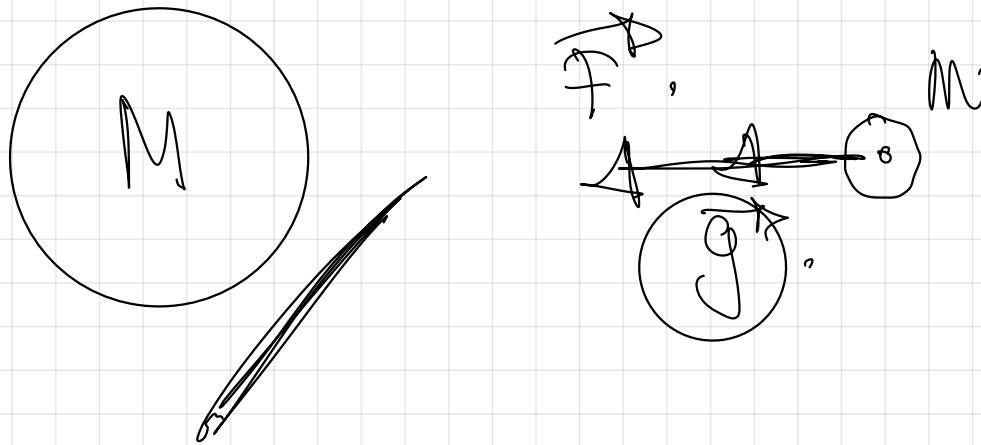
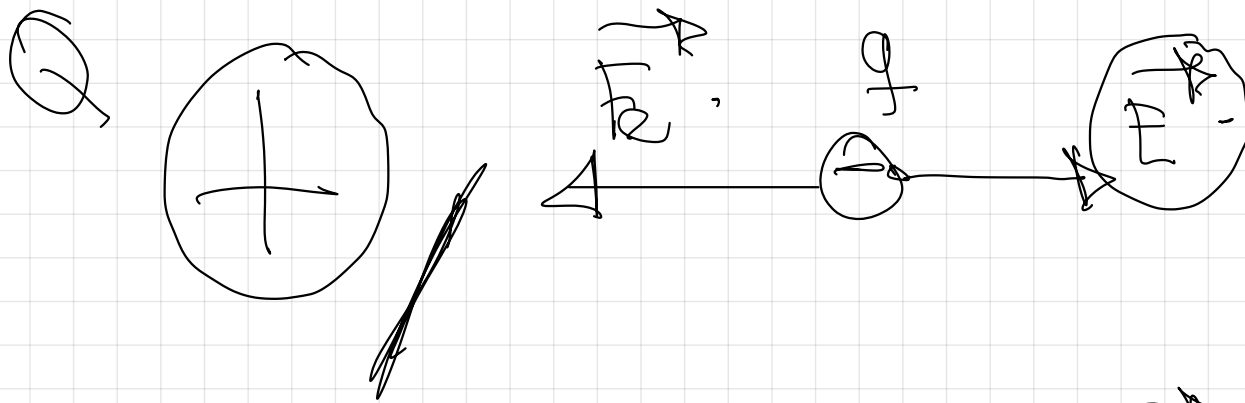


ELECTROMAGNETISMO.

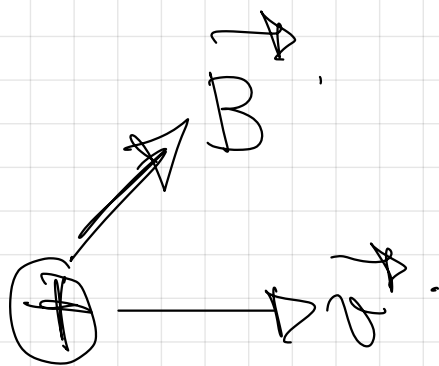
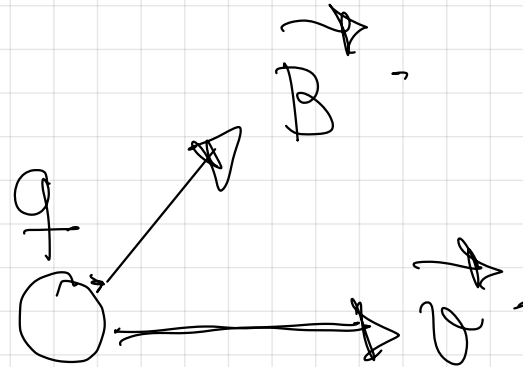
2.- FUERZA EJERCIDA POR UN CAMPO MAGNÉTICO SOBRE UNA CARGA MÓVIL. LEY DE LORENTZ

pag 72 del libro



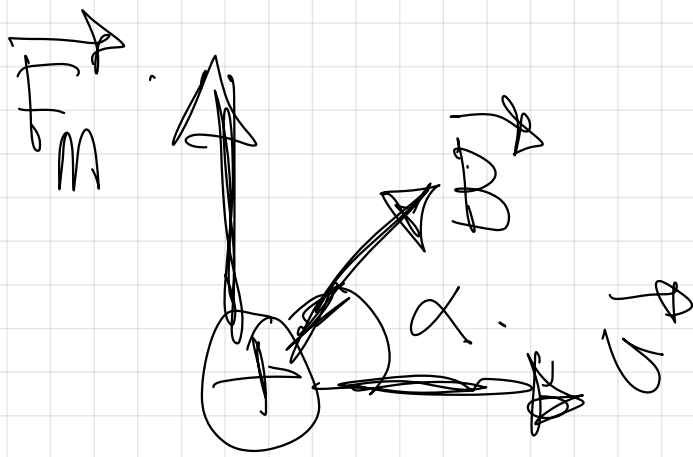


IMÁN



ley de Lorentz.

F



$$\vec{F}_m = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$

- Módulo.

$$F_m = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$$

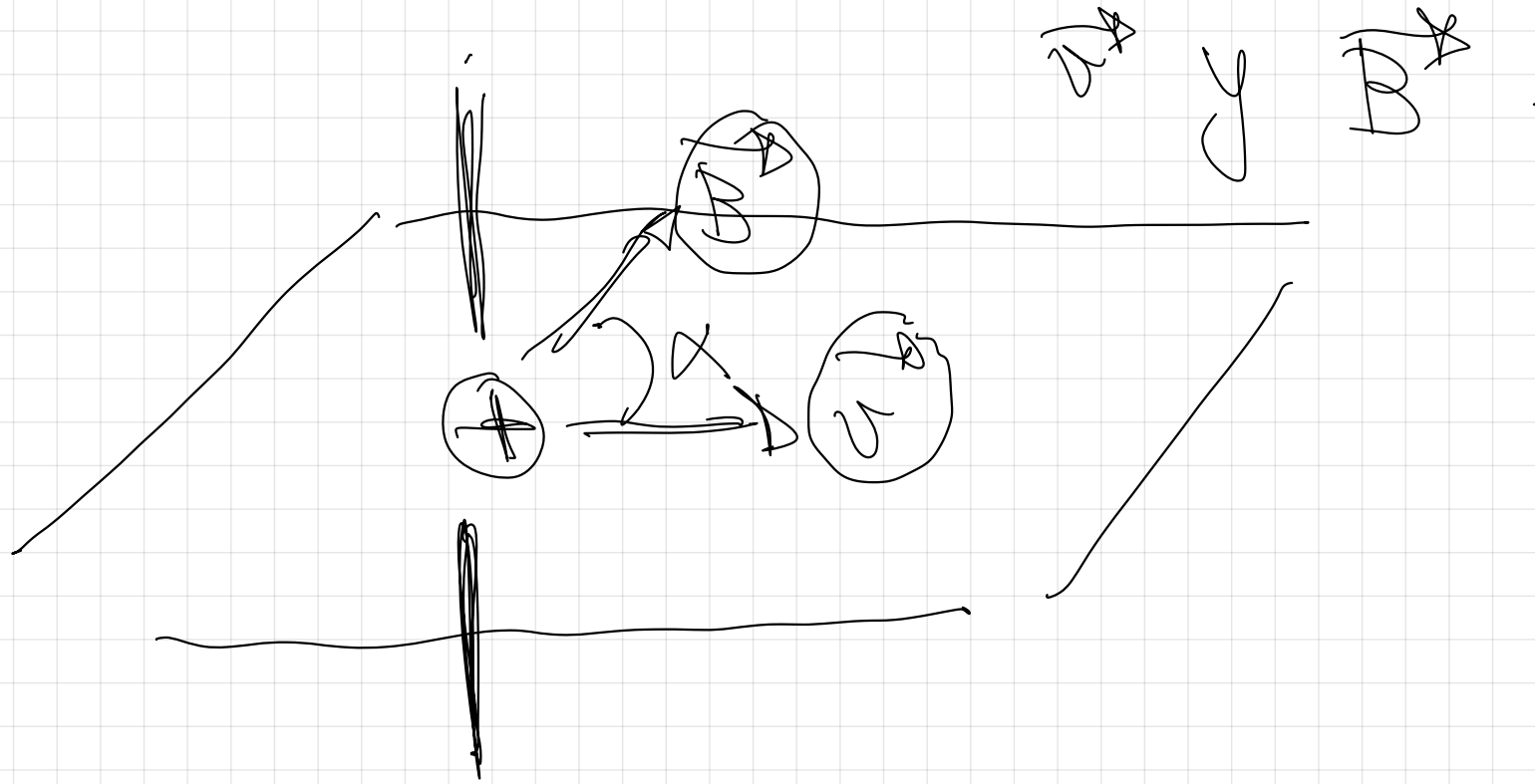
$$F_m \Rightarrow N \text{ (S.I.)}$$

$$v \Rightarrow m/s \text{ (S.I.)}$$

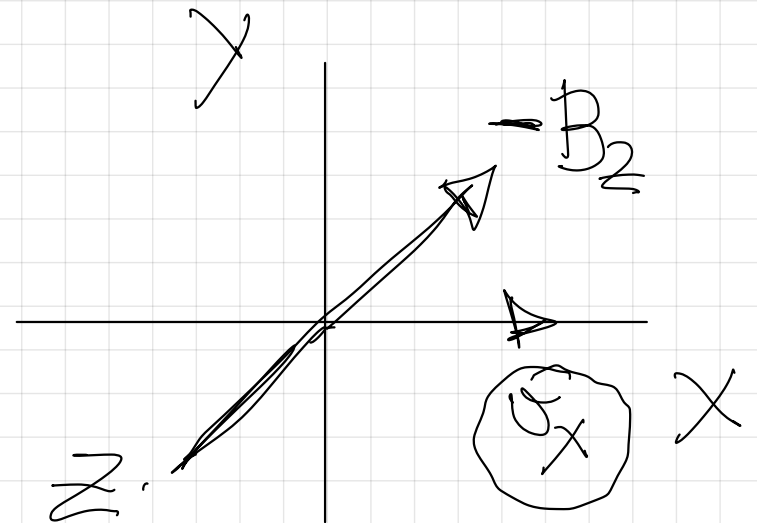
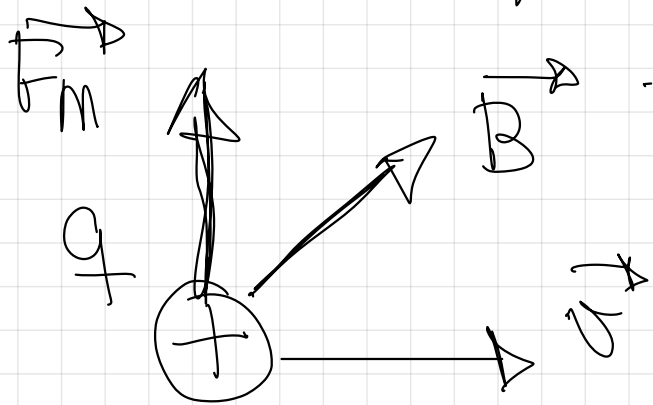
$$q \Rightarrow C \text{ (S.I.)}$$

$$B \Rightarrow \text{Tesla (T)}$$

- Dirección $\Rightarrow \perp$ al plano formado por



1 Sentido. (regla de la mano izquierda)



by all
 F_m

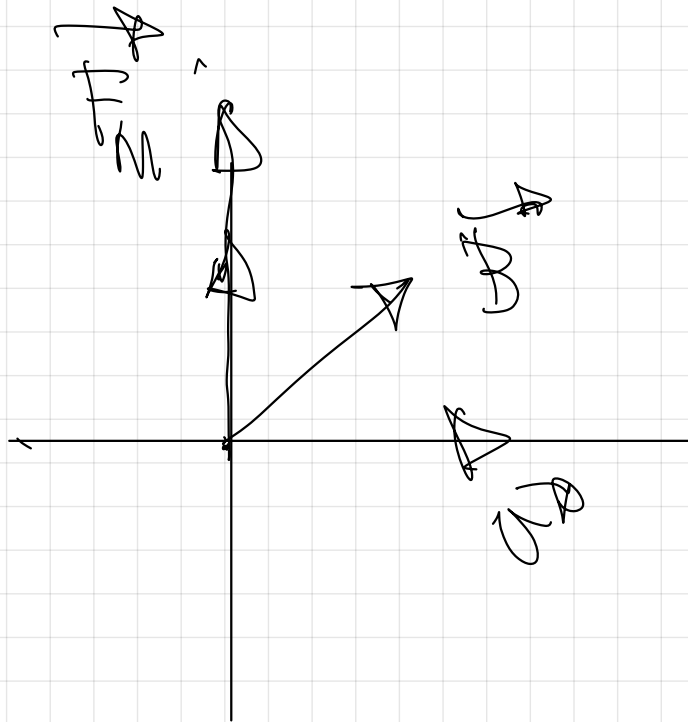
$\vec{H} = \frac{\partial L}{\partial \dot{x}}$



A hand-drawn diagram on a grid background. It features a 3x3 grid of circles. Arrows point from the top row to the middle row, and from the middle row to the bottom row. The arrows are labeled with letters: 'A' for the first column, 'B' for the second column, and 'C' for the third column. The circles in the middle row are labeled '1', '2', and '3' from left to right. The circles in the bottom row are labeled '4', '5', and '6' from left to right. The circles in the top row are labeled '7', '8', and '9' from left to right. The circles in the middle row are crossed out with an 'X'.

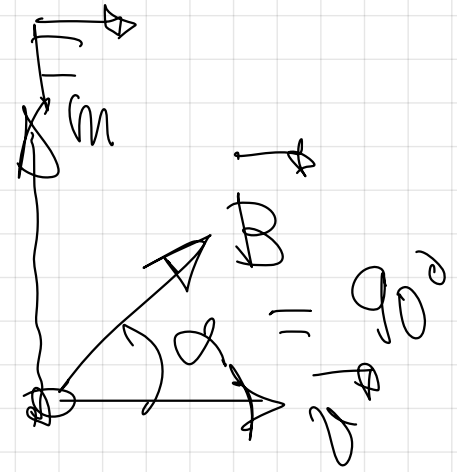
$$= \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\vec{F}_m = q \vec{v} \times \vec{B}_2$$

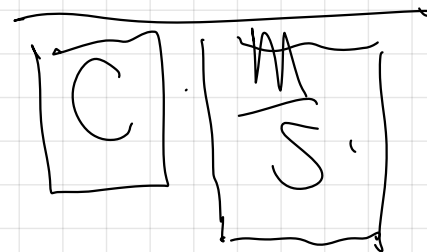
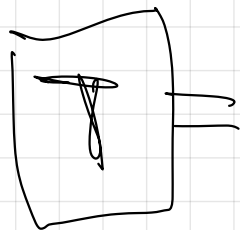
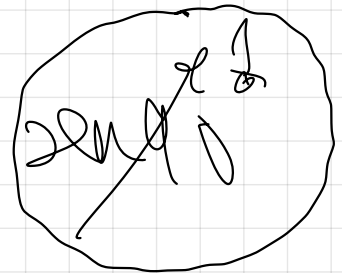


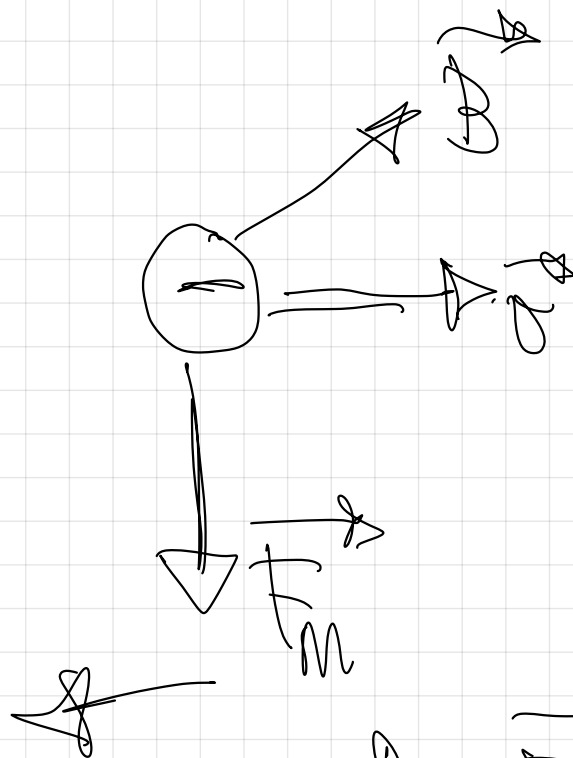
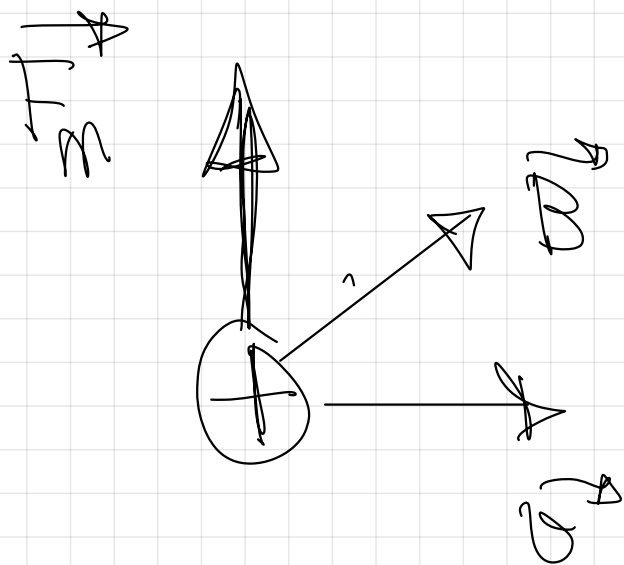
$$F_m = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$$

$$1 \text{ N} = 1 \text{ C} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot B \cdot \sin 90^\circ$$



$$B = \frac{F_m}{q \cdot v \cdot \sin 90^\circ} = \frac{\text{N}}{\text{C} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$





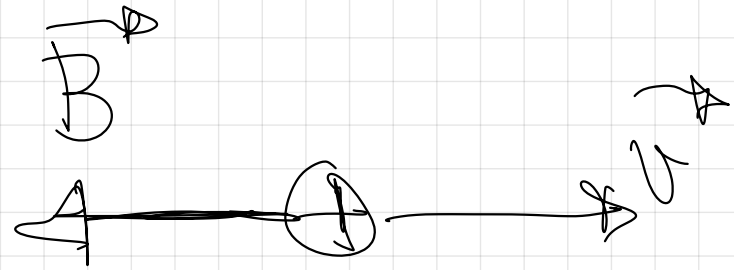
Se q es $\ominus$ la F_m
 va en el sentido
 contrario al que
 marca la regla

de la mano
izquierda,

Campo magnético y trayectoria:

