenido el mismo sentido.

(4) Datos: $r = 4$ cm, $\vec{B} = 0'02 \cdot t^3 \cdot \vec{k}$ T, ¿$\mathcal{E}$-t?

$t = 0$, $t = 4$ s

Dibujo:



Principio físico: ley de Faraday-Lenz: la corriente inducida en un circuito es originada por la variación del flujo magnético que atraviesa dicho circuito. Su sentido es tal que se opone a dicha variación.

Método de resolución: usaremos la ley de Faraday-Lenz y la definición de flujo.

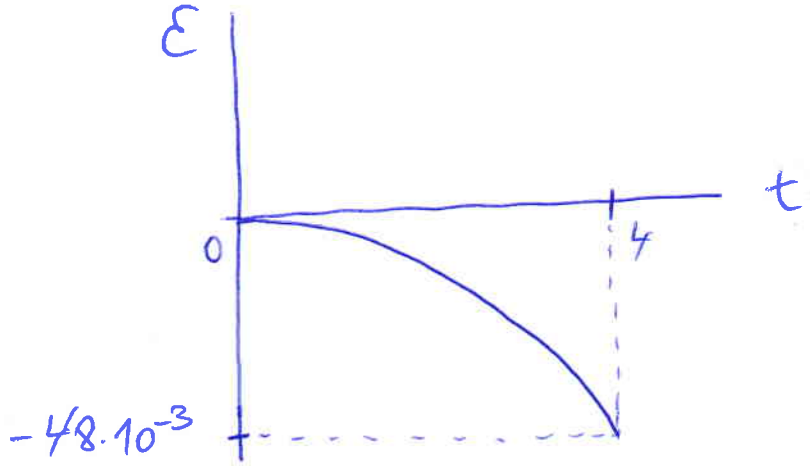
Resolución:

$$\Phi = \vec{B}\cdot\vec{S} = B\cdot S\cdot\cos\alpha = B\cdot\pi\cdot r^2\cdot\cos\alpha =$$

$$= 0'02\cdot t^3\cdot\pi\cdot 0'04^2\cdot\cos 0^\circ = 10^{-4}\cdot t^3 \ \text{Wb}$$

$$\mathcal{E} = -\frac{d\phi}{dt} = -10^{-4}\cdot 3\cdot t^2 = -3\cdot 10^{-4}\cdot t^2 \ \text{V}$$

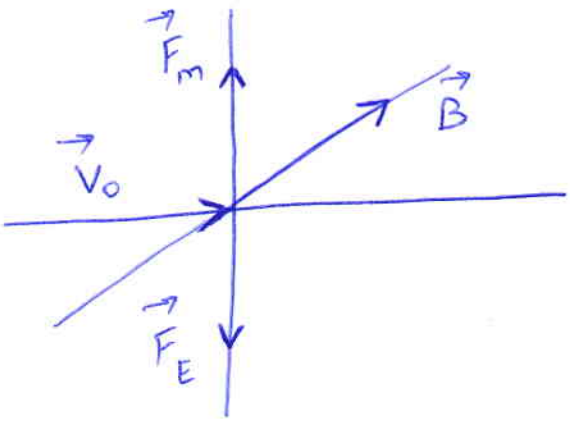
t	$\mathcal{E}$
0	0
4	$-48\cdot 10^{-3}$



Comentario: $y = -x^2$ es la ecuación de una parábola invertida.

5 b) Datos: $E = 200 \frac{N}{C}$, $v = 10^6 \frac{m}{s}$, ¿B?

Dibujo:



Principio físico: para que la trayectoria sea rectilínea, la resultante debe valer cero. Para ello, la fuerza magnética debe igualar a la fuerza eléctrica.

Método de resolución: igualaremos la fuerza eléctrica con la fuerza magnética.

