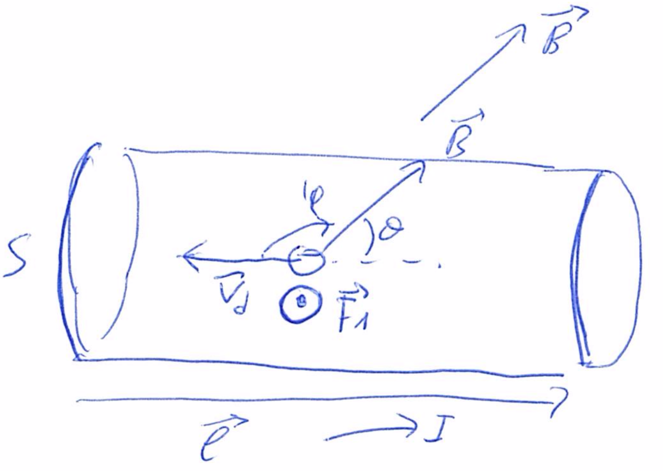
1-62-P2

$n,\ q=-|q|$ $\quad S,\ I$

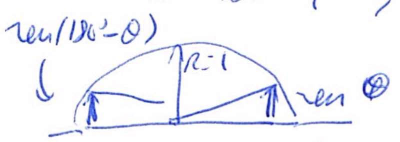


(a) Los portadores con carga negativa se mueven en el sentido opuesto a la intensidad.

La fuerza sobre un portador es

$$\vec F_1 = q\,\vec v\times\vec B = -|q|\,\vec v_d\times\vec B$$

Si representamos $\vec B$ y el conductor en el plano del papel, también lo está $\vec v_d$. $\vec v_d\times\vec B$ es perpendicular al plano y por la regla de Maxwell en el sentido indicado (de $\vec v_d$ a $\vec B$) hacia el interior, por lo que $\vec F_1$ tiene el sentido contrario; hacia el exterior ⊙. Su módulo es $F_1=|q||v_d|B\,\text{sen}(\varphi)$. Como $\theta=180°-\varphi$, $\text{sen}\,\varphi=\text{sen}(180°-\theta)=\underbrace{\text{sen}\,180°}_{0}\cos\theta-\underbrace{\cos 180°}_{-1}\text{sen}\,\theta=\text{sen}\,\theta$.



En la circunferencia trigonométrica

Igualmente se puede ver en la circunferencia trigonométrica adjunta. Luego:

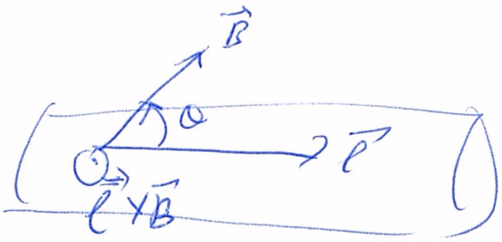
$$F_1=|q|\,v_d B\,\text{sen}\,\theta \quad ,\ \text{con}\ \vec F_1\ ⊙$$

La F_m sobre el conductor será la suma de las fuerzas sobre los portadores. El número de portadores $N=n(\text{volumen})=nSl$, luego:

$\vec F_m=N\vec F_1 \Rightarrow F_m=NF_1=nSlv_d|q|B\,\text{sen}\,\theta = n|q|v_d\,S\,l\,B\,\text{sen}\,\theta$

Pero la intensidad es $I=JS=(nqv_d)S$, luego $F_m=IlB\,\text{sen}\,\theta$.

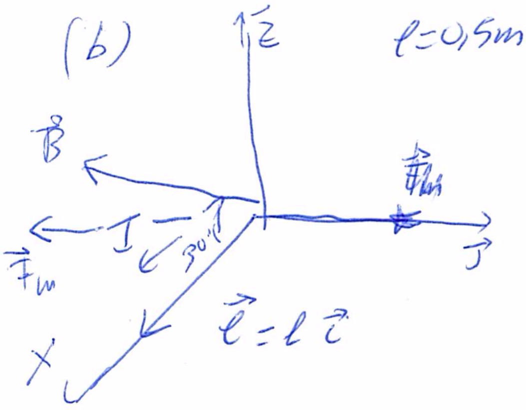
Si definimos $\vec l$ con el sentido de I (opuesto a $\vec v_d$ en este caso)



$F_m=I\,|\vec l\times\vec B|$, pero $\vec l\times\vec B$ es hacia el exterior, perpendicular al plano de $\vec l,\vec B$. El sentido viene dado por la regla de Maxwell o avance de un tornillo que gira de $\vec l$ a $\vec B$ por el camino más corto.