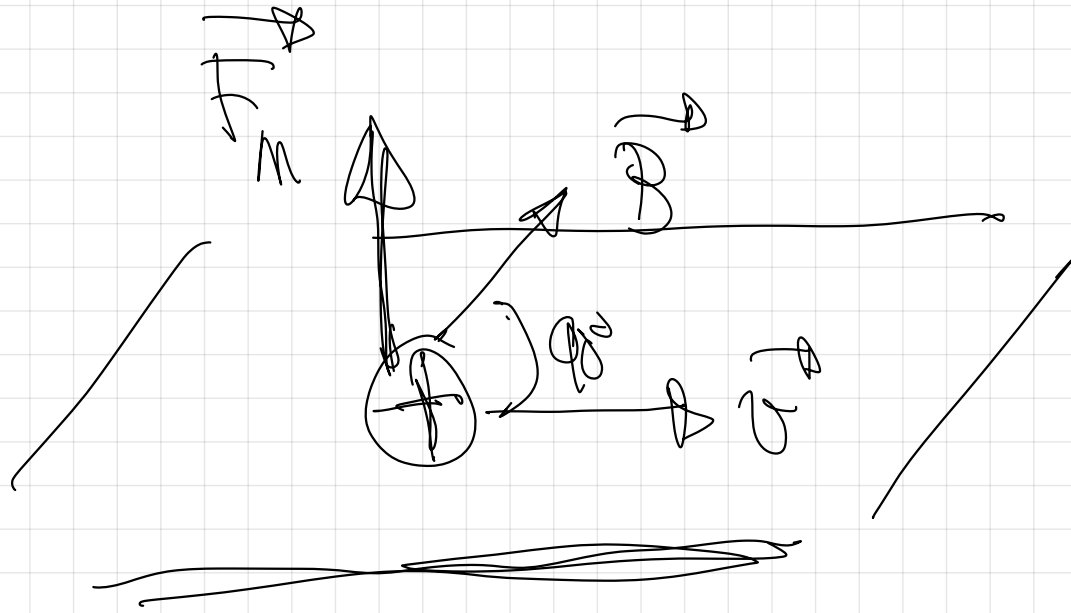


$$F_m = q \cdot v \cdot B \cdot \sin 90^\circ$$



$$F_m = q \cdot v \cdot B \cdot \sin 90^\circ$$

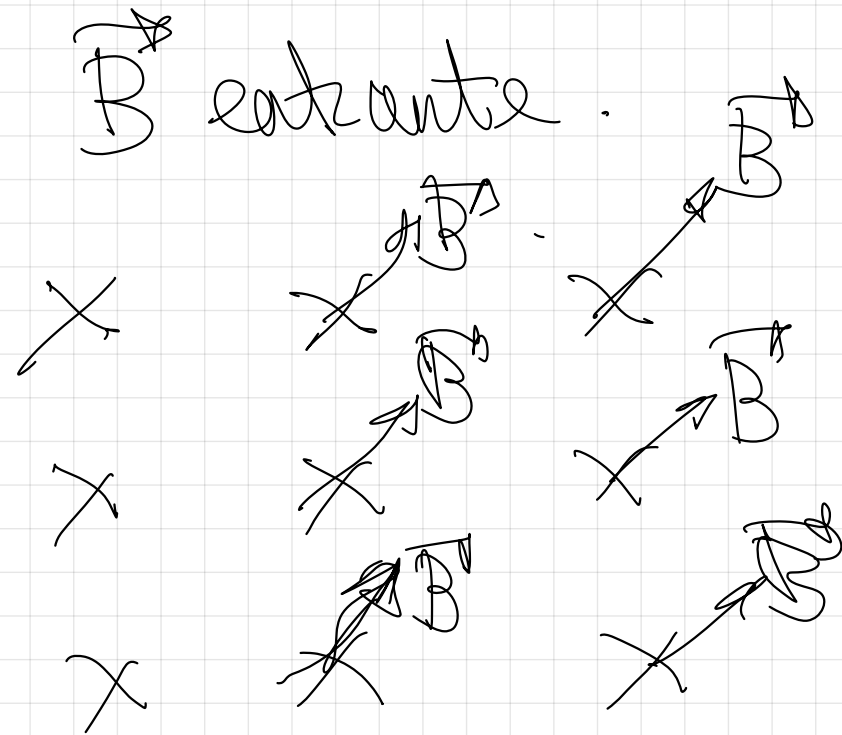
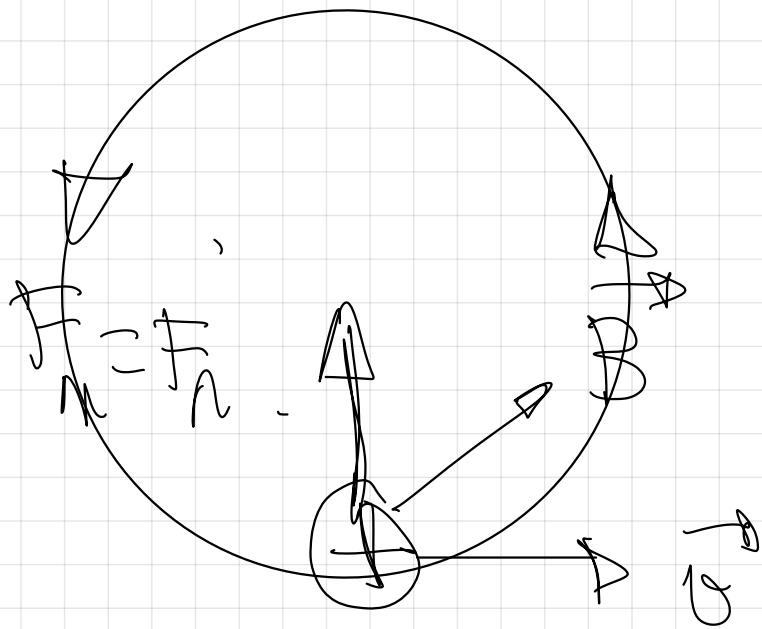
$$\alpha = 90^\circ$$



$$\frac{F}{m} = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$$

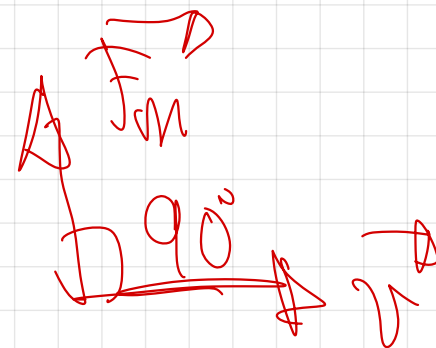
$F_m \perp$ al plano,
formado por $\vec{v}$ y
 $\vec{B}$

$\vec{F}_m$ sempre $\perp$
a velocidade



No fazeis / estado
 trabalho de F_p magnético
 ni de potencial magnético

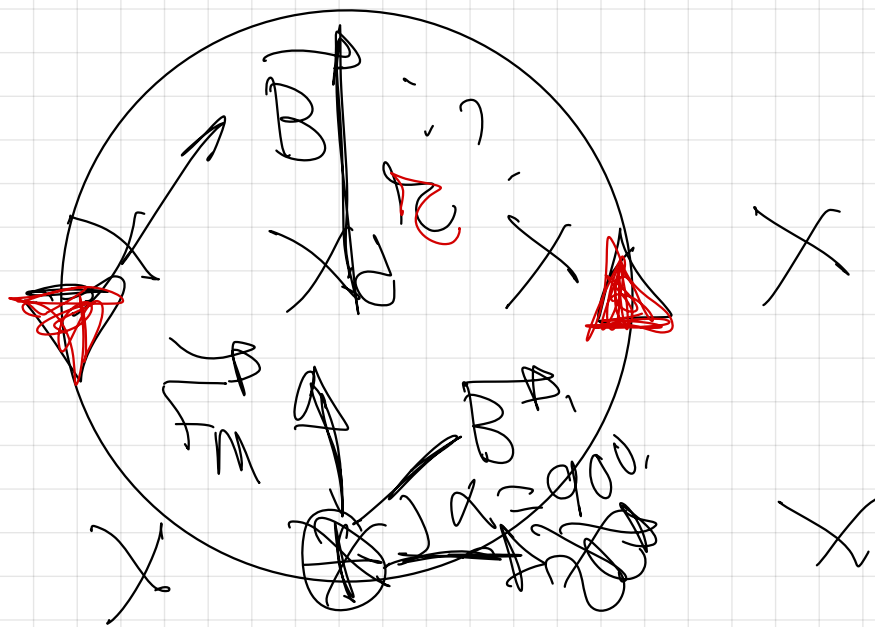
W y de
 - trabalho



$$W_{F_m} = F \cdot d \cdot \cos 90^\circ$$

$$W = \Delta E$$

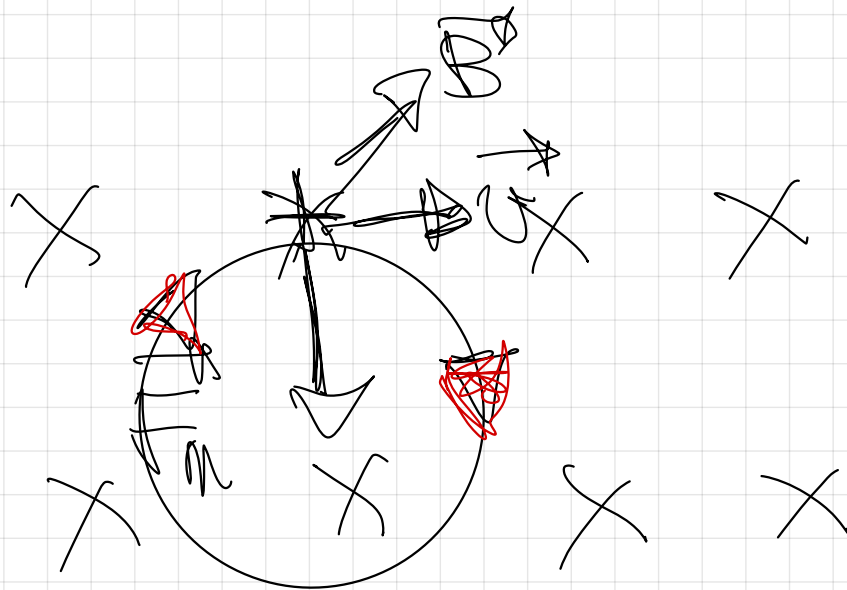
$$W = 0 \Rightarrow \text{sempre.}$$



$$F_m = F_n$$

$$q \cdot U \cdot B \cdot \sin \theta = m \cdot a_n$$

$$q \cdot U \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{r}$$



$$r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$$

$$m_p > m_e \rightarrow r_p > r_e$$

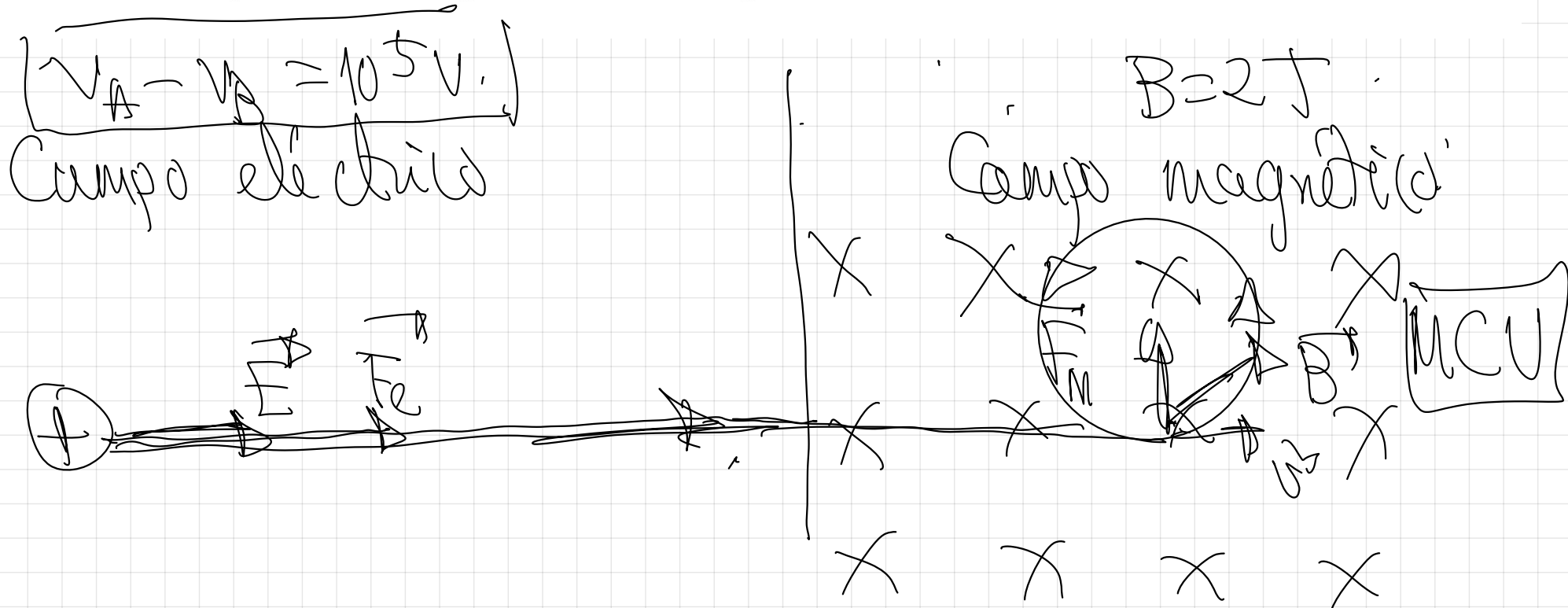
1.- Un protón, acelerado por una diferencia de potencial de 10^5V , penetra en una región en la que existe un campo magnético uniforme de 2T , perpendicular a su velocidad y de sentido entrante en el papel.

a) Dibuje la trayectoria seguida por la partícula y analice las variaciones de energía del protón desde una situación inicial de reposo hasta encontrarse en el campo magnético

b) Calcule el radio de la trayectoria del protón y su periodo y explique las diferencias que encontraría si se tratara de un electrón que penetrara con la misma velocidad en el campo magnético.

c) Calcule el período del protón. ¿Sería el mismo que el del electrón de igual velocidad?

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}, m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}, m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg}$$



$E_{\text{eléctrica}} \downarrow$, $E_c \uparrow$

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

$$F_m = F_n$$

$$q \cdot v \cdot B \cdot \sin 90^\circ = m \cdot a_n$$

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

$$r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{1.67 \cdot 10^{-27} \cdot 4.38 \cdot 10^6}{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 2} = 2.28 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

F_m solo cambia
la v en dirección
y no el módulo
(Es una F_n)
la que actúa

$$\text{La } E_c = \frac{1}{2} m v^2 =$$

$$V_{A \rightarrow B} = \Delta E_{A \rightarrow B}$$

$$g_p \cdot (V_A - V_B) = \frac{1}{2} M v^2 - \frac{1}{2} M v_0^2$$

$$\sqrt{\frac{2 g_p (V_A - V_B)}{M}} = v$$

$$v = 4138 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi R}{v} = 312 \cdot 10^8 \text{ s}$$

$$16 \cdot 10^{-14} \cdot 2$$

c) Para calcular el periodo T del protón tenemos en cuenta que en un M.C.U $\Rightarrow v = \frac{2\pi r_p}{T}$

espacio recorrido: longitud de una circunferencia

$$T_p = \frac{2\pi \cdot r_p}{v} = \frac{2\pi \cdot 2'28 \cdot 10^{-2}}{4'38 \cdot 10^{+6}} = 3'2 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

tiempo empleado: periodo

$$T_{e^-} = \frac{2\pi r_{e^-}}{(v)} \rightarrow \text{A ser } r_p > r_{e^-}, \text{ entonces } \boxed{T_p > T_{e^-}}$$

El periodo no es el mismo.

$(v) \rightarrow$ la velocidad con la que penetraron era la misma

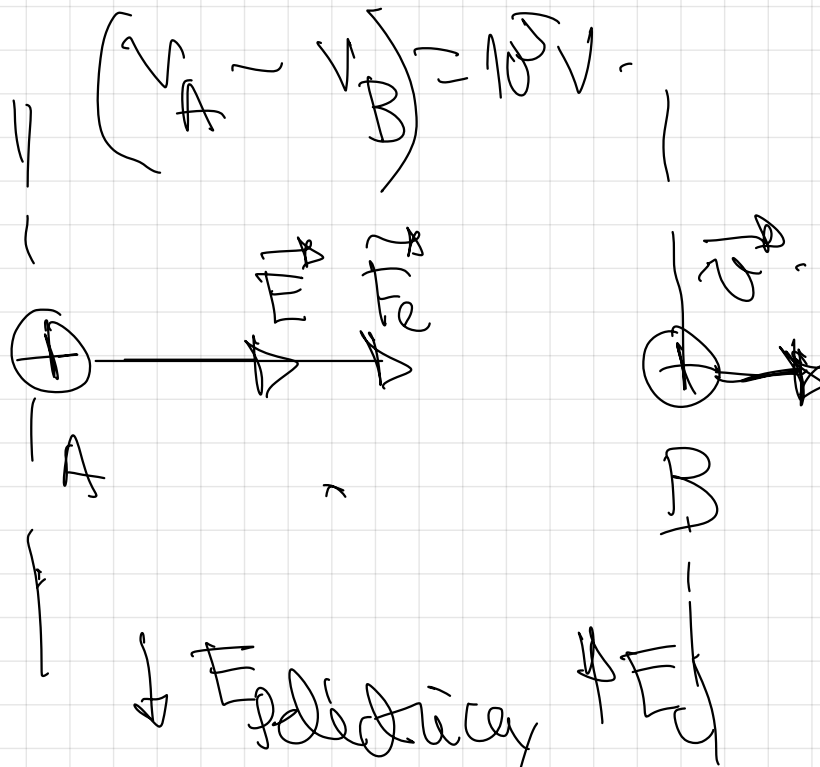
2.- Un protón, tras ser acelerado mediante una diferencia de potencial de 10^5 V, entra en una región en la que existe un campo magnético de dirección perpendicular a su velocidad, describiendo una trayectoria circular de 30 cm de radio.

a) Realice un análisis energético de todo el proceso y, con ayuda de esquemas, explique las posibles direcciones y sentidos de la fuerza, velocidad, campo eléctrico y campo magnético implicados.

b) Calcule la intensidad del campo magnético. ¿Cómo variaría el radio de la trayectoria si se duplicase el campo magnético?

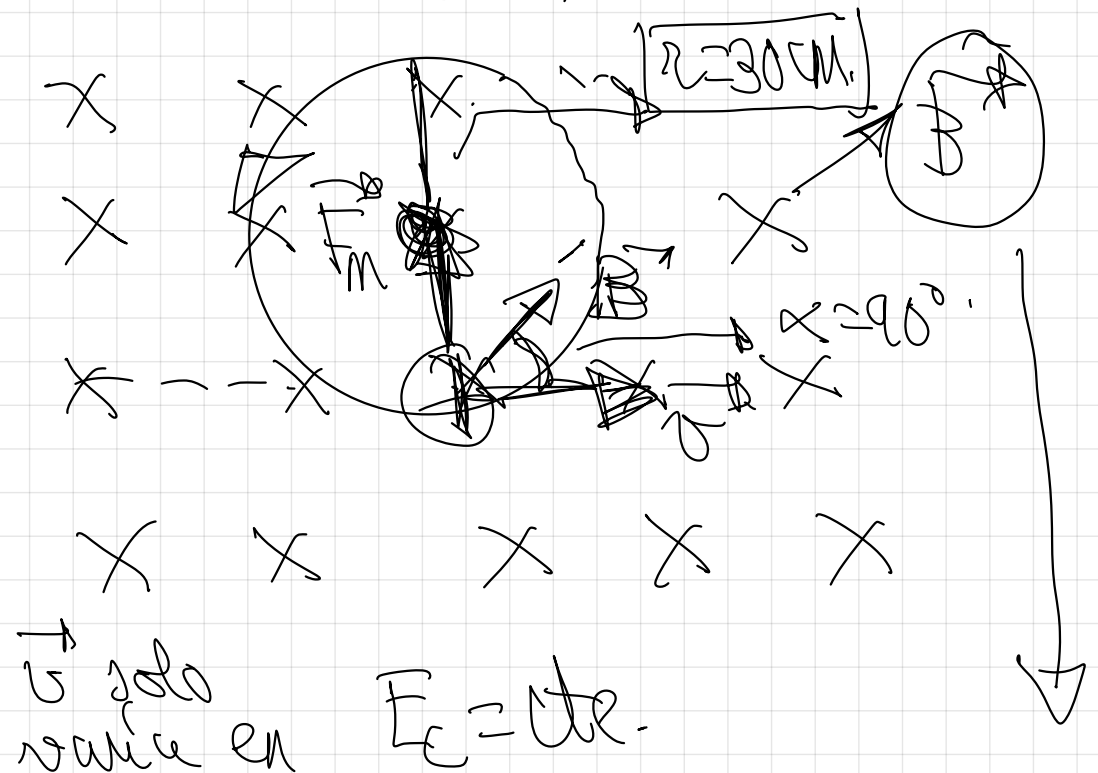
$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

CAMPO ELÉCTRICO.

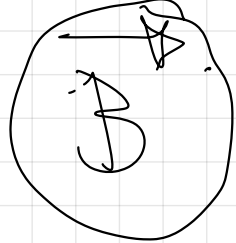


Pag 95.

CAMPO MAGNÉTICO.



detecida,
no en modo $\downarrow$.



$$F_m = F_n$$

$$R = 30 \text{ cm}$$

$$r = 0.13 \text{ m}$$

$$W_{A \rightarrow B} = DE_{A \rightarrow B}$$

$$q \cdot (V_A - V_B) = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2$$

$$q \cdot v \cdot B \cdot \sin 90^\circ = m \cdot a_n$$

$$q \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot q (V_A - V_B)}{m_p}}$$

$$B = \frac{m \cdot v}{q \cdot r} = \frac{1.67 \cdot 10^{-27} \cdot 4.38 \cdot 10^6}{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 0.13}$$

$$v \approx \sqrt{\frac{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^5}{2 \cdot 1.67 \cdot 10^{-27}}} = 4.38 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$B = 0.15 \text{ T}$$

¿Como varía r ?