Resolución:

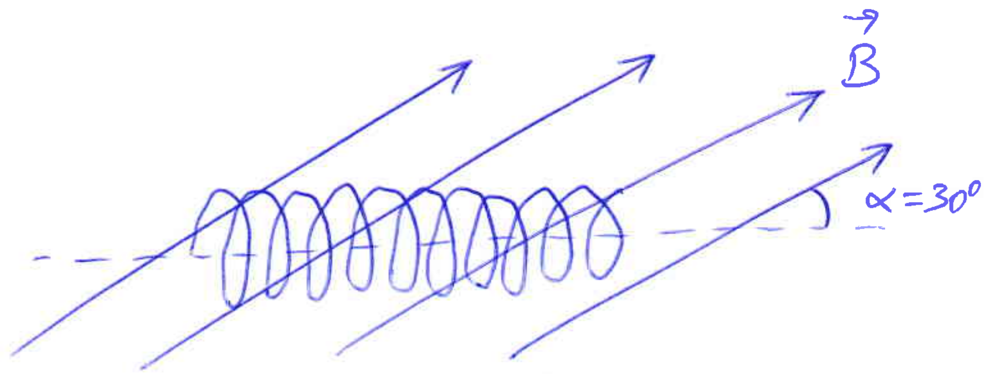
$$F_E = F_m \Rightarrow \cancel{Q} \cdot E = \cancel{Q} \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}\,\alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B = \frac{E}{V} = \frac{200}{10^6} = \boxed{2 \cdot 10^{-4}\ T}$$

Comentario: según la ley de Lorentz: $\vec{F}_m = Q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$, $\vec{F}$, $\vec{v}$ y $\vec{B}$ son perpendiculares entre sí.

6 Datos: $N = 10$ espiras, $r = 15$ cm, $B = 2 \cdot \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ T, $\alpha = 30°$, $R = 0'2\ \Omega$, ¿Φ?, ¿I?, $t = 3$ s

Dibujo:



Principio físico: ley de Faraday-Lenz: la corriente inducida en un circuito es originada por la variación del flujo magnético que atraviesa dicho circuito. Su sentido es tal que se opone a dicha variación.

Método de resolución: usaremos la ley de Faraday y la ley de Ohm.

Resolución:

$$\Phi = N\vec{B}\cdot\vec{S} = N\cdot B\cdot S\cdot\cos\alpha = N\cdot B\cdot\pi\cdot r^2\cdot\cos\alpha =$$

$$= 10\cdot\pi\cdot 0'15^2\cdot\cos 30^{o}\cdot 2\cdot\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right) =$$

$$= \boxed{0'218\cdot\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right)\ Wb}$$

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = +0'218\cdot 2\cdot\pi\cdot \text{sen}\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right) =$$

$$= 1'37\cdot\text{sen}\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$$

Para $t = 3\,s$:

$$\mathcal{E} = 1'37 \cdot \text{sen}\left(6\pi - \frac{\pi}{4}\right) = -0'969 \text{ V}$$

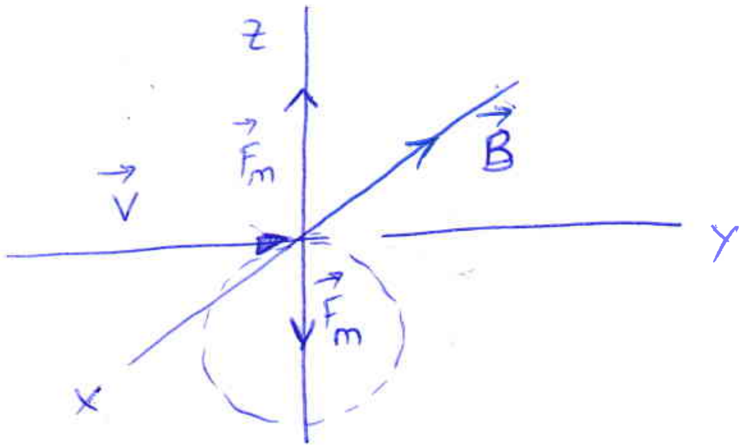
Ley de Ohm: $\mathcal{E} = I \cdot R \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{R} =$

$$= \frac{-0'969}{0'2} = \boxed{-4'84 \text{ A}}$$

Comentario: el signo negativo indica cambio de sentido de la corriente.