Esta dirección y sentido es la misma que $\vec F_1$ y $\vec F_m$, y como θ es el ángulo entre $\vec l$ y $\vec B$, tenemos $\boxed{\vec F_m=I\,\vec l\times\vec B}$ con $\vec l$ en el sentido de $\vec I$

1-62-P2 continuación

(b) 

$l = 0{,}5\,m$, $I = 2\,A$ (sent. positivo del eje X) $\Rightarrow \vec{l} = l\,\vec{i} \Rightarrow$
$\vec{l} = 0{,}5\,\vec{i}$ A.

$B = |\vec{B}| = 0{,}5\,T$, $\vec{B}$ en el dibujo.

$F_m = I\,l\,B \sin\theta = 2 \times 0{,}5 \times 0{,}5 \sin 30° =$
$= 2 \times 0{,}5^2 \times \frac{1}{2} \Rightarrow F_m = 0{,}25\,N$

$\vec{F}_m \perp$ a $\vec{l}$ y $\vec{B} \Rightarrow //$ Por la regla de Maxwell, en el sentido $-$ del eje Y,
luego $\boxed{\vec{F}_m = -0{,}25\,\vec{j}\ N}$

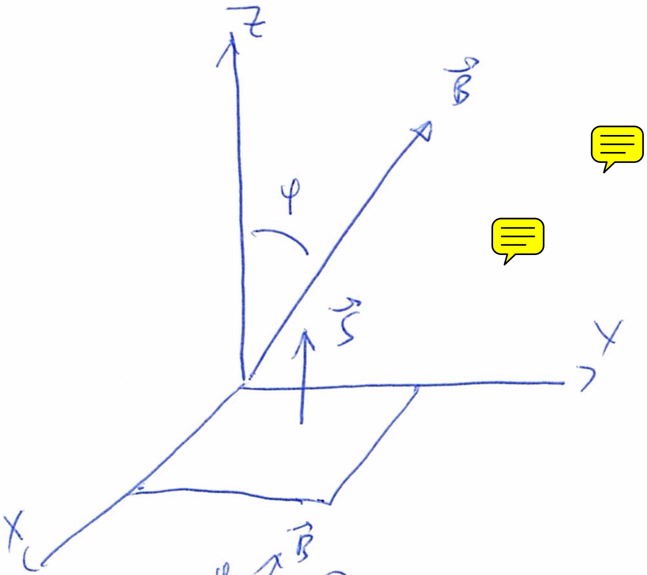
(c) Sabemos $I = n|q|v_d S$, $S = 1\,mm^2$ $|q| = 1{,}6 \times 10^{-19}\,C$
$n = 10^{28}\,m^{-3}$, $I = 2\,A$, tenemos todos los datos

$$v_d = \frac{I}{n|q|S} = \frac{2\,A}{10^{28}\,m^{-3} \times 1{,}6 \times 10^{-19}\,C\ 1\,mm^2}\left(\frac{10^3\,m}{1\,m}\right)^3 = \frac{2}{1{,}6} \times 10^{-3}\,m/s$$

$\Rightarrow \boxed{v_d = 1{,}25\,mm/s}$

2-6-7-P2 Grador

$\vec{B} = 2t\,\vec{j} + 3\beta t^2\,\vec{k}$



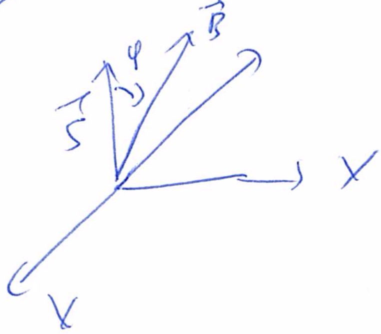
(a) La forma de la espira no es relevante, elegimos el vector $\vec{S}$, que es perpendicular a la espira, con el sentido de $+Z$, luego

$$\vec{S} = S\,\vec{k}$$

El flujo magnético es

$$\phi_m = \vec{B}\cdot\vec{S} = B_x S_x + B_y S_y + B_z S_z = 3\beta t^2 S \Rightarrow$$

$$\underbrace{B_x}_{0} S_x + \underbrace{B_y}_{0} S_y + B_z \underbrace{S_z}_{S}$$