Obtengo la expresión de r .

$$g = v/B \cdot \cancel{2\pi} \cdot \cancel{r} \cdot \cancel{10} = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$r = \frac{m \cdot v}{g \cdot B}$$

$$r^1 = \frac{m \cdot v}{g \cdot 2B}$$

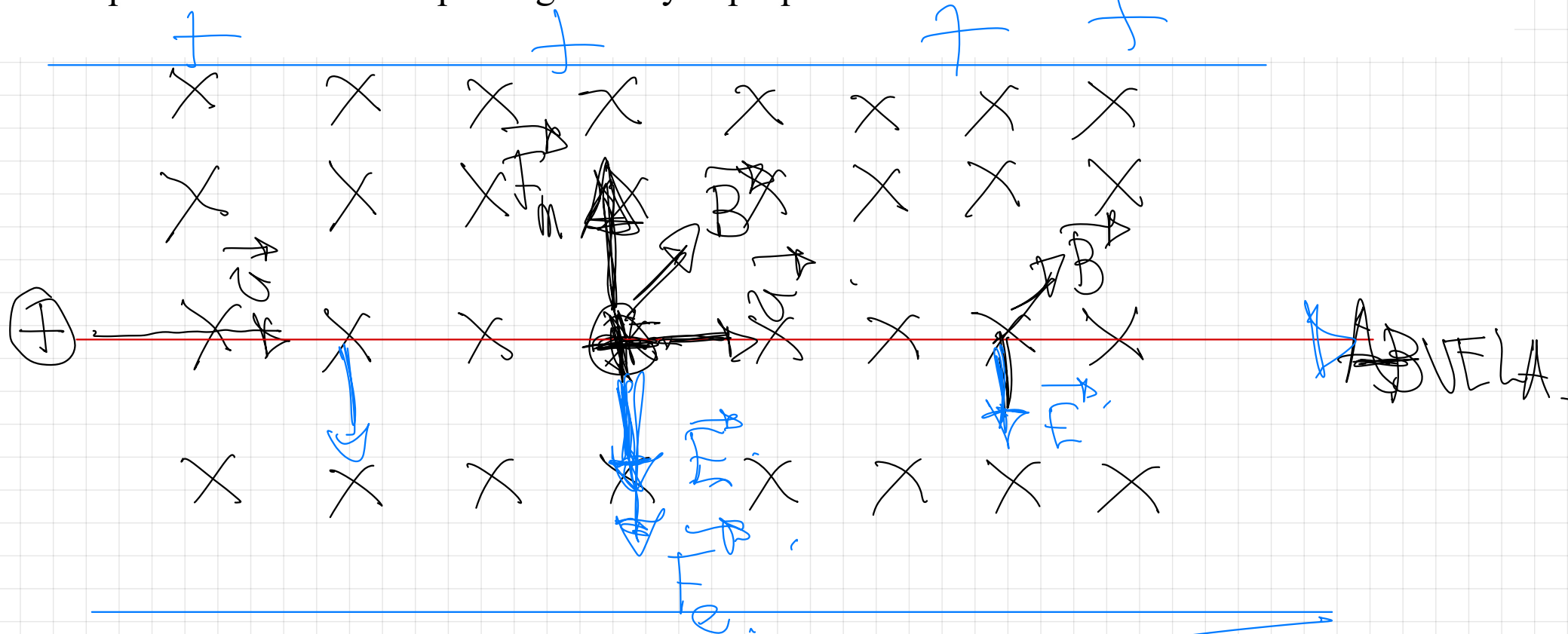
$$\boxed{r^1 = \frac{1}{2} r}$$

El radio se reduce a la mitad.

B se duplica.
X X X X X X
X X X X X X
X X X X X X
X X X X X

8.- a) ¿Cuál es la condición para que una partícula cargada, que se mueve en línea recta, siga en su trayectoria rectilínea cuando se somete simultáneamente a un campo eléctrico y a otro magnético, perpendiculares entre si y perpendiculares a la velocidad de la carga?

b) Dibuje las trayectorias de la partícula cargada del apartado a) si solo existiera el campo eléctrico o el campo magnético y explique en cada caso si varía la velocidad



Para que no se desvíe:

$$|F_m| = |F_e|$$

$$\cancel{q} \cdot v \cdot B \cdot \cancel{\sin 90^\circ} = \cancel{q} \cdot E$$

$$v \cdot B = E$$

Debe haber
 en esta
 velocidad para
 que la condición
 de equilibrio
 se cumpla.

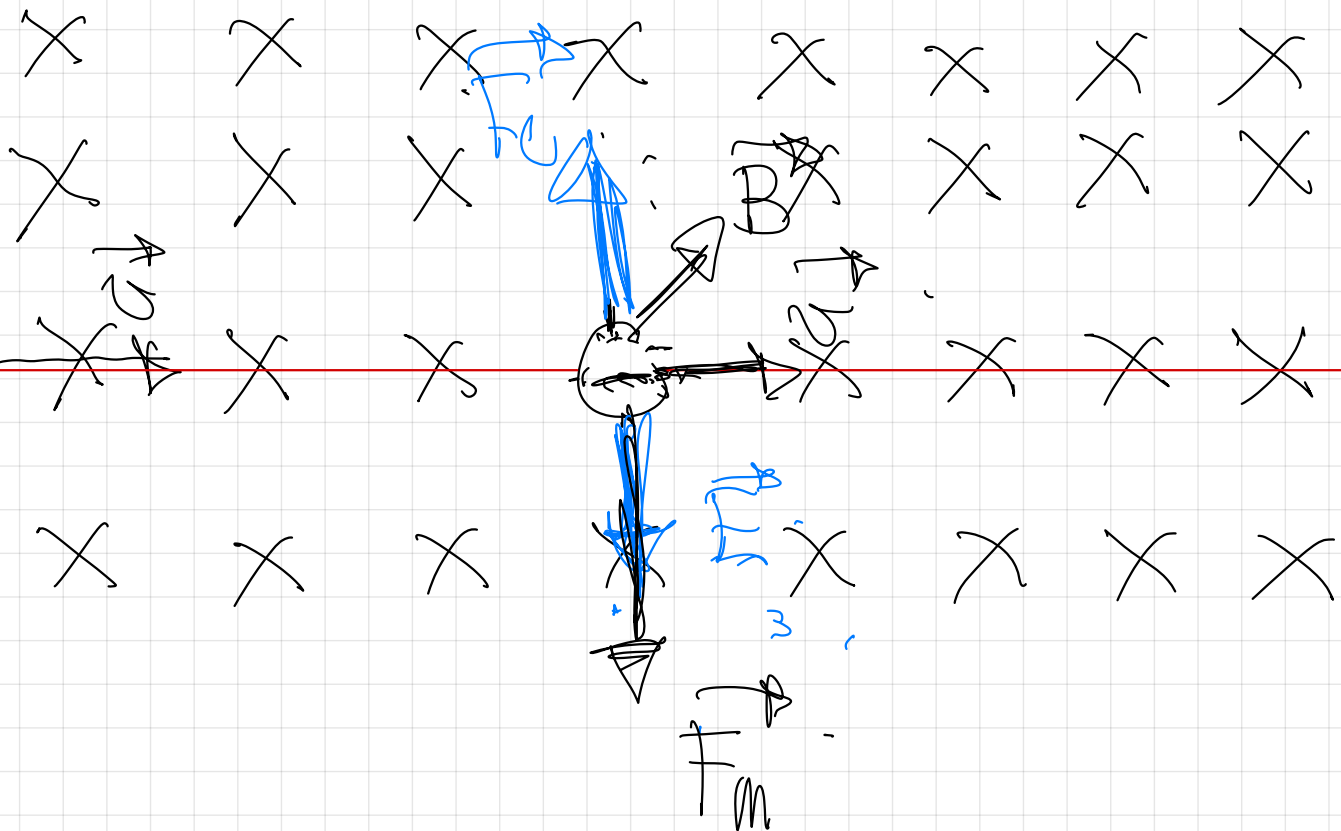
$$\left(\frac{E}{B} \right)$$

→

Ondas electromagnéticas

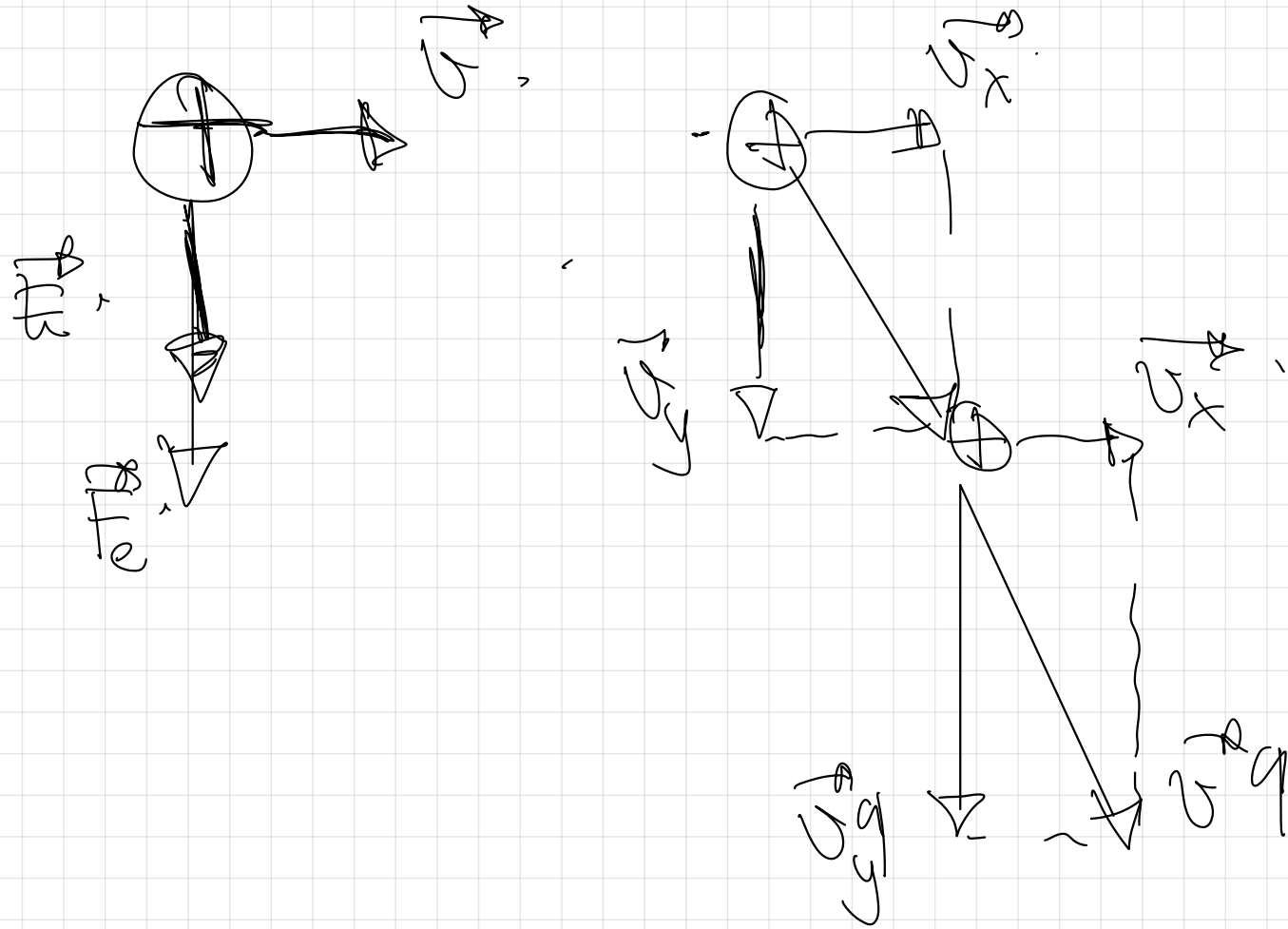
$$\left(\frac{E}{B} \right)$$

1



ABUELA

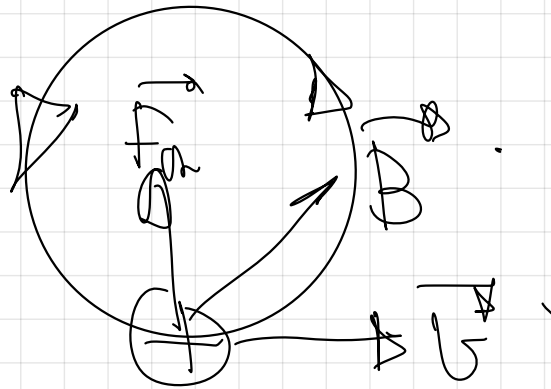
Si solo esiste il elettrico.





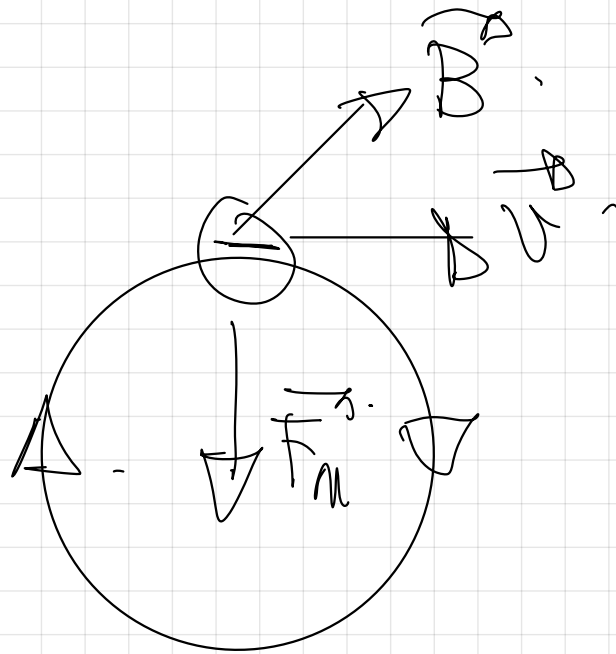
Si solo actúa el
eléctrico $\vec{v}$.

Si solo actúa el magnético

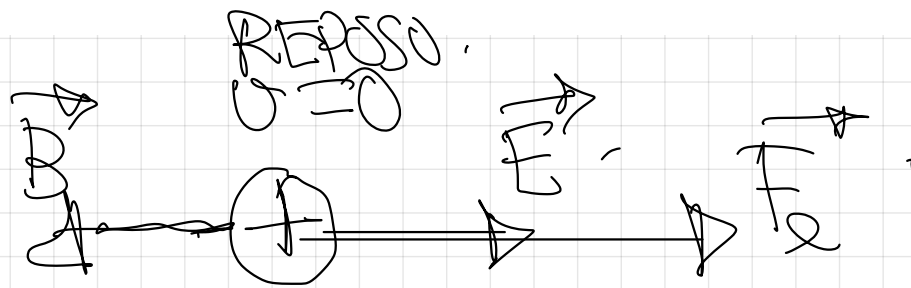


M.C.V.

lo vaia lo $\vec{v}$
en módulo -



10.- Supongamos que en una región del espacio tenemos un campo eléctrico y un campo magnético de sentidos opuestos y que en el interior de esa región dejamos en reposo una carga positiva. Explica el movimiento que realizará dicha carga.



$$\vec{F}_m = q \cdot \vec{v} \times \vec{B} \text{ y como } \vec{v} = 0$$

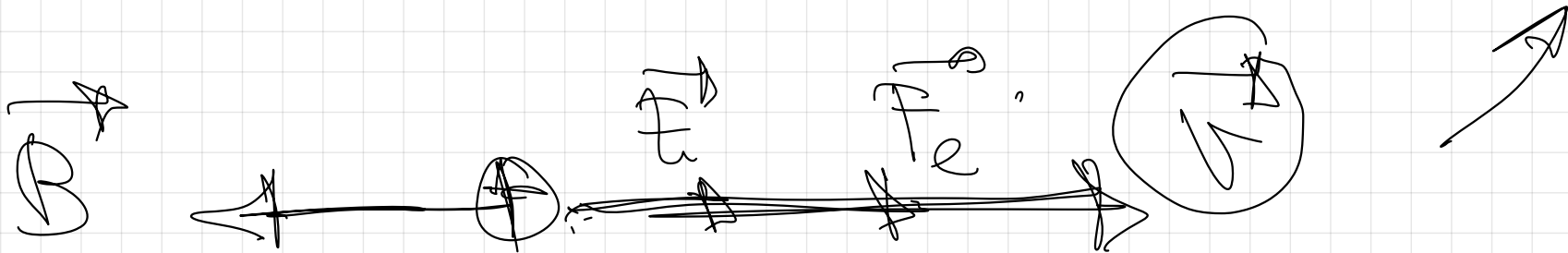
$$\boxed{\vec{F} = q \cdot \vec{E}}$$

Por el efecto de la F eléctrica la carga se moverá.

$$F_m = 0,$$

Movimiento
acelerado.

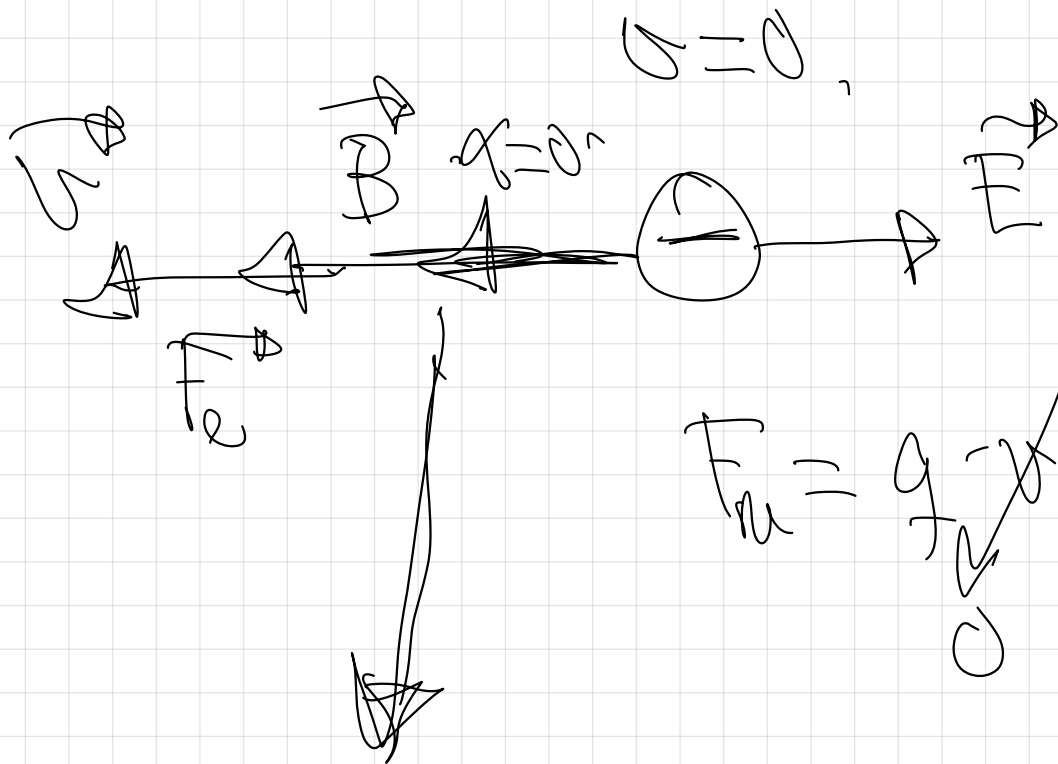
$F_e = m \cdot a$
Si E ~~es~~ uniforme
y a uniforme,
MRUA.



$$F_m = q \cdot v \cdot B \cdot \sin(90^\circ) = 0,$$

La F_m no actúa cuando la velocidad
de la carga y el campo son en la

misma dirección.



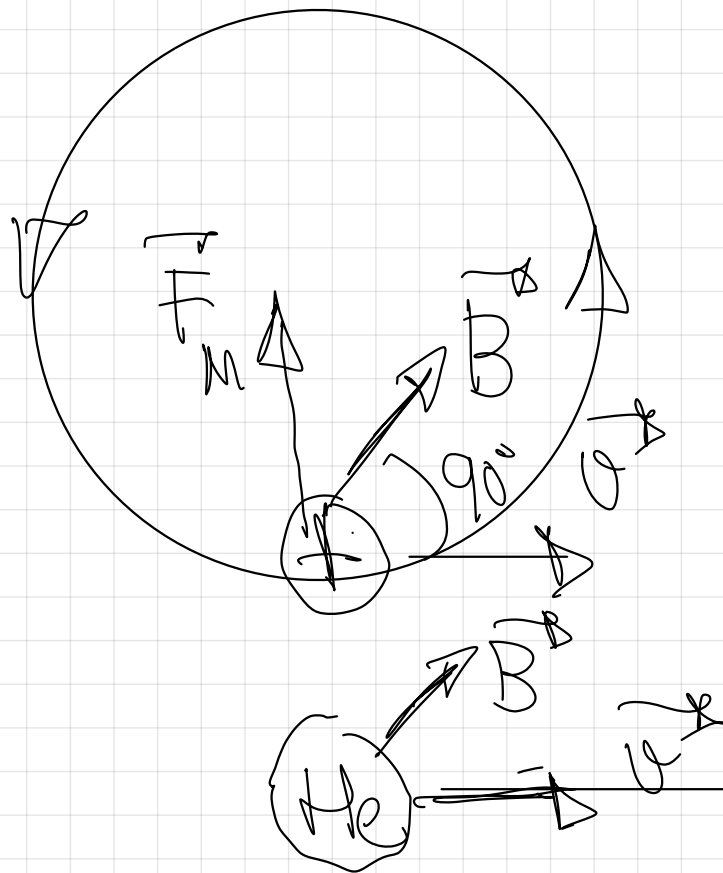
$$F_m = \cancel{q} \cdot \cancel{B} \cdot \cancel{2\pi\lambda} = 0$$

$$F_m = q \cdot v \cdot B \cdot 2\pi\lambda^0 = 0.$$

3.- Un electrón, un protón y un átomo de Helio penetran en una zona del espacio en la que existe un campo magnético uniforme en dirección perpendicular a la velocidad de las partículas, que es común en los tres casos.

a) Dibuje la trayectoria que seguirá cada una de las partículas e indique sobre cuáles de ellas se ejerce una fuerza mayor.

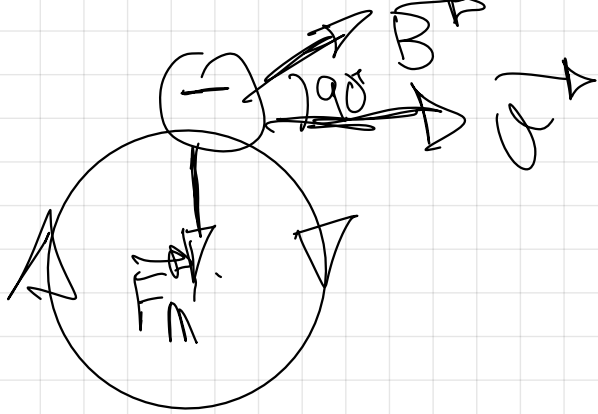
b) Compare las aceleraciones de las tres partículas. ¿Cómo varía su energía cinética?



$$q_p = |q_e| = e$$

$$F_m = q \cdot v \cdot B \cdot \sin 90^\circ$$
$$\boxed{F_{mp} = e \cdot v \cdot B}$$

$$\boxed{F_{m_{He}} = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha = 0}$$



$$F_{\text{m}e} = e \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$$

$$F_{M_p} = F_e \quad \Rightarrow \quad \cancel{F_{He}} \quad 0$$

He

$\boxed{a \geq 0}$

~~$F_m = m - a$~~

$$\textcircled{+} \quad F_n \cong \mathbb{N}_p \downarrow$$

$$11 \text{ m}_T > m_2$$

① $F_M = m_e \cdot a_{e, \downarrow}$

$$a_{n_{e^-}} > a_{n_f} > a_{n_{He}} \nearrow 0.$$

$$\frac{\frac{1}{\sqrt{1-v^2}}}{r} \quad \frac{1}{r}$$

$$r_e < r_p$$

¿Cond varía en E_c ?