(7) Datos: $E_c = 10^4$ eV, $r = 25$ cm, ¿B?, Ca^{++}

Dibujo:



$F = Q \cdot \vec{V} \times \vec{B}$

Principio físico: una carga eléctrica que se mueve dentro de un campo magnético experimenta una fuerza dada por la ley de Lorentz.

Método de resolución: igualaremos la fuerza magnética con la fuerza centrípeta.

Resolución: $Ec = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot Ec}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^4 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19}}{9'1 \cdot 10^{-31}}} = 5'93 \cdot 10^7 \ \frac{m}{s}$

a) $F_m = F_c \Rightarrow Q \cdot \cancel{v} \cdot B \cdot \operatorname{sen}\alpha = \frac{m \cdot v^{\cancel{2}}}{r}$

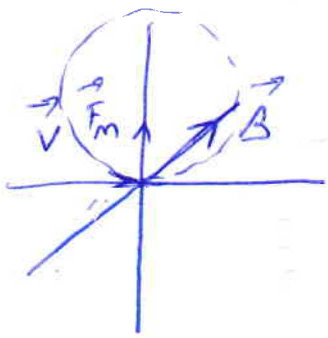
$$B = \frac{m \cdot v}{Q \cdot r \cdot \operatorname{sen}\alpha} = \frac{9'1 \cdot 10^{-31} \cdot 5'93 \cdot 10^7}{1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 0'25 \cdot \operatorname{sen} 90^\circ} =$$

$$= \boxed{1'35 \cdot 10^{-3} \ T}$$

$1 eV = 1'6 \cdot 10^{-19} \ J$

Comentario: el campo es pequeño porque las partículas son pequeñas.

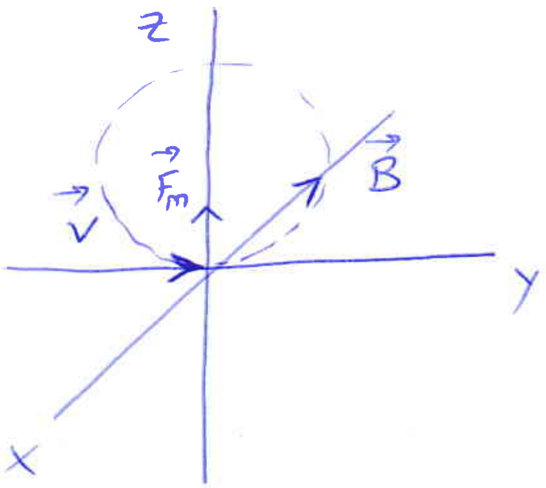
Si se tratara de iones Ca^{++}:



Al ser la carga positiva, la fuerza magnética iría hacia arriba y el círculo estaría por encima del eje X. Al ser: $r = \frac{m \cdot v}{Q \cdot B \cdot \operatorname{sen}\alpha}$, la masa del Ca^{++} es mayor que la del e^- y la carga es el doble.

⑧ Datos: $Ec = 2\ MeV$, $B = 5\ T$, ¿v, F_m?, ¿r, T?, $e = 1'6 \cdot 10^{-19}\ C$, $m = 6'7 \cdot 10^{-27}\ kg$

Dibujo:



Principio físico: cuando una carga penetra en un campo magnético, experimenta una fuerza dada por la ley de Lorentz: $\vec{F} = Q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$.

Método de resolución: igualaremos la ley de Lorentz a la fuerza centrípeta.