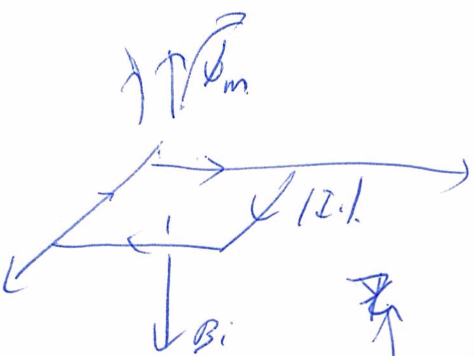


$$\boxed{\phi_m = 3\beta t^2 S}$$

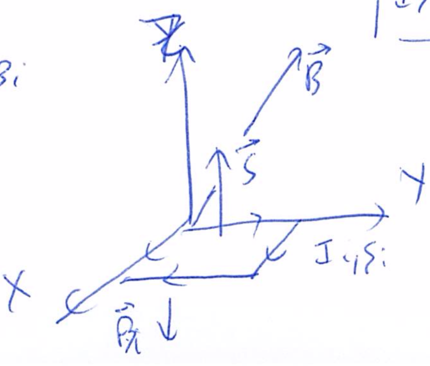
$$|\varepsilon_i| = \left|-\frac{d\phi_m}{dt}\right| = 6\beta t S \Rightarrow \boxed{|\varepsilon_i| = 6\beta S t}$$

$$|I_i| = \frac{|\varepsilon_i|}{R} \qquad \boxed{|I_i| = \frac{6\beta S}{R}\,t}$$

(b) Vemos que para el flujo sólo interviene $B_z = \beta t^2$ que crece con t, luego el flujo hacia arriba (sentido + del eje Z) aumenta. Por la ley de Lenz el campo magnético inducido B_i se opone a ese aumento e irá dirigido hacia abajo. Por la regla de Maxwell, la intensidad que lo produce I_i irá en sentido horario. Igualmente ε_i que es quien produce I.



$\boxed{I_i, \varepsilon_i \text{ en sentido horario}}$



2-62-P7 continuación

(c) $t=5s$, $S=2cm^2$, $\alpha=2mT/s$, $\beta=3mT/s^2$ $R=2\Omega$

Sustituimos, $\beta=3\times10^{-3}T/s^2$; $S=2cm^2\left(\frac{1m}{10^2cm}\right)^2=2\times10^{-4}m^2$

$\Phi_m = 3\beta t^2 S = 3\times3\times10^{-3}\times5^2\times2\times10^{-4} = 3^2\times5^2\times2\times10^{-7}$ Wb ⇒

$\boxed{\Phi_m = 4{,}5\times10^{-5}\,Wb}$ y, lo piden

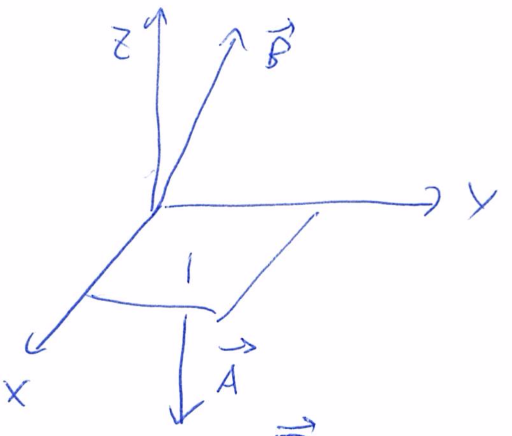
$|\varepsilon_i| = 6\beta S t = 6\times3\times10^{-3}\times2\times10^{-4}\times5 = 6\times3\times2\times5\times10^{-7} = 180\times10^{-7}$ V

$\boxed{\varepsilon_i = 18\,\mu V}$

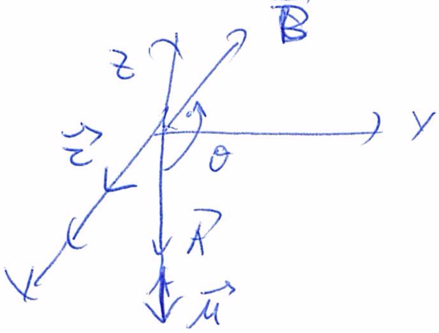
(d) $\vec{\mu} = I\vec{A}$, $\vec{A}$ es un vector ⊥ a la espira, pero ahora su sentido está relacionado con la intensidad por la regla de Maxwell es decir paralelo a B_i

$\vec{A} = -S\vec{k}$,

luego $\boxed{\vec{\mu} = -IS\vec{k}}$ Dirigido hacia abajo (−Z)