E_{cp} no varía ya que $E_c = \frac{1}{2} m v_p^2$
 y E_{cm} no hace cambio de velocidad
 en módulo (en dirección sí).

$$W = \int E_c = 0.$$

$E_{c \text{ neutón}}$ no varía no varía ya que no se ejerce sobre el ninguna fuerza.

$$F = 0 \Rightarrow a = 0 \Rightarrow v = \text{cte}$$

$E_{c e^-}$ no varía por la misma razón que la el protón.

¡Ojo! No variaba la E_c a ninguno
de los tres pero,

$$m_{\text{He}} > m_p > m_{e^-}$$

$$E_{c\text{He}} > E_{cp} > E_{ce^-}$$

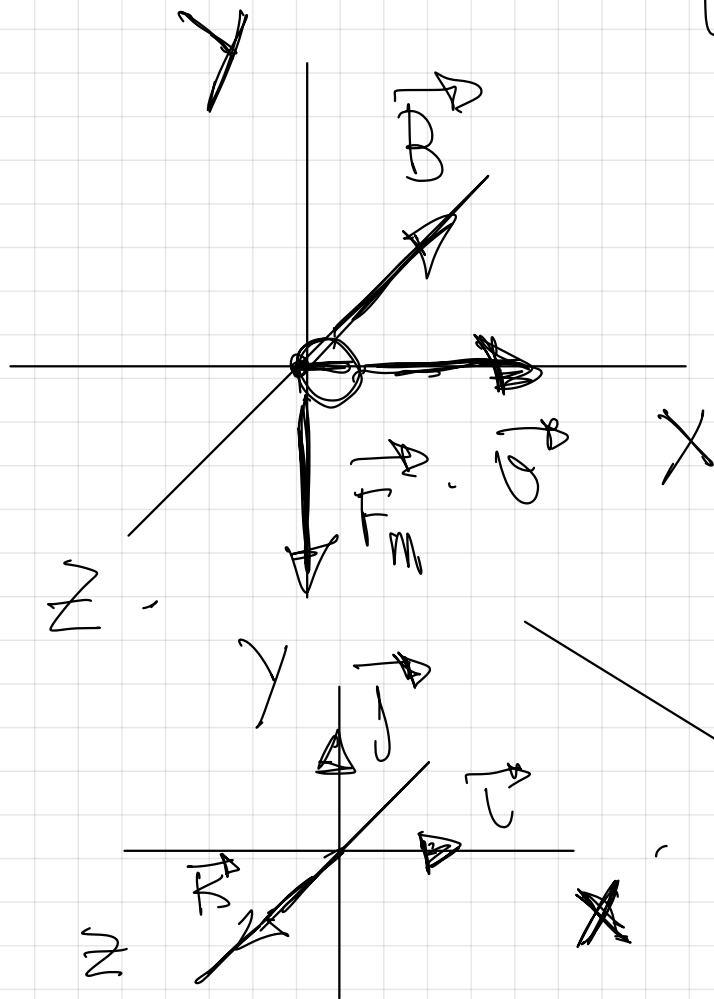
Aunque la E_c no variaba
el átomo de He es el
que tiene mayor masa
y por ello mayor E_c

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

es igual en los tres.

49.- En una región del espacio existe un campo magnético uniforme en el sentido negativo del eje Z. Indique, con la ayuda de un esquema, la dirección y sentido de la fuerza magnética en los siguientes casos:

- una partícula β que se mueve en el sentido positivo del eje X;
- una partícula α que se mueve en el sentido positivo del eje Z;

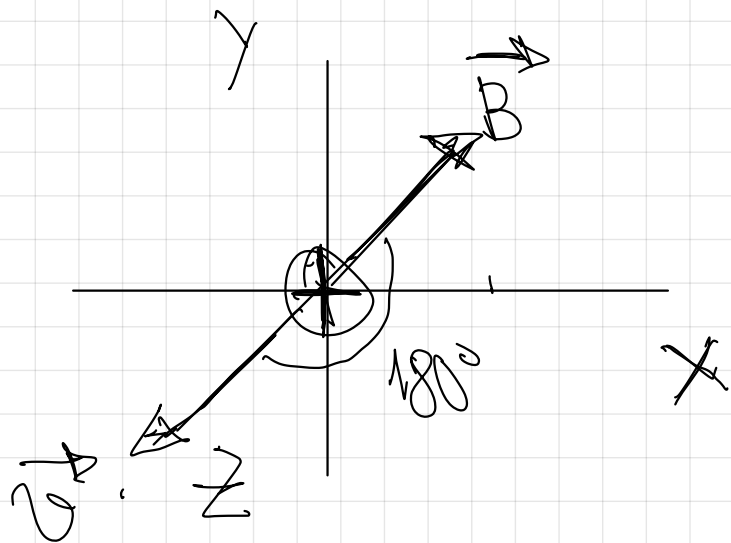


la partícula β es un electrón de origen nuclear, $\odot$, si masa es la del electrón

$$\vec{F}_m = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$

ley de Lorentz

dirección de la fuerza perpendicular al plano formado por $\vec{v}$ y $\vec{B}$.
 sentido de la fuerza: el contrario al que nos marca la regla de la mano izquierda



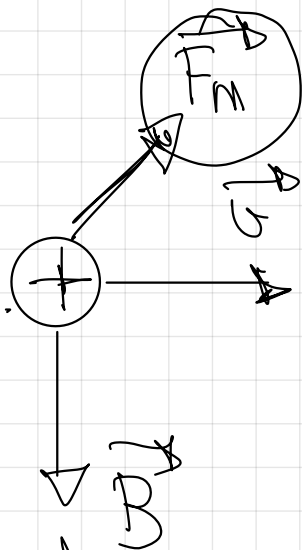
La partícula α equivale
a 2 protones junto a 2 neutrones
(${}^4_2\text{He}$), posee 2 cargas positivas
y como $m_p \approx m_n$ $M_{{}^4_2\text{He}} \approx 4m_p$

$$\vec{F}_m = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$

$$F_m = q \cdot v \cdot B \cdot \sin 180^\circ = 0$$

No aparece fuerza magnética
ya que el campo magnético
 $\vec{B}$ posee la misma dirección
que la velocidad $\vec{v}$ (y
en este caso sentido contrario).

51.- En una región existe un campo magnético uniforme dirigido verticalmente hacia abajo. Se disparan dos protones horizontalmente en sentidos opuestos. Razone qué trayectorias describen, en qué plano están y qué sentidos tienen sus movimientos.



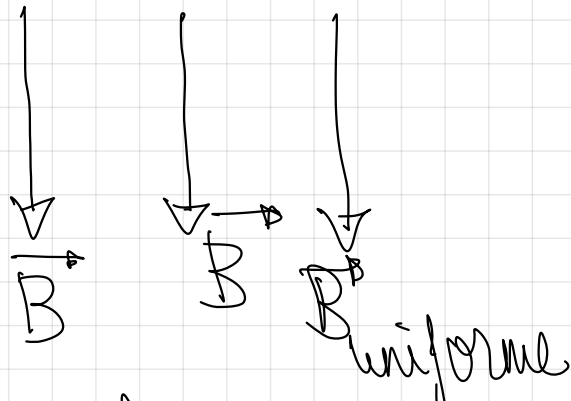
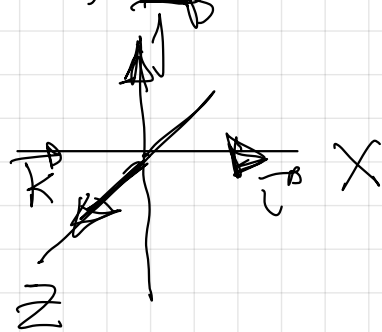
ley de Lorentz

$$\vec{F}_m = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$

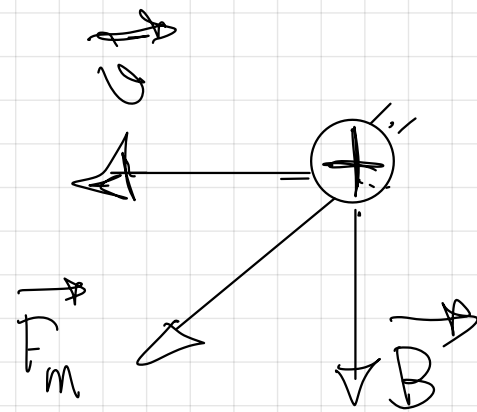
$$\vec{F}_m = q \cdot \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ v_x & 0 & 0 \\ 0 & -B_y & 0 \end{vmatrix}$$

$$\vec{F}_m = q \cdot (v_x (-B_y) \cdot \vec{k})$$

$$\vec{F}_m = -q v_x B_y \vec{k}$$



En ambos casos la $\vec{F}_m$ es perpendicular al plano formado por $\vec{v}$ y $\vec{B}$ (plano del papel o pizarra).
 Su sentido lo da la regla de la mano izquierda (CONPROBARLA)



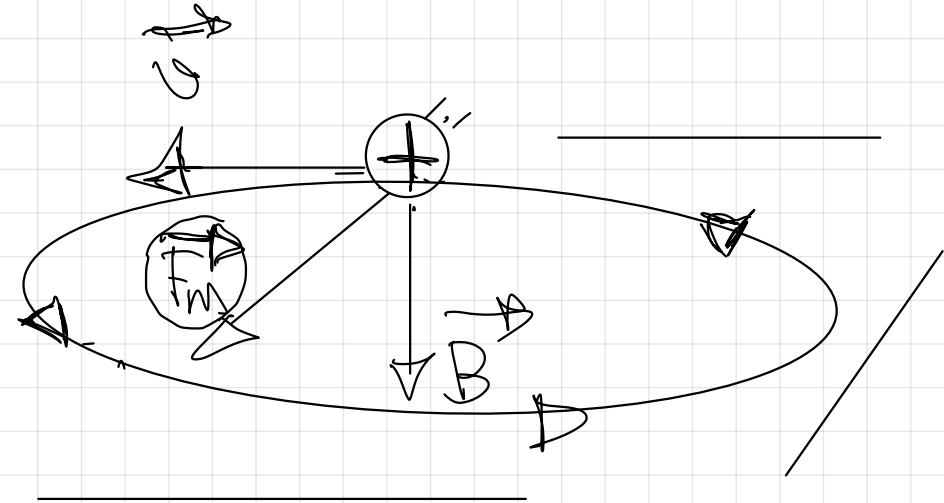
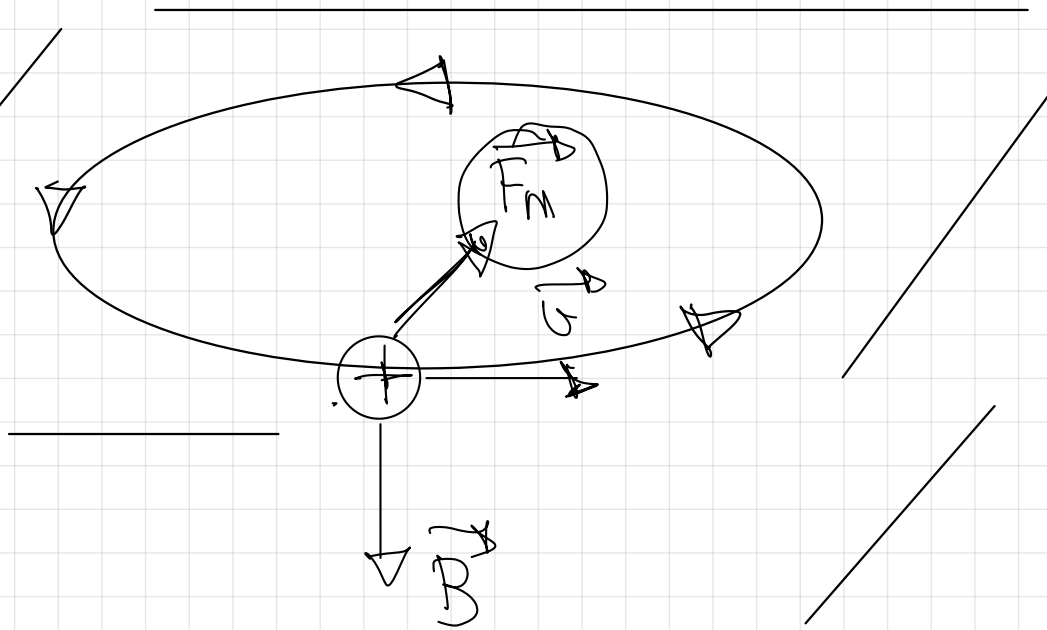
ley de Lorentz

$$\vec{F}_m = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$

$$\vec{F}_m = q \cdot \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ -v_x & 0 & 0 \\ 0 & -B_y & 0 \end{vmatrix}$$

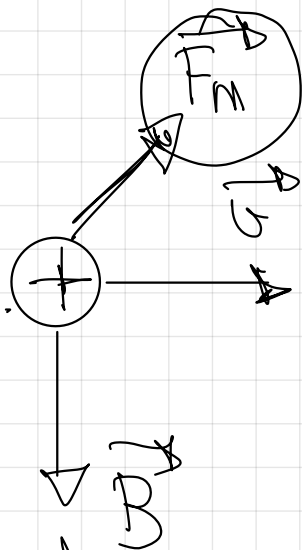
$$\vec{F}_m = q \cdot (-v_x) (-B_y) \vec{k}$$

$$\vec{F}_m = +q v_x B_y \vec{k}$$





 Trayectoria circular ya que la F_m sea siempre perpendicular a la velocidad, como se ve en el dibujo estaría en un plano horizontal y en el sentido descrito.



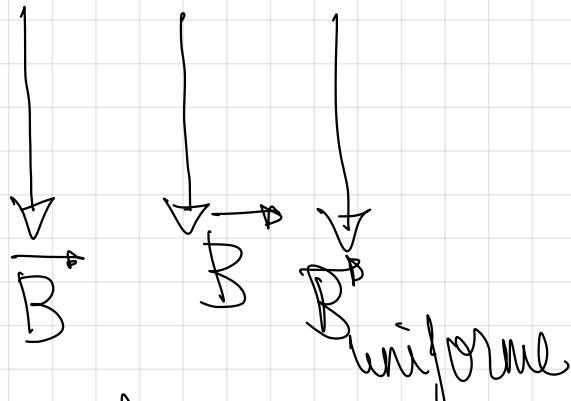
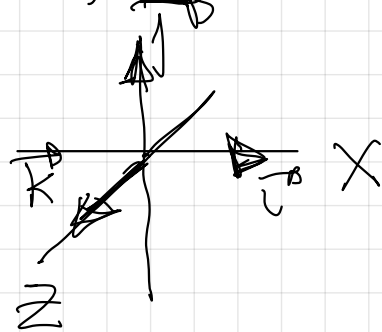
ley de Lorentz

$$\vec{F}_m = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$

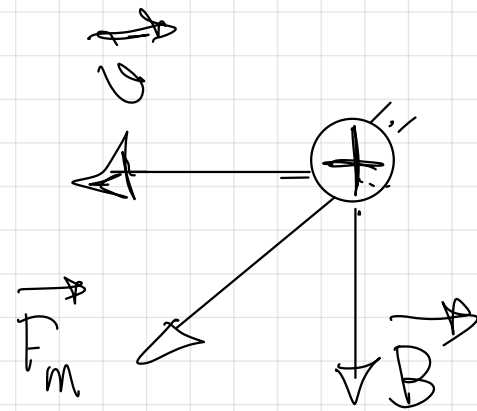
$$\vec{F}_m = q \cdot \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ v_x & 0 & 0 \\ 0 & -B_y & 0 \end{vmatrix}$$

$$\vec{F}_m = q \cdot (v_x (-B_y) \cdot \vec{k})$$

$$\vec{F}_m = -q v_x B_y \vec{k}$$



En ambos casos la $\vec{F}_m$ es perpendicular al plano formado por $\vec{v}$ y $\vec{B}$ (plano del papel o pizarra).
 Su sentido lo da la regla de la mano izquierda (CONPROBARLA!)



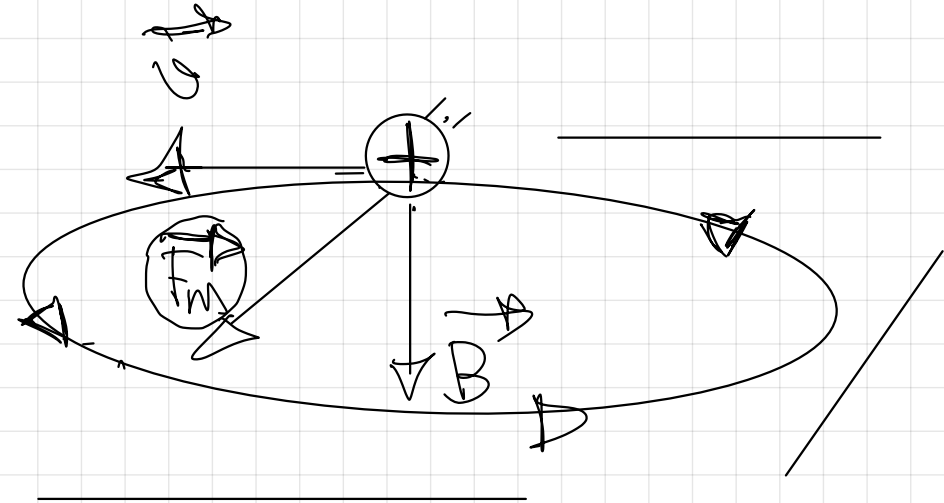
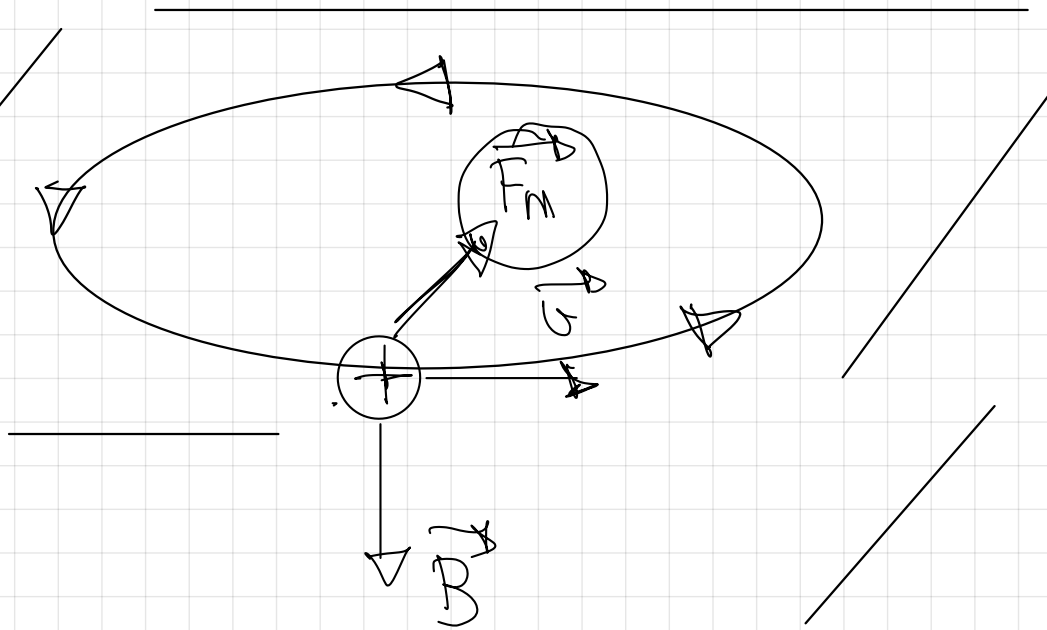
ley de Lorentz

$$\vec{F}_m = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$

$$\vec{F}_m = q \cdot \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ -v_x & 0 & 0 \\ 0 & -B_y & 0 \end{vmatrix}$$

$$\vec{F}_m = q \cdot (-v_x) (-B_y) \vec{k}$$

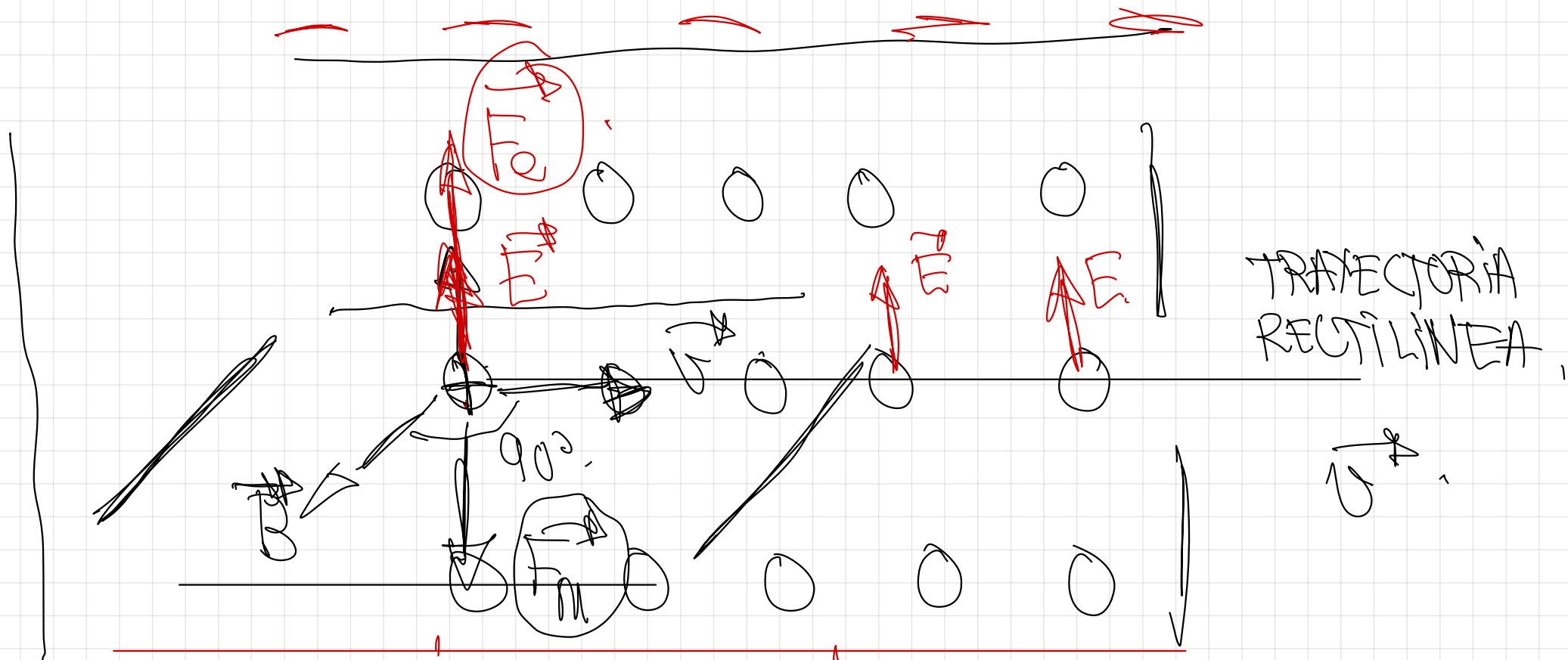
$$\vec{F}_m = +q v_x B_y \vec{k}$$





 Trayectoria circular ya que la F_m sea siempre perpendicular a la velocidad, como se ve en el dibujo estaría en un plano horizontal y en el sentido descrito.