Resolución:

$$F_m = F_c \Rightarrow Q \cdot \cancel{v} \cdot B \cdot \operatorname{sen}\alpha = \frac{m \cdot v^{\cancel{2}}}{r};$$

$$Ec = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 ; \quad v = \sqrt{\frac{2 \cdot Ec}{m}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19}}{6'7 \cdot 10^{-27}}} = \boxed{9'77 \cdot 10^6 \ \frac{m}{s}}$$

$$F_m = Q \cdot v \cdot B \cdot \operatorname{sen}\alpha = 2 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 9'77 \cdot 10^{6} \cdot 5 \cdot \operatorname{sen} 90^\circ =$$

$$= \boxed{1'56 \cdot 10^{-11} \ N}$$

$$r = \frac{m \cdot v}{Q \cdot B \cdot \operatorname{sen}\alpha} = \frac{6'7 \cdot 10^{-27} \cdot 9'77 \cdot 10^{6}}{2 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot \operatorname{sen} 90^\circ} =$$

$$= 0'0409 \ m = \boxed{4'09 \ cm}$$

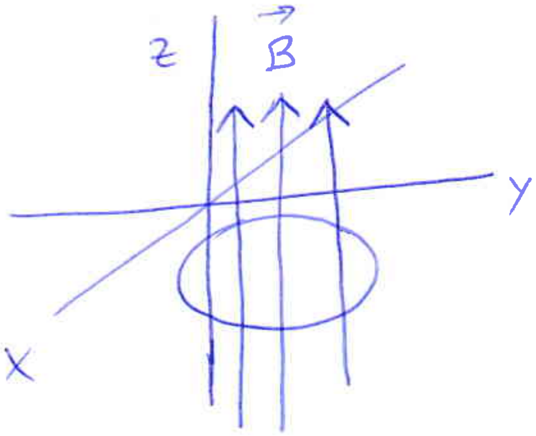
$$v = \omega \cdot r = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T} \Rightarrow T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{v} =$$

$$= \frac{2 \cdot \pi \cdot 0'0409}{9'77 \cdot 10^{6}} = \boxed{2'63 \cdot 10^{-8} \ s}$$

<u>Comentario:</u> según la ley de Lorentz: $\vec{F} = Q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$, la carga experimentará una fuerza perpendicular a la dirección de la velocidad. Esto provoca un MCU en el que la fuerza centrípeta es la fuerza de Lorentz.

9 Datos: $r = 2'5$ cm, ¿$\Phi(t)$, representación?, $t=0$, $t = 10$ s, ¿ε?, $\vec{B} = 2'5 \cdot t^2 \cdot \vec{k}$ T

Dibujo:



Principio físico: ley de Faraday-Lenz: la corriente inducida en un circuito es originada por la variación del flujo magnético que atraviesa dicho circuito. Su sentido es tal que se opone a dicha variación.

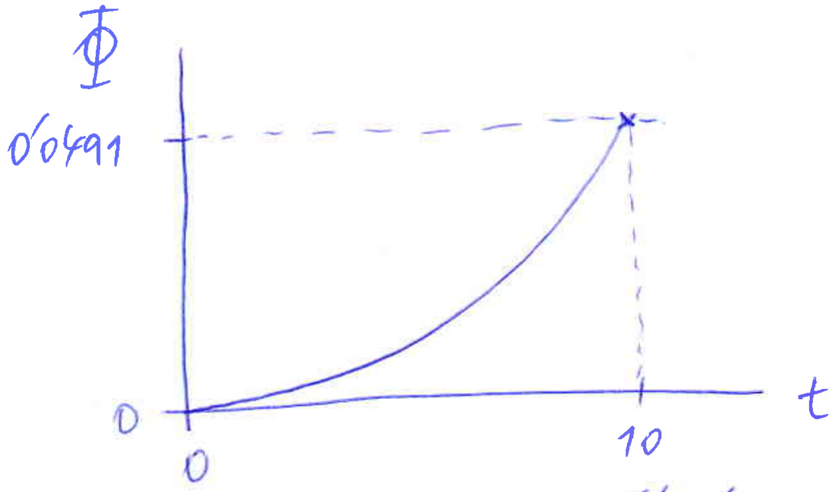
Método de resolución: usaremos la ley de Faraday-Lenz y la ley de Ohm.