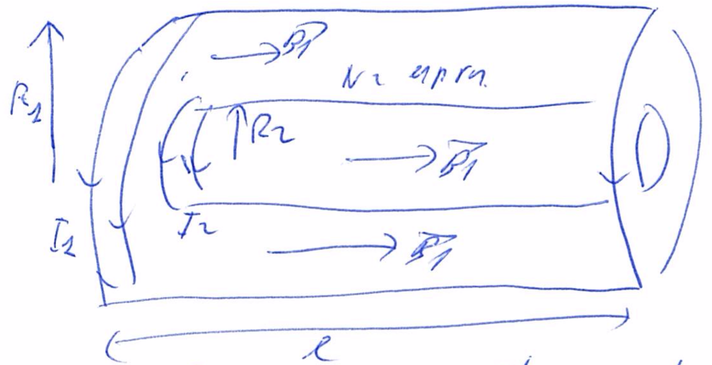
$\vec{\tau} = \vec{\mu}\times\vec{B}$, es perpendicular a $\vec{\mu}$ y $\vec{B}$, que están en el plano YZ luego ∥ eje Z.
Y el sentido es el de avance de un tornillo que gira de $\vec{A}$ a $\vec{B}$ por el camino más corto, es decir el sentido + del eje X



$\boxed{\vec{\tau} = |\tau|\vec{i}}$

Esto es coherente con que τ intenta llevar $\vec{\mu}$ a la misma dirección y sentido que $\vec{B}$

3-C2-P2



$\phi_{12} = M_{12} I_2$ (1)

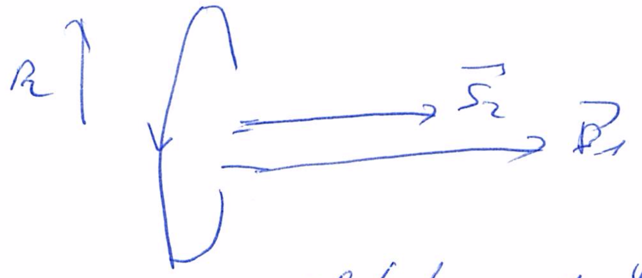
$\phi_{21} = M I_1$ (2)

(a) Usamos (2), luego hay que calcular el flujo en el solenoide 2 producido por la intensidad en 1.

El campo magnético producido por el solenoide 1, es uniforme dentro del mismo (nulo fuera), paralelo al eje del solenoide y relacionado con la intensidad que recorre sus espiras por la regla de Maxwell, por lo tanto hacia la dcha en el dibujo.
Su módulo es $B_1 = \mu_0 \frac{N_1}{l} I_1$.

$\phi_{21} = \int_{Sol\ 2} \vec{B}_1 \cdot d\vec{S}$, con B_1 es uniforme en cada espira e igual en todas.

$\phi_2 = N_2 \vec{B}_1 \cdot \vec{S}_2$, ~~Elegimos~~ $\vec{S}_2$ es perpendicular a la espira en el solenoide 2 y elegimos el sentido hacia la dcha, $\uparrow\uparrow$ a $\vec{B}_1$, luego



$\phi_{21} = N_2 B_1 S_2 \cos(0°) =$

$= N_2 \mu_0 \frac{N_1}{l} I_1 S_2$ y

calculado $M = \frac{\phi_{21}}{I_1} \Rightarrow \boxed{M = \mu_0 \frac{N_1 N_2}{l} S_2} \Rightarrow \boxed{M = \mu_0 \frac{N_1 N_2}{l} \pi R_2^2}$

(b) Si sol 1 está en abierto $I_1 = 0$, $B_1 = 0$ y $\phi_{21} = M I_1 = 0$ etc.
Luego el flujo será debido únicamente al solenoide 2.

$M = 100\,mH$
$I_{2,0} = 10\,mA$
$|\varepsilon_1(t)| = 10\,mV$

$\phi_{12} = M I_2$, en el instante inicial $\phi_{12}(t=0) = M I_{2,0} = 100\,mH \times 10\,mA$

$\Rightarrow \phi_{12} = 100 \times 10^{-3} \times 10 \times 10^{-3}\,Wb \Rightarrow \boxed{\phi_{12} = 10^{-3}\,Wb}$

$|\varepsilon_1| = \left| -\frac{d\phi_{12}}{dt} \right| = M \left| \frac{dI_2}{dt} \right| \Rightarrow \left| \frac{dI_2}{dt} \right| = \frac{|\varepsilon_1|}{M} = \frac{10\,mV}{100\,mH} \Rightarrow$

$\boxed{\left| \frac{dI_2}{dt} \right| = 0{,}1\,A/s}$