SELECTOR DE VELOCIDADES



$$|F_e| = |F_m|$$

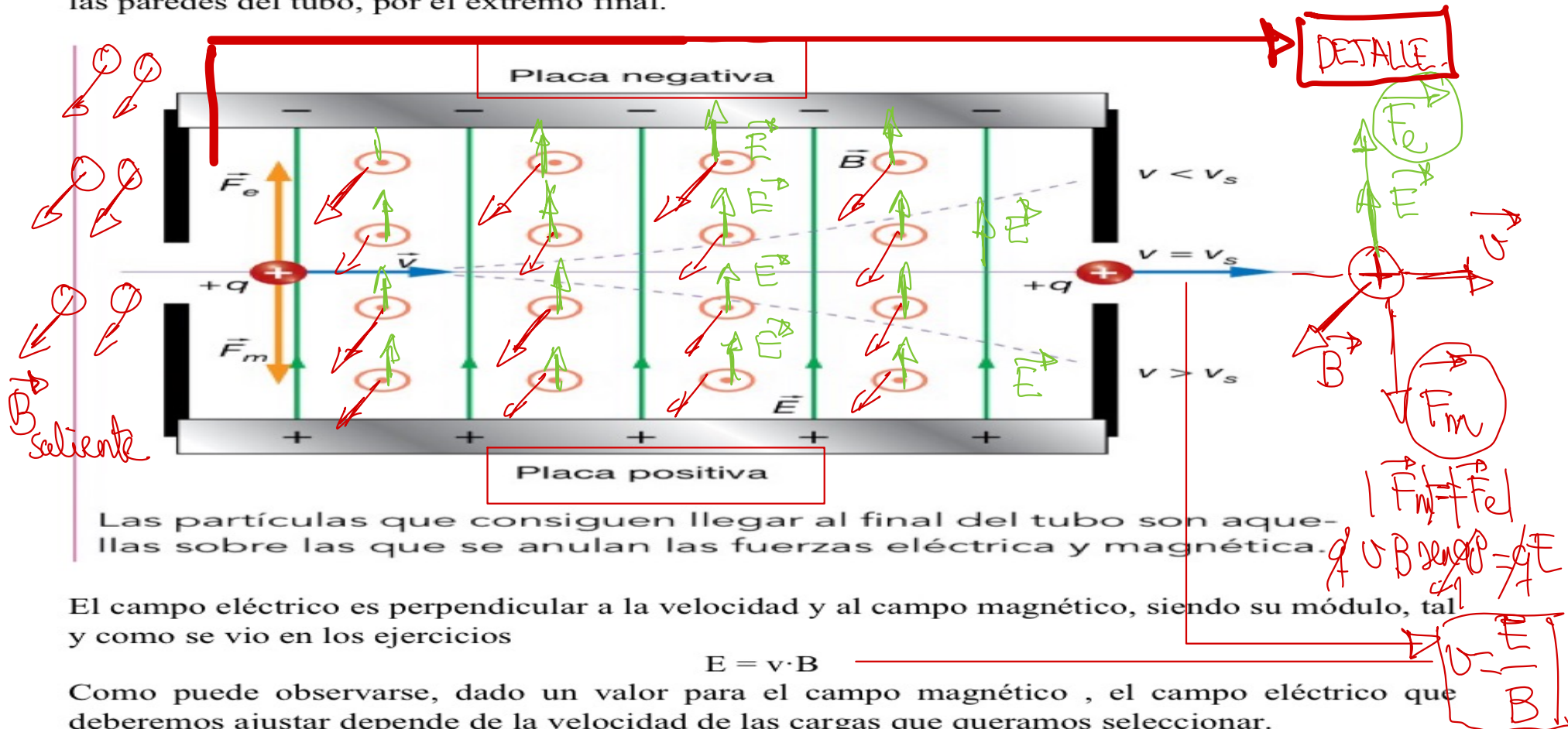
$$q \cdot E = q \cdot v \cdot B \cdot \cancel{\sin 90^\circ}$$

$$v = \frac{E}{B}$$

Un **selector de velocidades** es un tubo con un campo eléctrico y otro magnético, ambos uniformes en su interior. Estos dos campos son perpendiculares entre sí y también al eje longitudinal del tubo.

Por el extremo de entrada del tubo, se inyectan partículas cargadas que han sido aceleradas por una diferencia de potencial.

Los valores de los campos son ajustados para que la fuerza eléctrica y la magnética se cancelen entre sí en aquellas partículas cuya velocidad se seleccione. De este modo, de entre todas las partículas que entran en el tubo, las que se desplacen a la velocidad seleccionada continuarán en línea recta y saldrán por el extremo final del tubo. El resto de las partículas se desviarán, puesto que si experimentan una fuerza neta que hace que curven su trayectoria y choquen con las paredes del tubo, por el extremo final.



Las partículas que consiguen llegar al final del tubo son aquellas sobre las que se anulan las fuerzas eléctrica y magnética.

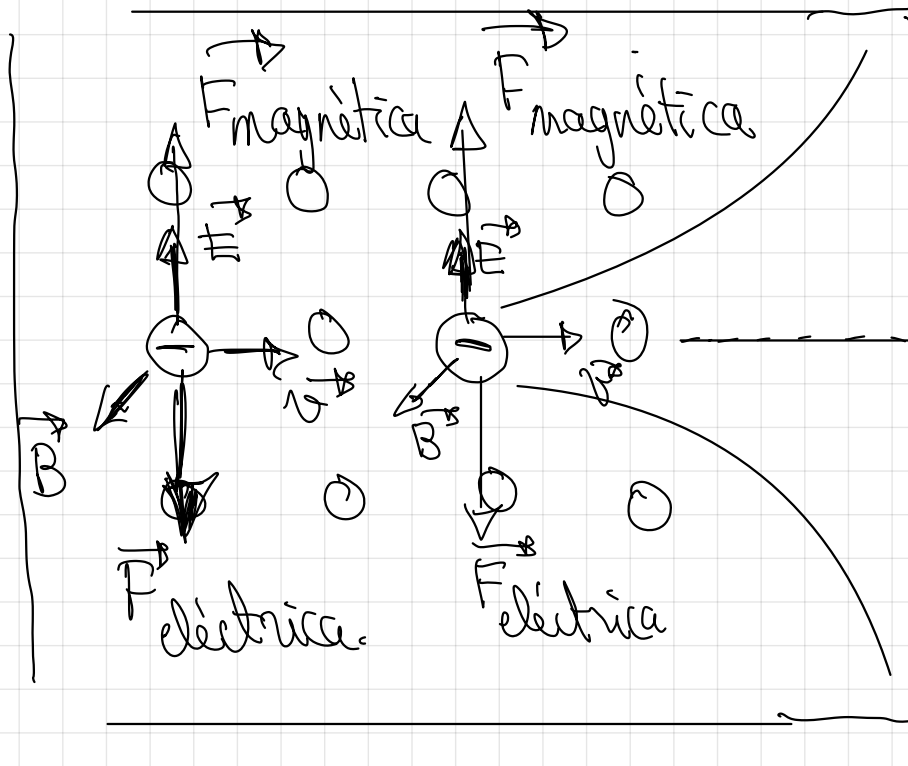
El campo eléctrico es perpendicular a la velocidad y al campo magnético, siendo su módulo, tal y como se vio en los ejercicios

$$E = v \cdot B$$

Como puede observarse, dado un valor para el campo magnético, el campo eléctrico que deberemos ajustar depende de la velocidad de las cargas que queramos seleccionar.

En la imagen aparece una carga eléctrica positiva, aunque el efecto es independiente del valor de la carga y de su signo.

la misma
orientación
de campos
también
funcionaría
en la carga
negativa.



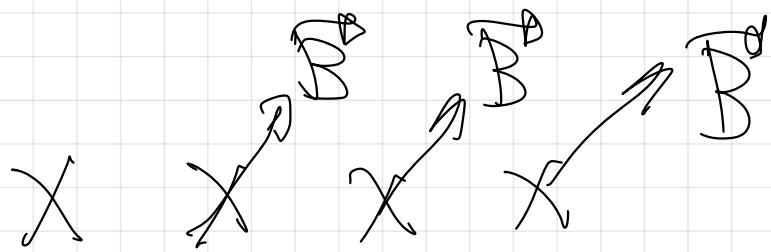
$$F_m = F_e$$

$$q \cdot v B \sin \theta = q \cdot E$$

$$v = \frac{E}{B}$$

$v > v_{salida}$

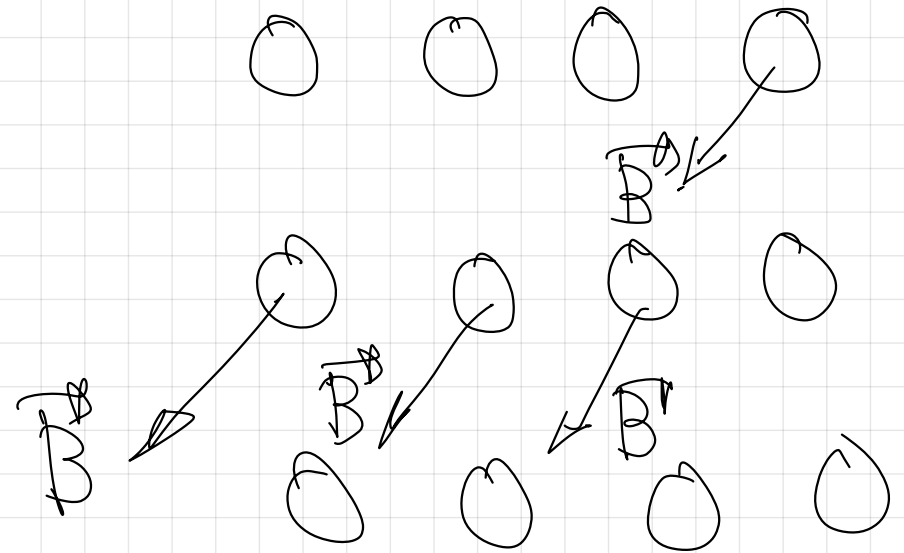
$v < v_{salida}$



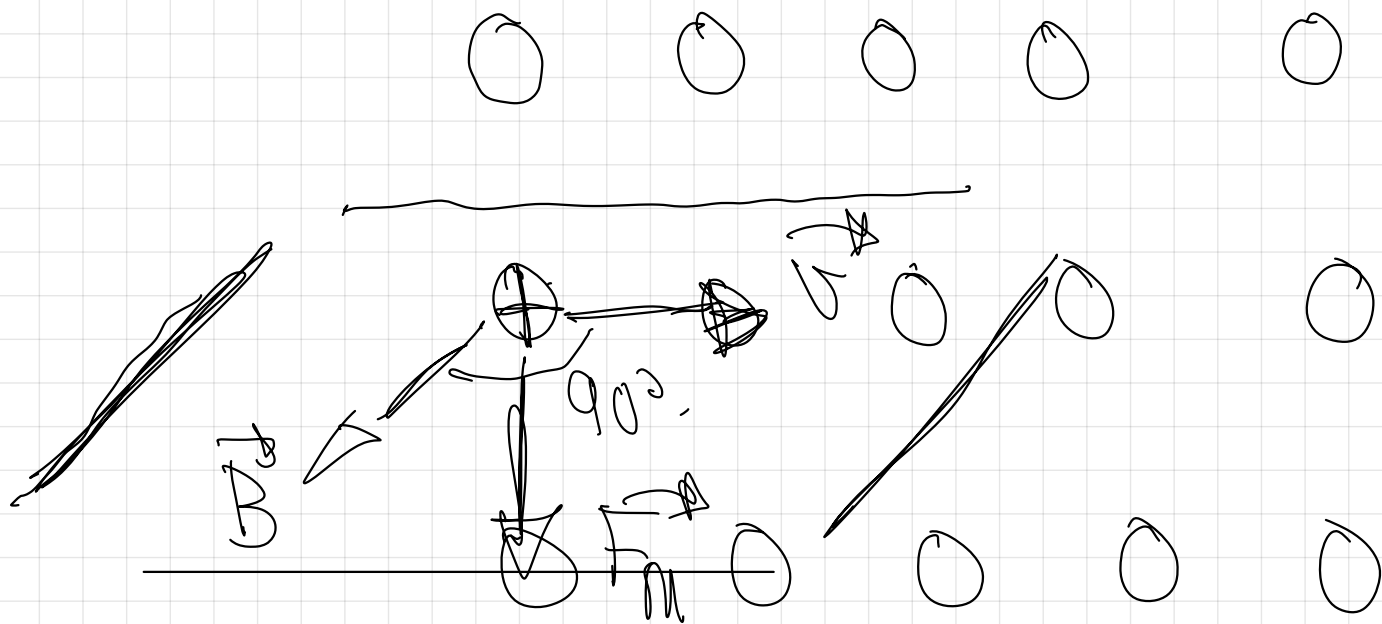
X X X X

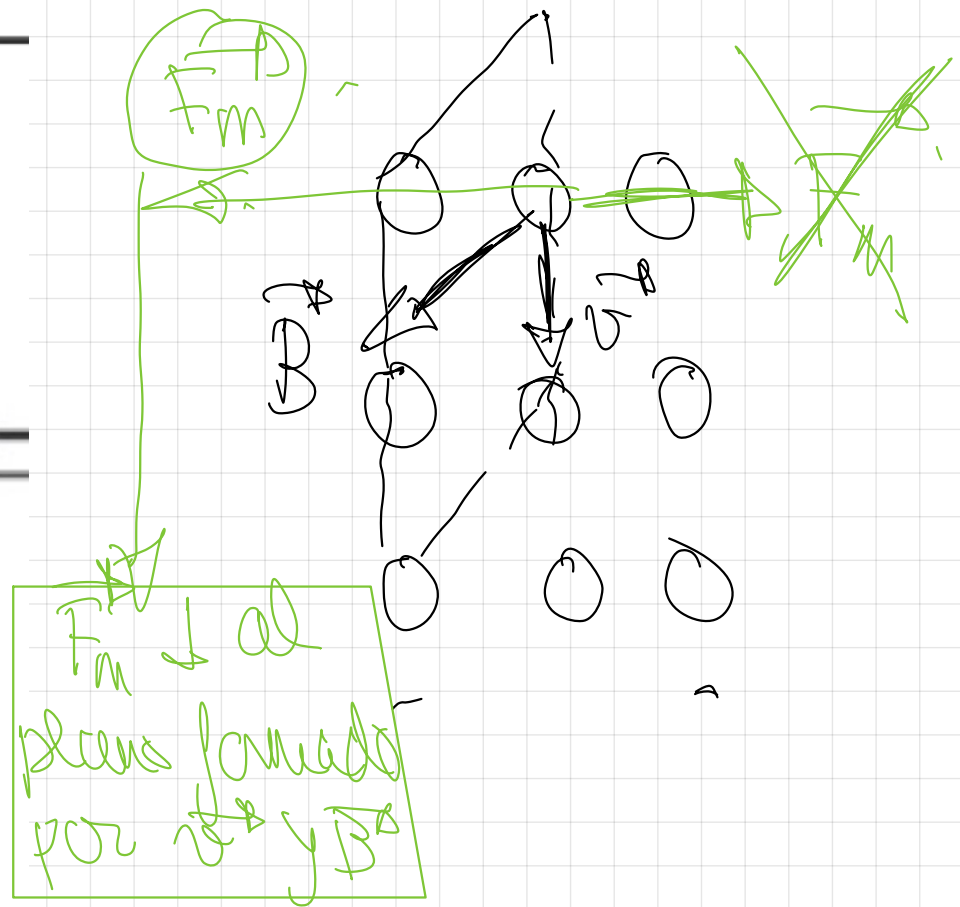
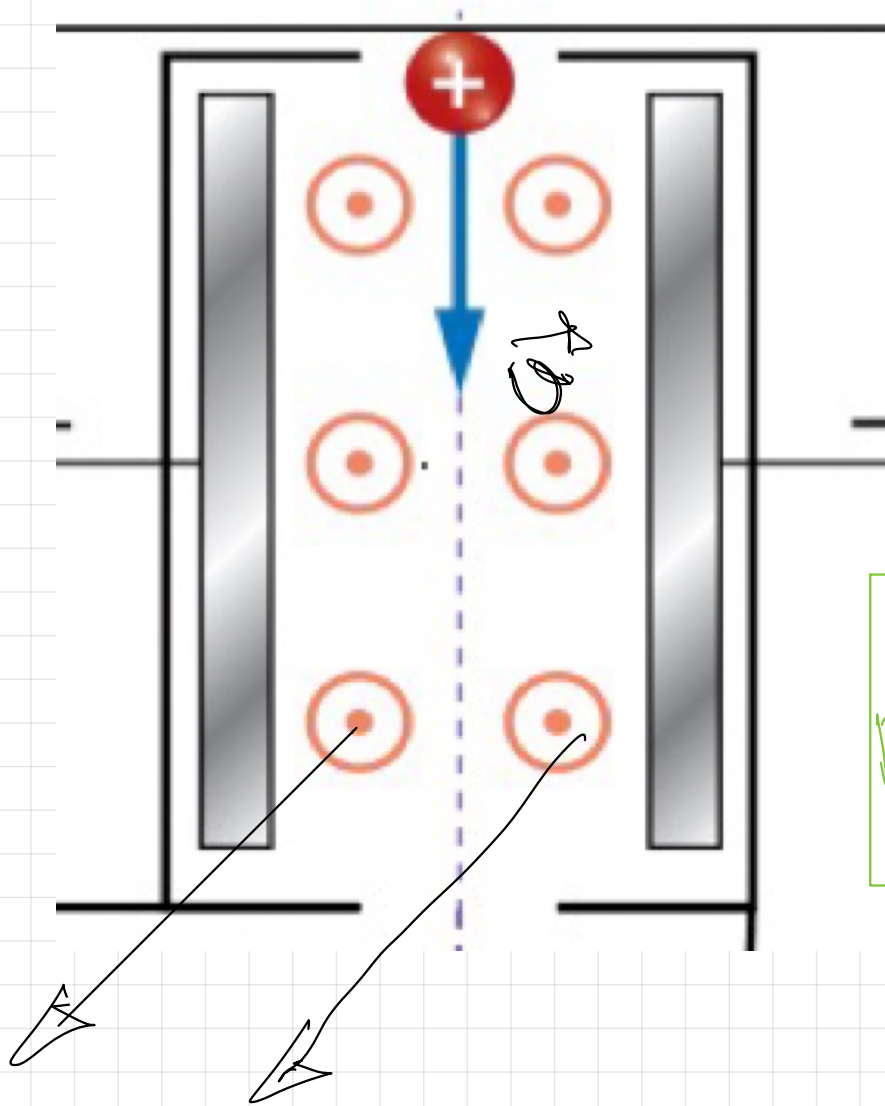
X X X X

B^*
Bentante



B^*
Bivalente.