Resolución:

a) $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos\alpha = 2'5 \cdot t^2 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \cos\alpha =$

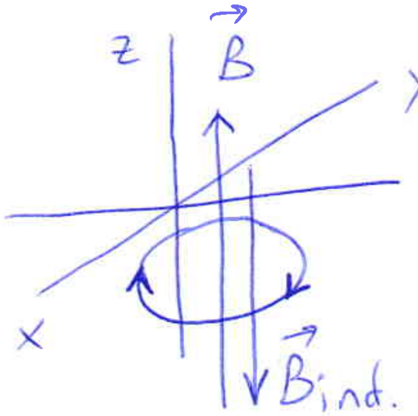
$= 2'5 \cdot t^2 \cdot \pi \cdot 0'025^2 \cdot \cos 0^\circ = \boxed{4'91 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 \text{ Wb}}$

t	Φ
0	0
10	0'0491



$y = k \cdot x^2$ es la gráfica de una parábola.

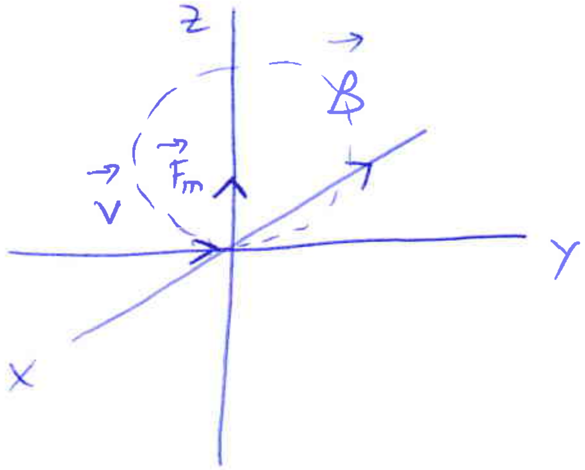
b) $\mathcal{E} = -\dfrac{d\Phi}{dt} = -2 \cdot 4'91 \cdot 10^{-3} \cdot t = \boxed{-9'82 \cdot 10^{-3} \cdot t \quad V}$



<u>Comentario:</u> al ser $\Phi = k \cdot t^2$, el flujo crece con el tiempo, luego el flujo se intensifica y la $B_{ind.}$ tenderá a contrarrestarlo dirigiéndose en sentido contrario a $\vec{B}$.

10 **Datos:** ^2_1H, $r = 4$ cm, $B = 0'2$ T, ¿v, ΔV?, $v_0 = 0$, ¿t?, $N = 0'5$ rev, $e = 1'6 \cdot 10^{-19}$ C, $m = 3'34 \cdot 10^{-27}$ kg

Dibujo:



Principio físico: cuando una partícula cargada penetra en un campo magnético, experimenta una fuerza dada por la ley de Lorentz que la hace moverse en una trayectoria circular.

Método de resolución: igualaremos la fuerza magnética con la fuerza centrípeta.

Resolución:

a) $F_m = F_c \Rightarrow Q \cdot \cancel{v} \cdot B \cdot \operatorname{sen}\alpha = \dfrac{m \cdot v^{\cancel{2}}}{r} \Rightarrow$

$$\Rightarrow v = \frac{Q \cdot B \cdot \operatorname{sen}\alpha \cdot r}{m} = \frac{1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 0'2 \cdot \operatorname{sen} 90° \cdot 0'04}{3'34 \cdot 10^{-27}} =$$

$$= \boxed{3'83 \cdot 10^5 \ \frac{m}{s}}$$

$$W = Q \cdot \Delta V = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \Rightarrow \Delta V = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot Q} =$$

$$= \frac{3'34 \cdot 10^{-27} \cdot (3'83 \cdot 10^5)^2}{2 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19}} = \boxed{1531 \text{ V}}$$

b) $e = \varphi \cdot r = 0'5 \cancel{\text{rev}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \cancel{\text{rev}}} \cdot 0'04 \text{ m} = 0'126 \text{ m}$

$$v = \frac{e}{t} \Rightarrow t = \frac{e}{V} = \frac{0'126}{3'83 \cdot 10^5} = \boxed{3'29 \cdot 10^{-7} \text{ s}}$$

<u>Comentario:</u> el tiempo es muy pequeño porque la velocidad es muy alta.