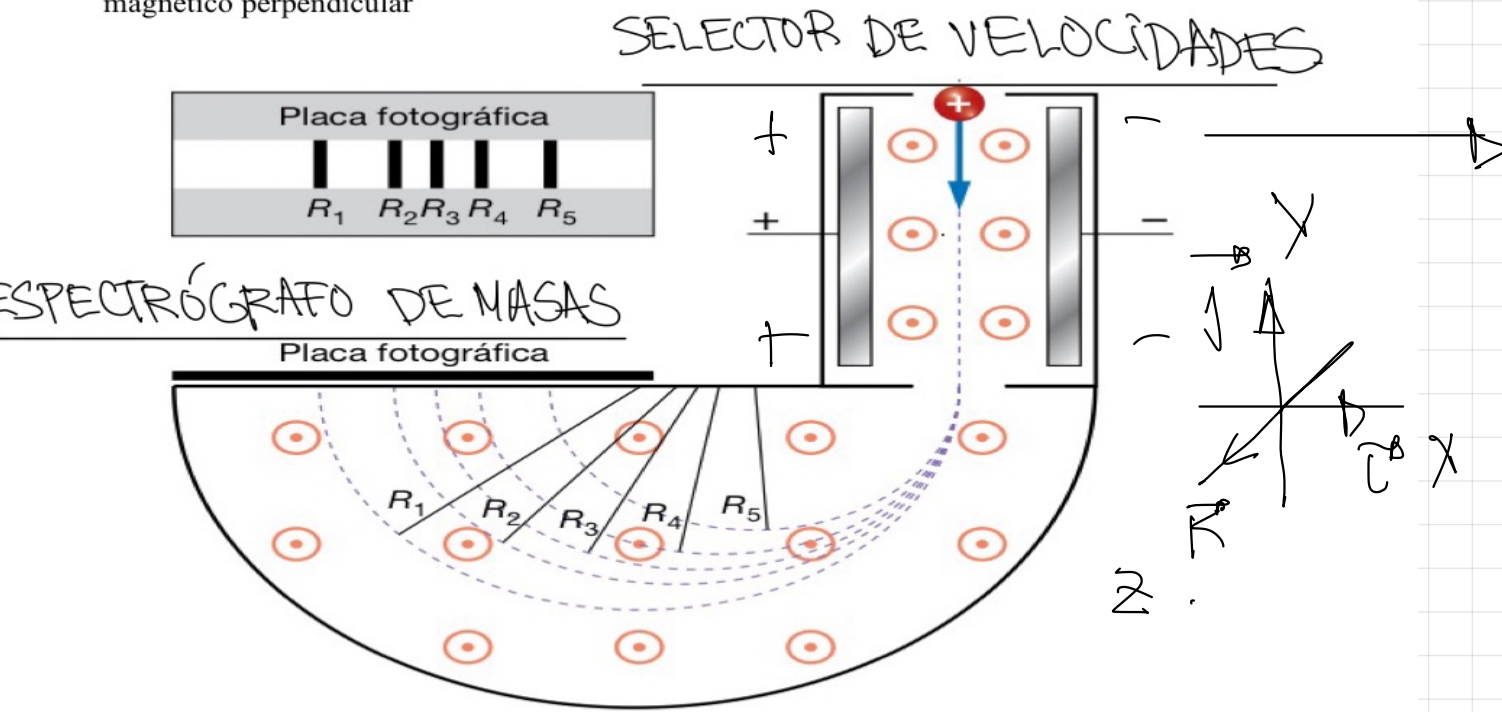




$$\begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 0 & -v_y & 0 \\ 0 & 0 & B_z \end{vmatrix}$$

$$\vec{F} = (-) q \cdot v_y B_z \hat{i}$$

El **espectrógrafo de masas o espectrómetro de masas** es un dispositivo que permite determinar la masa de partículas con carga eléctrica conocida, haciéndolas curvar en un campo magnético perpendicular

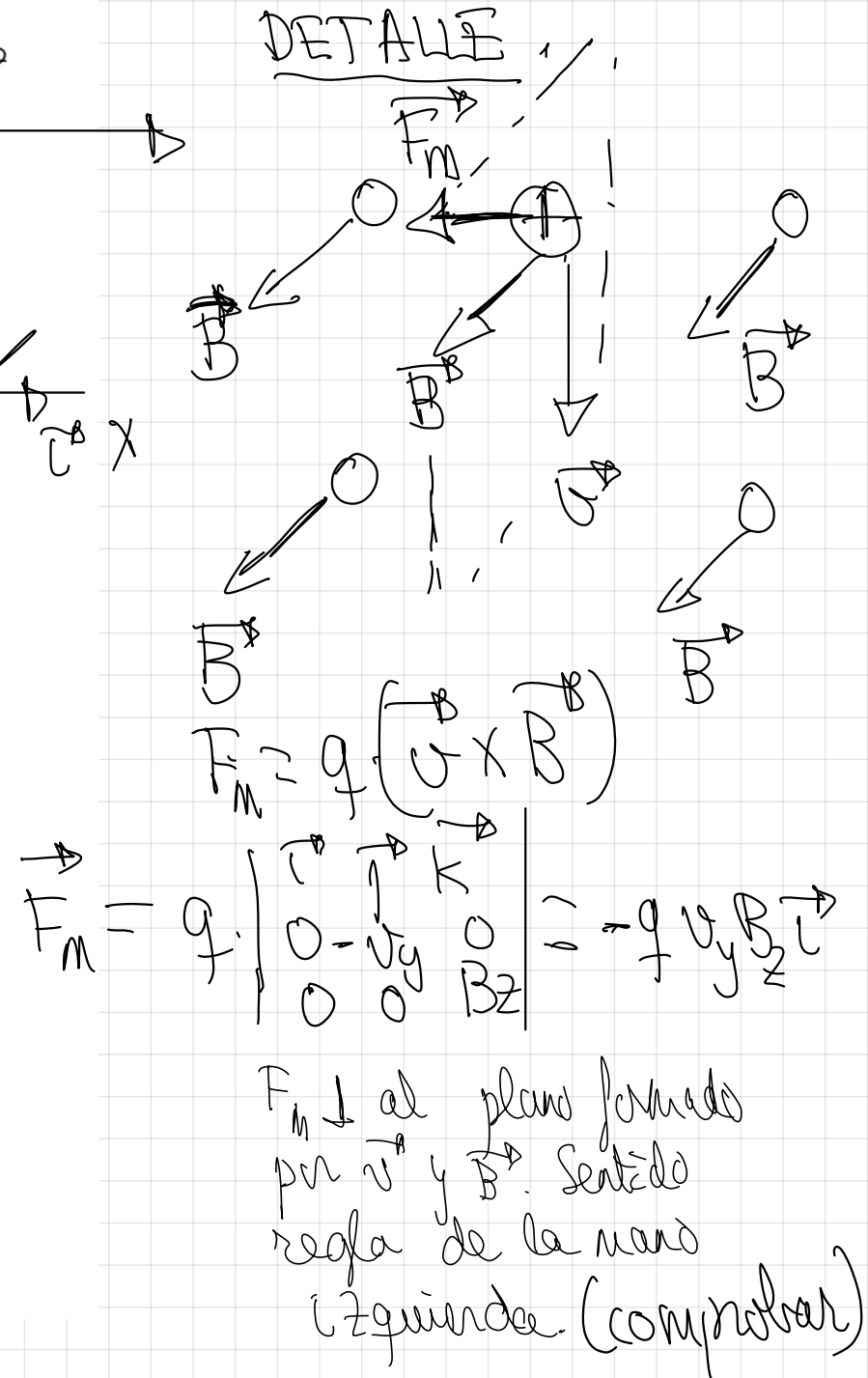


Este dispositivo se ha utilizado para encontrar los distintos isótopos de los elementos. Cada elemento se ioniza de manera estable con la misma carga, independientemente del tipo de isótopo. Por ejemplo, en una cámara de ionización producimos los iones Mg^{2+} y los aceleramos mediante un campo eléctrico para ser introducidos en el selector de velocidades que se ve a la entrada del dispositivo. Con esa velocidad común, como los diferentes isótopos del magnesio poseen distinta masa, al entrar en la zona en donde existe un campo magnético uniforme perpendicular, serán desviados con distinto radio de curvatura según la ecuación

$$r = \frac{m \times v}{q \times B}$$

Tras recorrer media circunferencia, al ser las trayectorias de distinto radio, incidirán separadamente en la placa fotográfica que los detecta, tal y como se ve en la figura, pudiendo despejar la masa a partir de los radios obtenidos.

De esta forma podremos, por ejemplo, determinar que el magnesio está compuesto por un 78,7% de ^{24}Mg , un 10,1% de ^{25}Mg y un 11,2% de ^{26}Mg



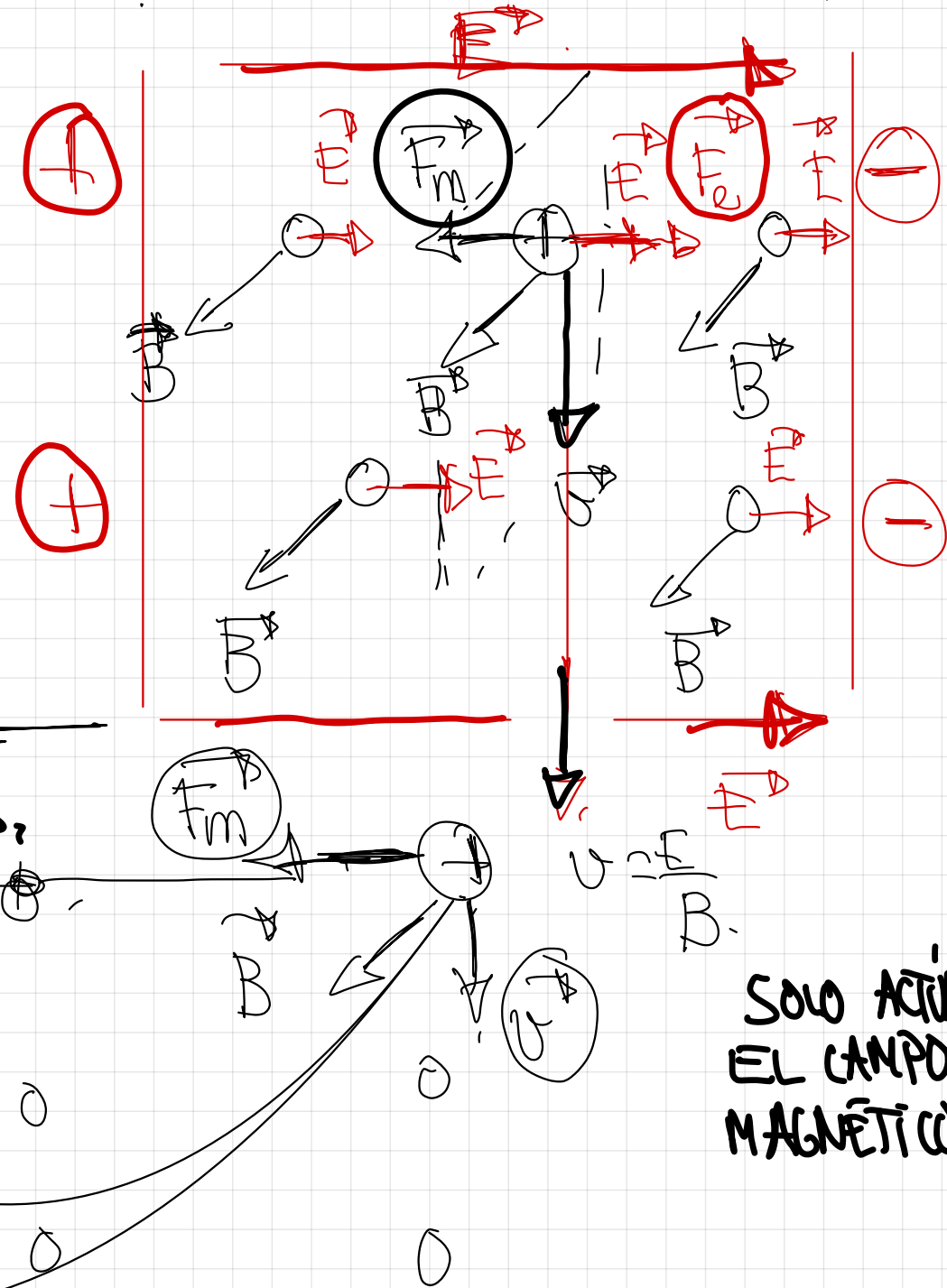
SELECTOR DE VELOCIDADES

$$F_m \approx F_e$$
$$q \cdot v \cdot B \cdot \sin 90^\circ = q E$$

$$v = \frac{E}{B}$$

Penetran con la misma
velocidad y aquí
deja de actuar el
campo eléctrico.

ESPECTRÓGRAFO DE MASAS.



SOLO ACTÚA
EL CAMPO
MAGNÉTICO

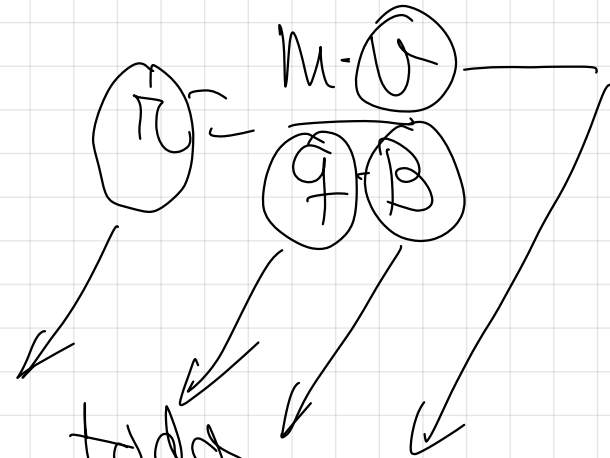


Podemos saber el radio de la trayectoria de la semicircunferencia descrita en el espectrógrafo de masas

$$F_m = F_n$$

$$q \cdot v \cdot B \text{ sea } qv = m \cdot a_n$$

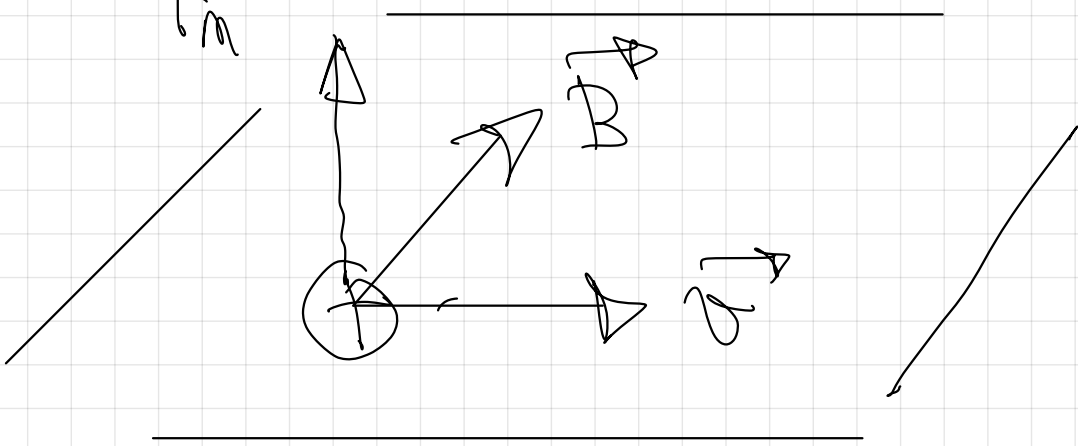
$$q \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{r}$$



Sabiéndolos todos
podría hallar la
masa de la partícula
cargada que se introduce.

50.- De los tres vectores que aparecen en la ecuación $\mathbf{F} = q \mathbf{v} \times \mathbf{B}$, ¿qué pares de vectores son siempre perpendiculares entre sí y cuáles pueden no serlo?

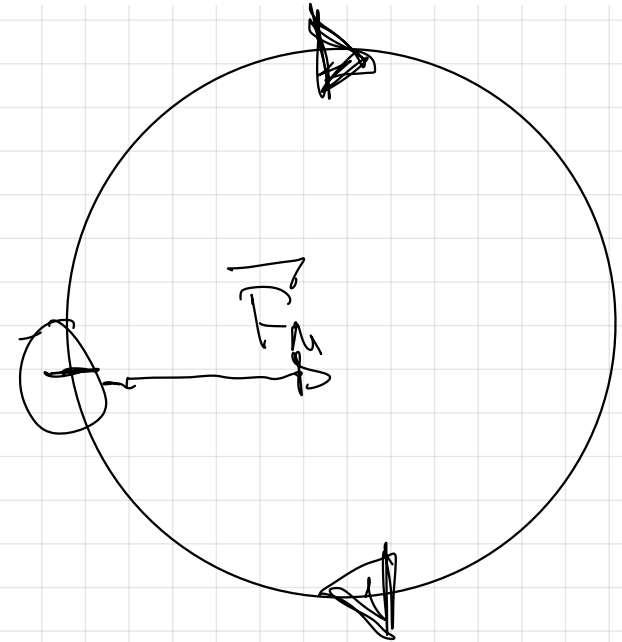
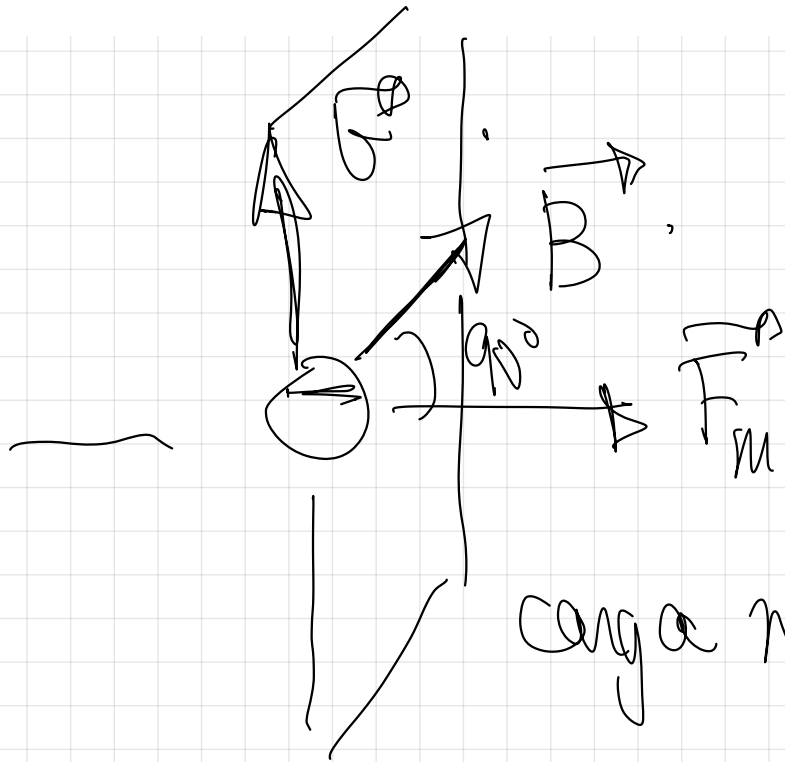
ley de Lorentz $\Rightarrow \vec{F} = q (\vec{v} \times \vec{B})$.



$\vec{F}_m \perp$ a la $\vec{v}$
 $\vec{F}_m \perp$ al $\vec{B}$.

$\vec{v}$ y $\vec{B}$ podrían no ser perpendiculares entre sí.

52.- Sobre un electrón, que se mueve con velocidad v , actúa un campo magnético B en dirección normal a su velocidad. Deduzca las expresiones del radio de la órbita, del período del movimiento y de la frecuencia del movimiento.



$$F_m = F_n$$

$$e \cdot v \cdot B \cdot \sin 90^\circ = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$\boxed{R = \frac{m \cdot v}{e \cdot B}}$$

$$F_m = F_a$$

$$q \cdot v \cdot B = \cancel{2\pi} q v^2 = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

$$q \cdot B = m \cdot \frac{\left(\frac{2\pi R}{T} \right)}{R}$$

$$q \cdot B = \frac{m \cdot 2\pi}{T}$$

$$\boxed{T = \frac{m \cdot 2\pi}{q \cdot B}}$$

$$f = \frac{n^{\circ} \text{ vueltas}}{\text{tiempo}}$$



$$f = \frac{1 \text{ vuelta}}{T}$$

tiempo que
equivale a
un período

$$T = \frac{m \cdot 2\pi}{q \cdot B}$$



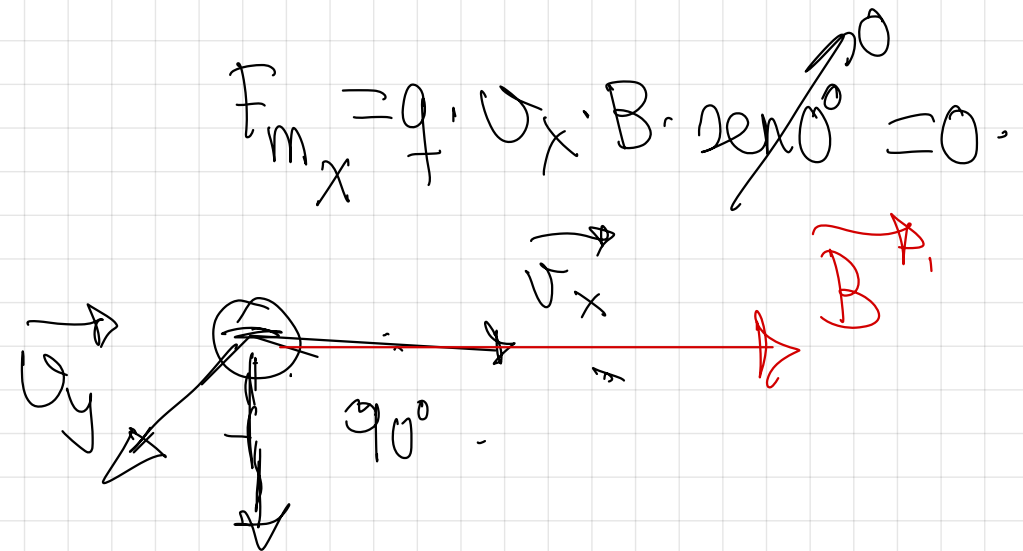
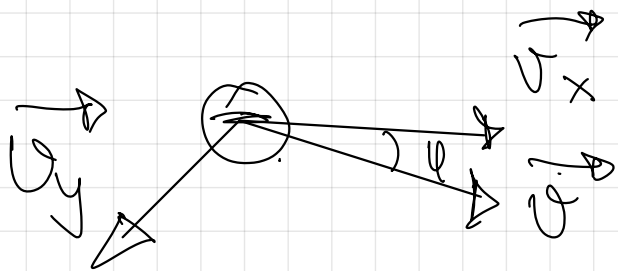
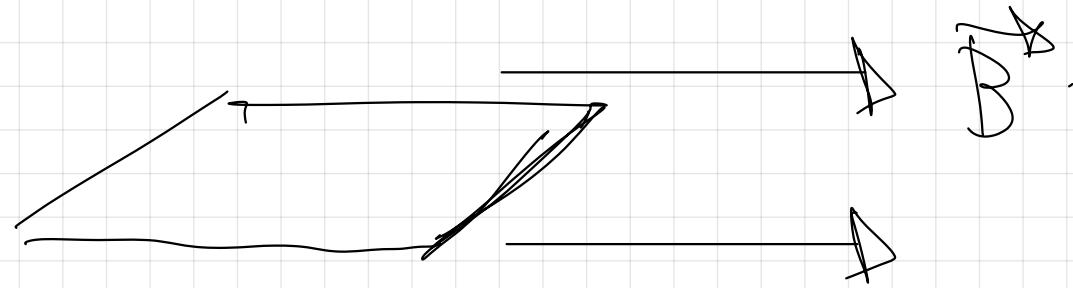
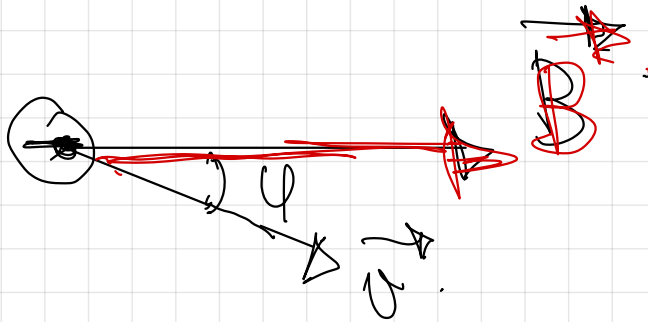
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{m \cdot 2\pi / q \cdot B}$$

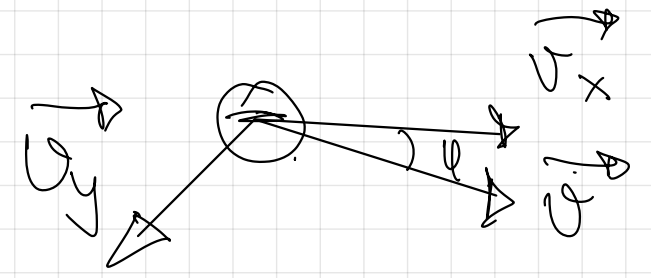
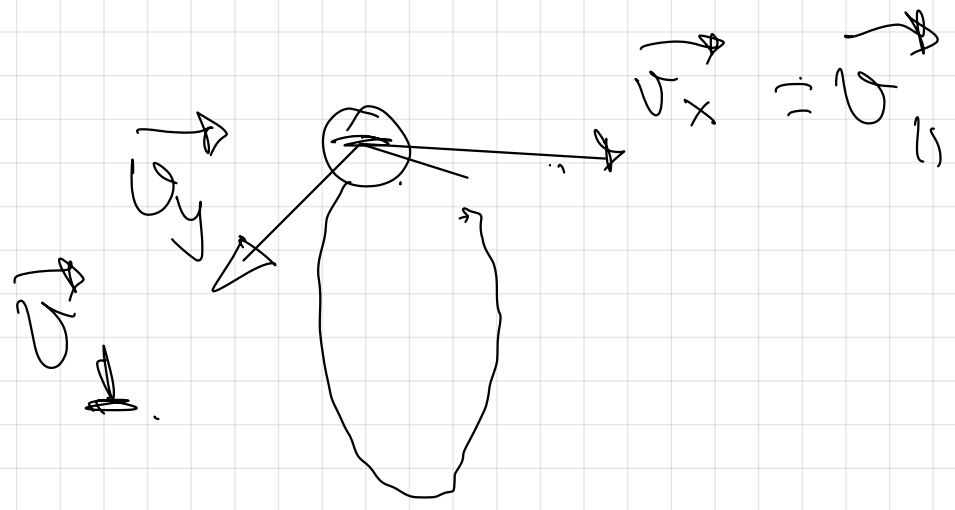
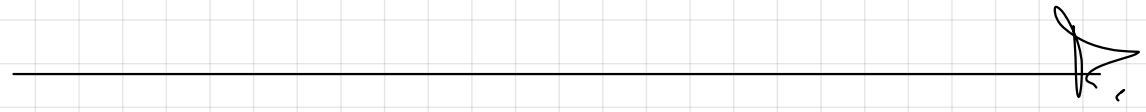
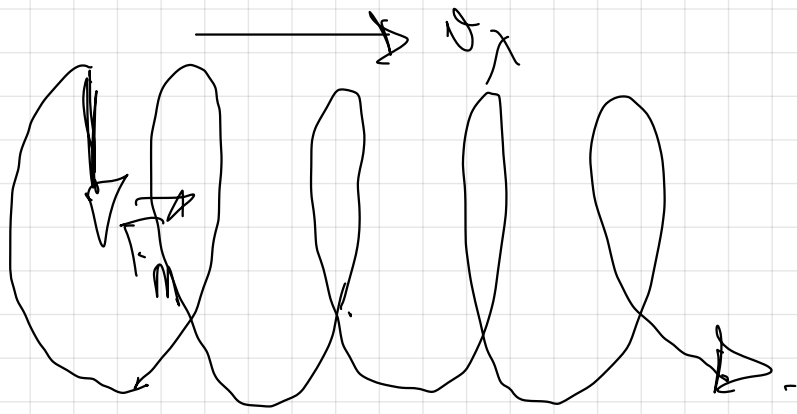
$$f = \frac{q \cdot B}{m \cdot 2\pi}$$

pag 75

Traectoria.

c) La velocidad v y el campo B forman un ángulo $0 < \alpha < 90^\circ$
el caso que la partícula se mueva con una velocidad que no es n





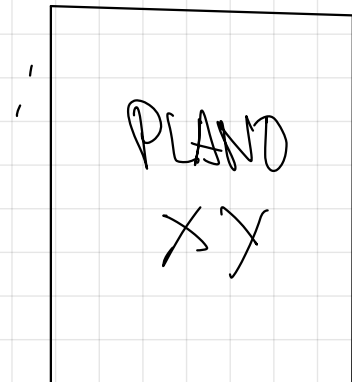
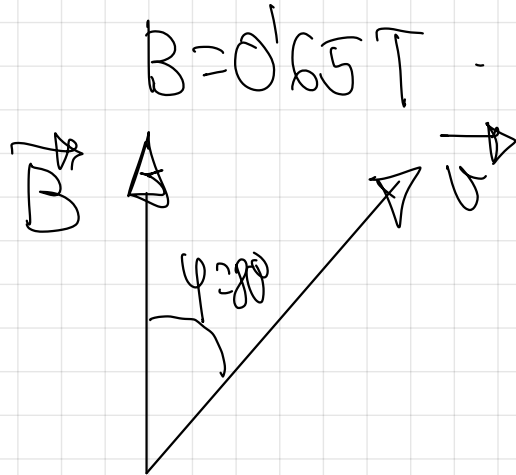
$$F_y = q \cdot \underbrace{v_y}_{v \sin \theta} \cdot B \cdot \sin 90^\circ$$

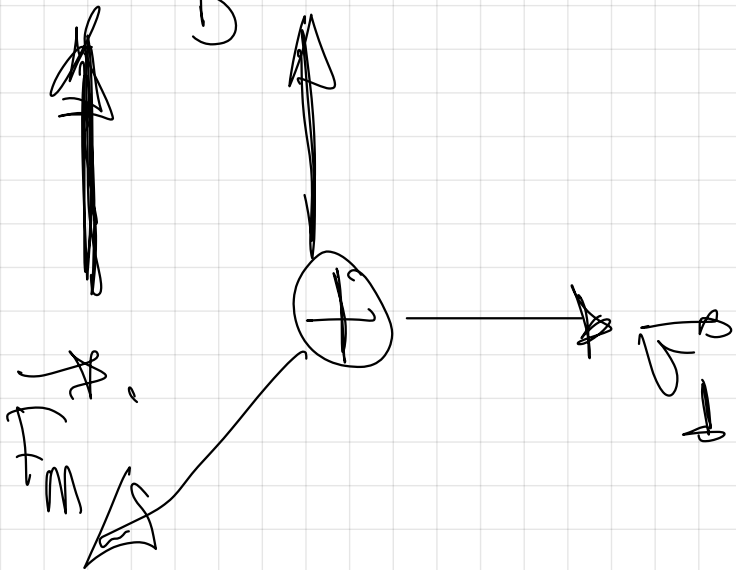
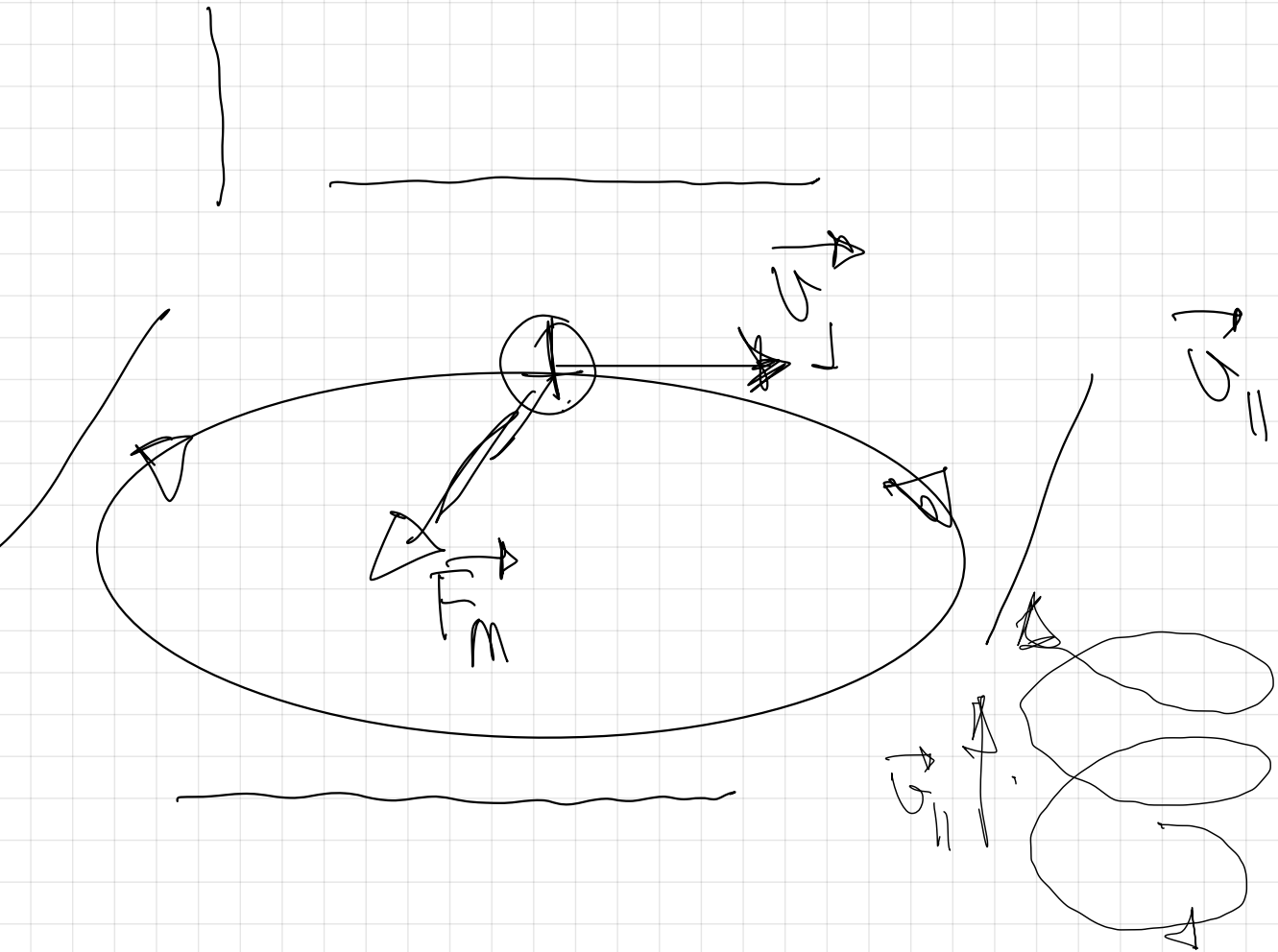
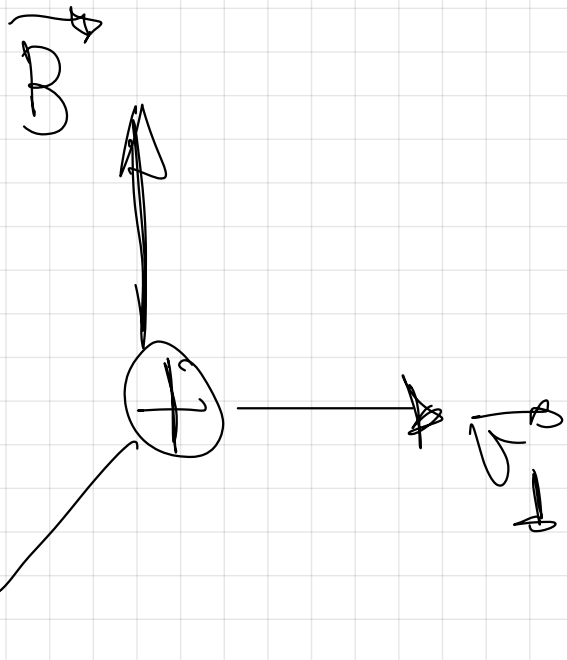
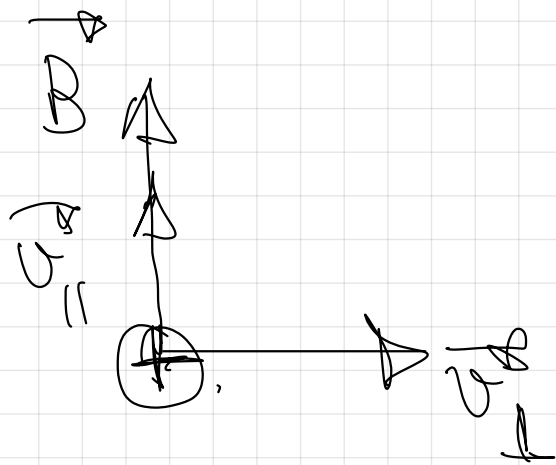
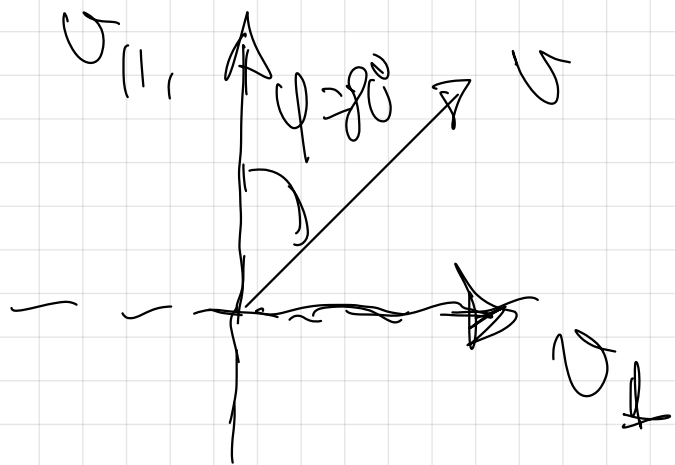
$$v_y = \underbrace{v}_{v} \sin \theta$$

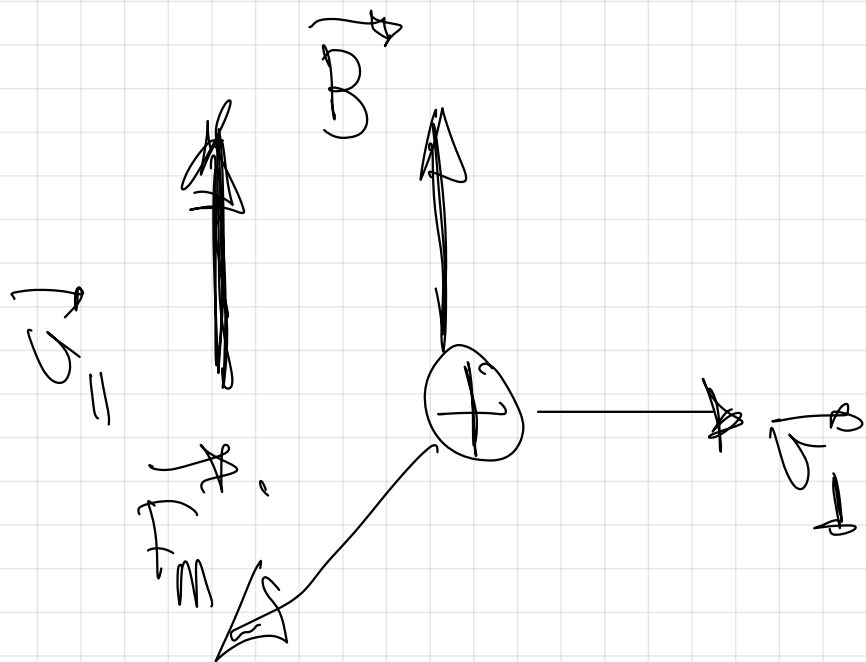
$$F_m = q \cdot [v \cdot \sin \varphi] \cdot B.$$

$\rightarrow E_c.$

14.- Un protón de $9,0 \cdot 10^{-17} \text{ J}$ entra en una región del espacio en donde existe un campo magnético de $0,65 \text{ T}$ que forma un ángulo de 80° con el vector velocidad del protón. Determina el radio de las circunferencias que describe, la frecuencia a la que lo hace y la velocidad a la que se desplaza el plano de las circunferencias
 $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$





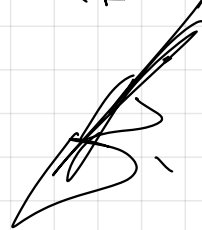


$$F_m = F_n.$$

$$q \cdot v \cdot B \cdot \sin 90^\circ = m \cdot \frac{v^2}{r}.$$



$$v_{\perp} = v \cdot \sin 80^\circ.$$



$$v_{\perp} = 3.28 \cdot 10^5 \text{ m/s. } \text{zug}$$

$$F_c = \frac{1}{2} m_p \cdot v_p^2.$$

$$2E_c = m_p \cdot v_p^2$$

$$v_p = \sqrt{\frac{2E_c}{m_p}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9 \cdot 10^{-17}}{1.67 \cdot 10^{-27}}} = 3.28 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

$$v_{\perp} = 3.23 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

con $\perp$ plano.

$$q \cdot \cancel{v_{\perp}} \cdot B \cdot \cancel{\sin 90^\circ} = m \cdot \frac{v_{\perp}^2}{r}$$

$$r = \frac{m \cdot v_{\perp}}{q \cdot B} = \frac{1.67 \cdot 10^{-27} \cdot 3.23 \cdot 10^5}{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 0.65} = 5.19 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$F_m = F_n.$$

$$q \cdot \cancel{v} \cdot B \cdot \cancel{\sin 90^\circ} = m \cdot \frac{v^2}{r}.$$

$$q \cdot B = m \cdot \frac{\cancel{2\pi r}}{\cancel{v} \cdot \cancel{t}}$$

$$T = \frac{m \cdot 2\pi}{q \cdot B}, \quad \Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{q \cdot B}{m \cdot 2\pi} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 0.65}{1.67 \cdot 10^{-27} \cdot 2\pi} = 9.9 \cdot 10^6 \text{ Hz}$$

53

Una partícula con carga $q = 3,2 \cdot 10^{-19}$ C se desplaza con una velocidad $\vec{v} = 2\vec{i} + 4\vec{j} + \vec{k}$ m/s por una región en la que existe un campo magnético

$\vec{B} = 2\vec{i} + 4\vec{j} + \vec{k}$ T y un campo eléctrico $\vec{E} = 4\vec{i} - \vec{j} - 2\vec{k}$ N/C

- a) ¿Cuál es la fuerza total ejercida sobre la partícula?
b) ¿Y si la partícula se moviera con velocidad $-\vec{v}$?

a) $\vec{v} = 2\vec{i} + 4\vec{j} + \vec{k}$
 $\vec{B} = 2\vec{i} + 4\vec{j} + \vec{k}$

$$F_m = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \theta = 0.$$

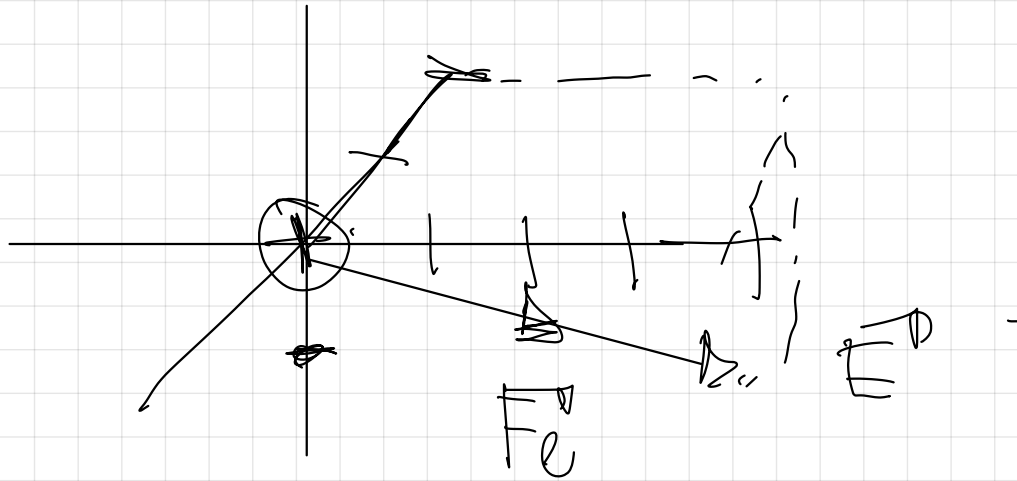
Solo actúa la eléctrica.

$$\vec{F}_e = q \cdot \vec{E} = 3,2 \cdot 10^{-19} \cdot (4\vec{i} - \vec{j} - 2\vec{k})$$

$$\vec{F}_e = q \cdot \vec{E} = 3,2 \cdot 10^{-19} \cdot (4\vec{i} - \vec{j} - 2\vec{k}) = 12,8 \cdot 10^{-19} \vec{i} - 3,2 \cdot 10^{-19} \vec{j} - 6,4 \cdot 10^{-19} \vec{k} \text{ (N)}$$

Calculando su módulo $|\vec{F}_e| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = 1,46 \cdot 10^{-18} \text{ N}$

b)



$$\vec{v} = 2\vec{i} + 4\vec{j} + \vec{k}$$

$$\vec{B} = 2\vec{i} + 4\vec{j} + \vec{k}$$

$$-\vec{v} = -2\vec{i} - 4\vec{j} - \vec{k} \text{ (m/s)}$$

$$F_m = q \cdot v \cdot B \cdot \sin 180^\circ = 0$$

Actúa la misma fuerza eléctrica que en a)

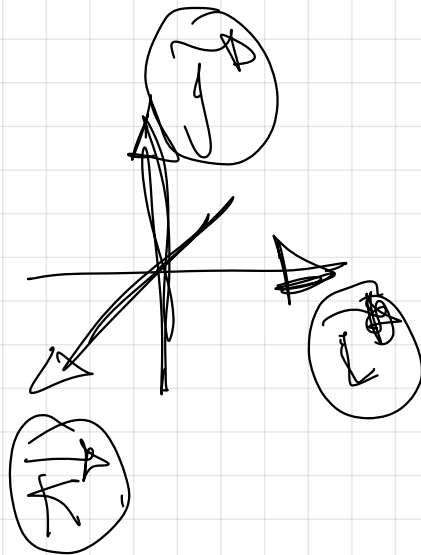
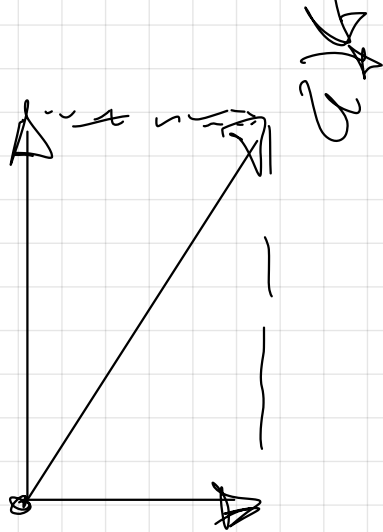
54.- Una partícula de carga $-50 \mu\text{C}$ y $0,2 \text{ mg}$ se desplaza a una velocidad $\vec{v} = (100\vec{i} + 500\vec{j}) \text{ m/s}$ en un campo magnético uniforme $\vec{B} = 1000\vec{i} \text{ G}$. Determina como será el movimiento de la carga, calculando su radio y su frecuencia.

$$1\text{T} = 10^4 \text{ G} \quad (\text{Gauss})$$

$$1 \text{ Tesla} = 10^4 \text{ GAUSS.}$$

$$1000 \text{ G} \cdot \frac{1\text{T}}{10^4 \text{ G}} = 0,1 \text{ T.}$$

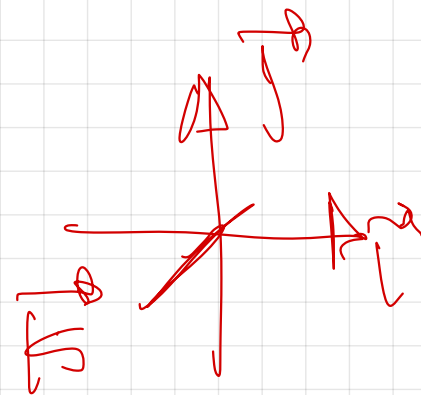
$$\vec{B} = 0,1 \vec{i} \text{ (T)}$$



$y = 300$

$$\vec{v} = (100 \hat{e} + 500 \hat{j}) \left(\frac{m}{s} \right)$$

$\psi = 100^\circ$

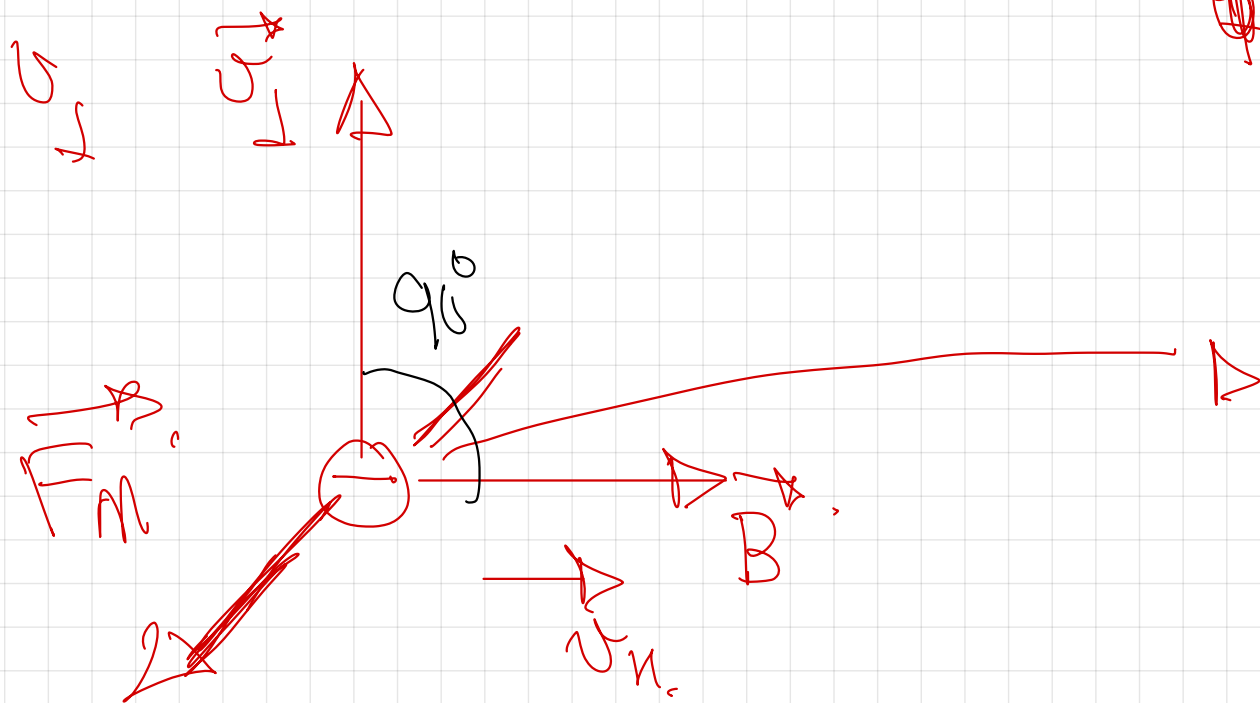


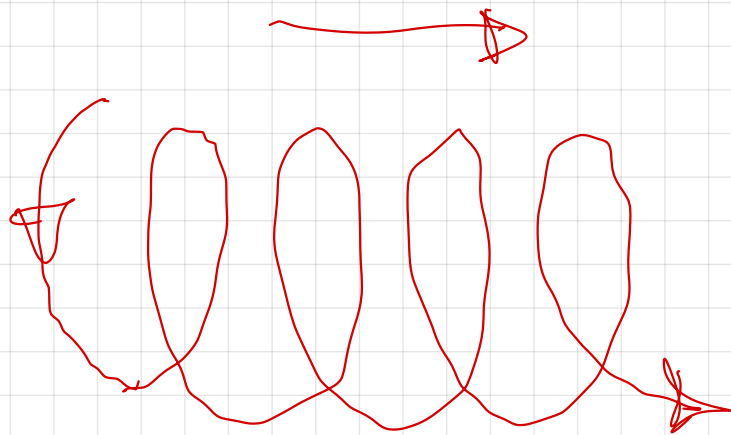
A handwritten diagram on a grid background. On the left, there is a vertical line. To its right, there are three rows of letters and symbols. The top row contains 'T', 'T', and 'K'. The middle row contains 'O', 'U', and 'O'. The bottom row contains 'B', 'O', and 'O'. Arrows point from the first 'T' down to the first 'O', from the second 'T' down to the 'U', and from the 'K' down to the second 'O'. There is also a small arrow pointing from the 'U' down to the first 'O' in the bottom row.

~~100%~~

9 (1)

$$(A \times B)$$





$$F_m = F_n$$

$$q \cdot v \cdot B \sin \theta = m \cdot \frac{v}{r}$$

$$r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$$

$$r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{0.2 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot 500 \text{ m/s}}{50 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot 0.1 \text{ T}} = 20 \text{ m}$$

$$F_m = F_a$$

$$f \cdot \cancel{v} \cdot B \cdot \cancel{2\pi r} \cdot \cancel{10} \stackrel{\frac{1}{2}}{=} m \cdot \frac{\cancel{v}^2}{r}$$

$$f \cdot B = \frac{m \cdot \frac{2\pi r}{T}}{2}$$

$$f \cdot B = m \cdot \frac{2\pi}{T}$$

$$f \cdot B = m \cdot 2\pi \cdot \left(\frac{1}{T} \right)$$

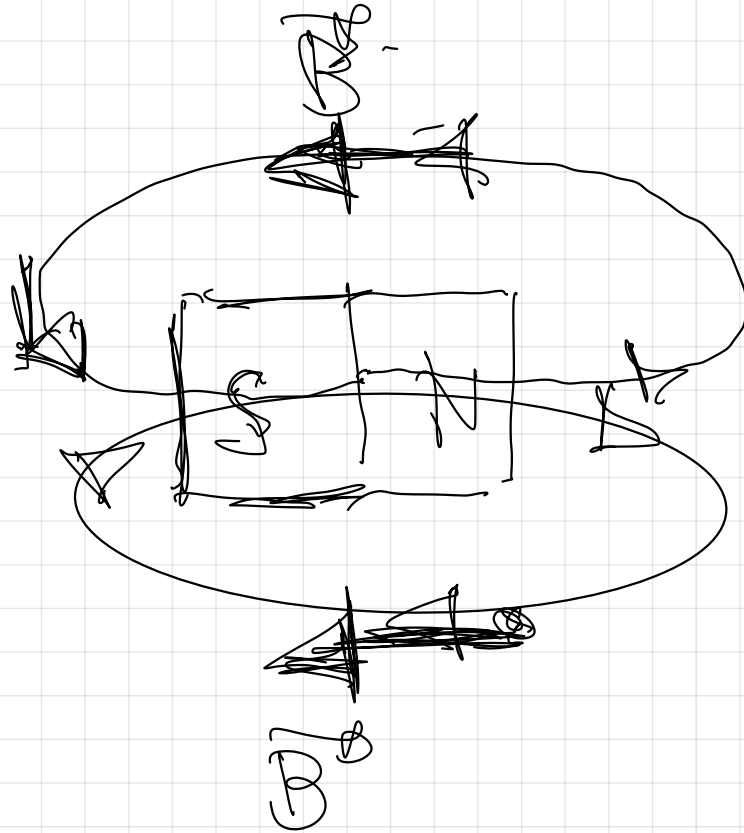
$$\left(\frac{1}{T} \right) \rightarrow f$$

$$f =$$

$$\frac{f \cdot B}{m \cdot 2\pi} \approx 4 \text{ Hz}$$

$$f = \frac{f \cdot B}{m \cdot 2\pi}$$

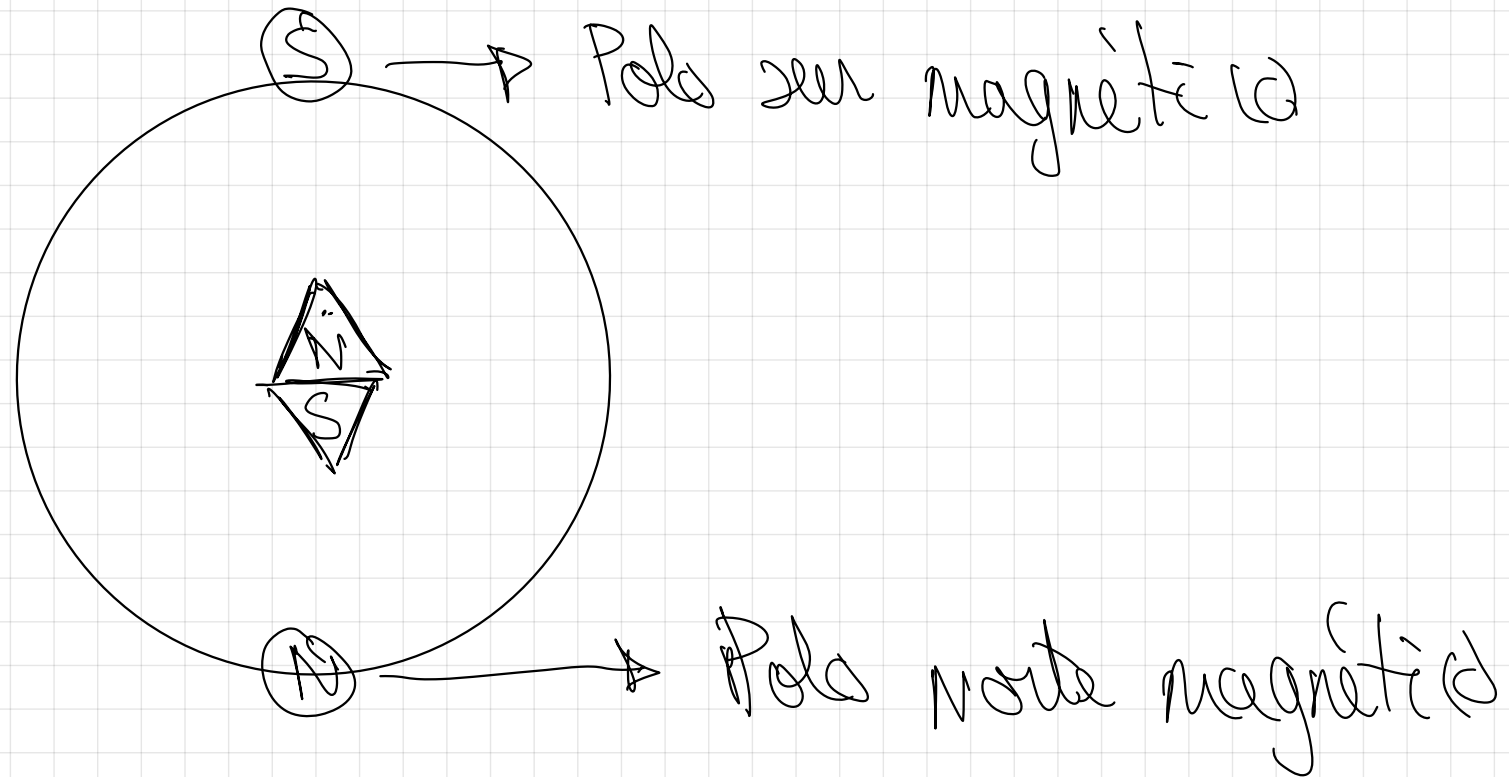
Orígenes del campo magnético



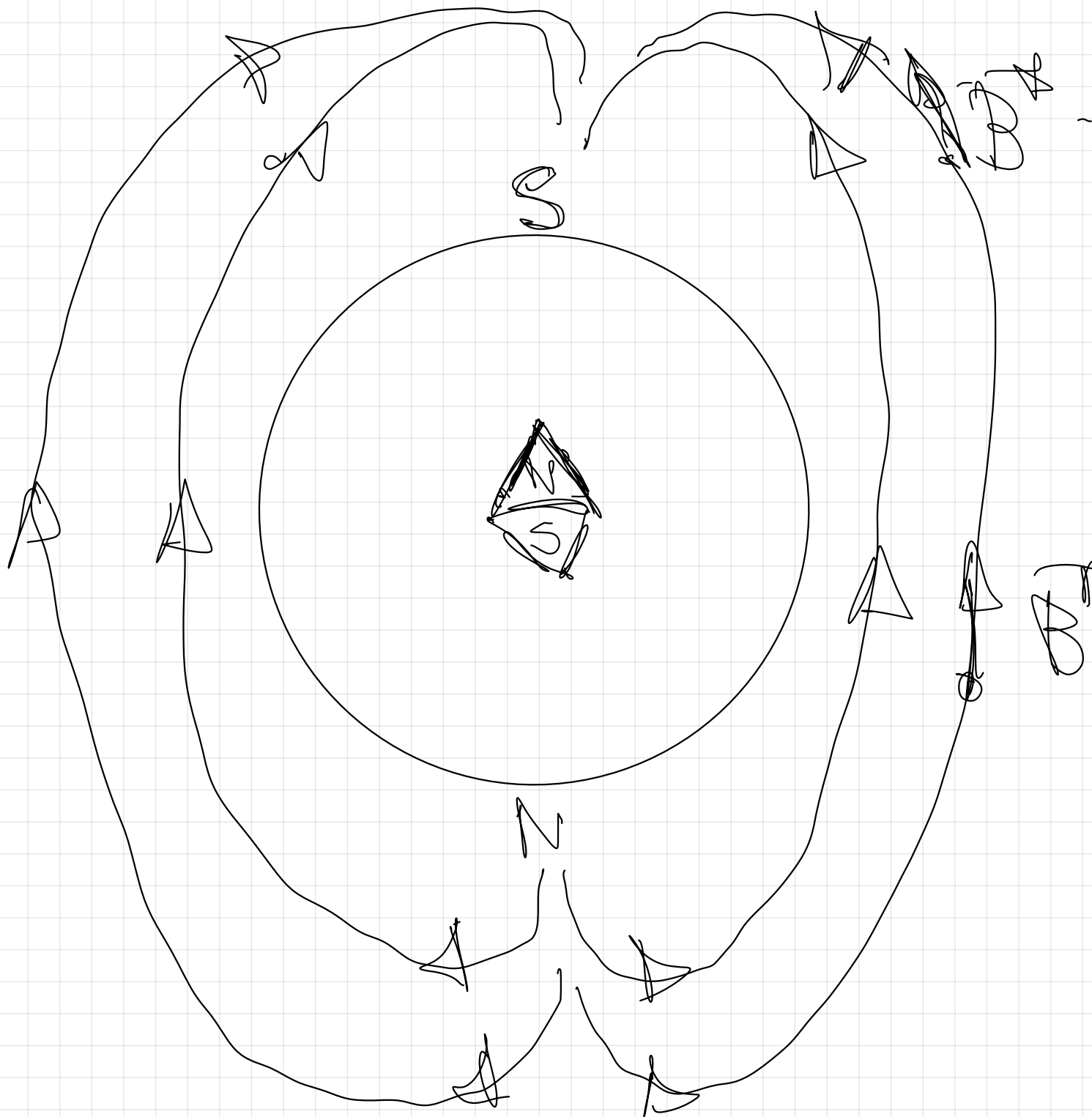
B to en
cada pto a
las líneas
de campo

Líneas de campo cerradas.

POLO NORTE GEOGRÁFICO

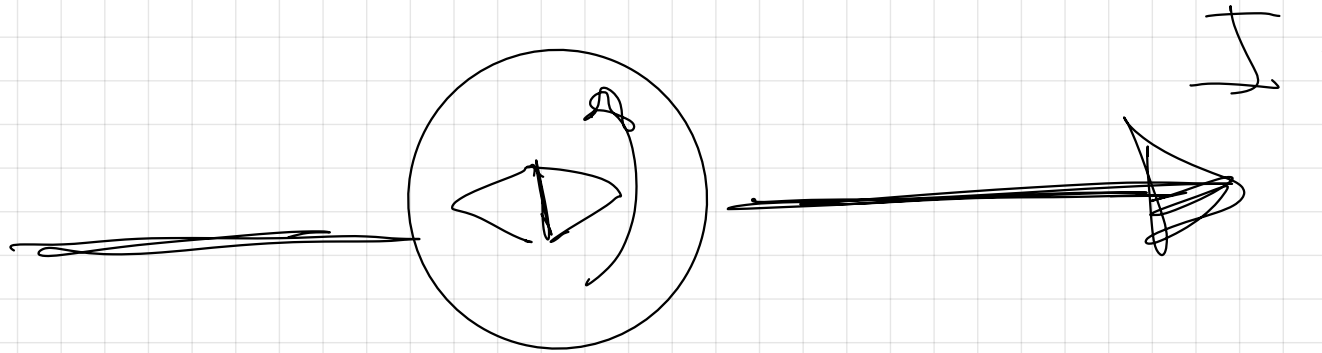


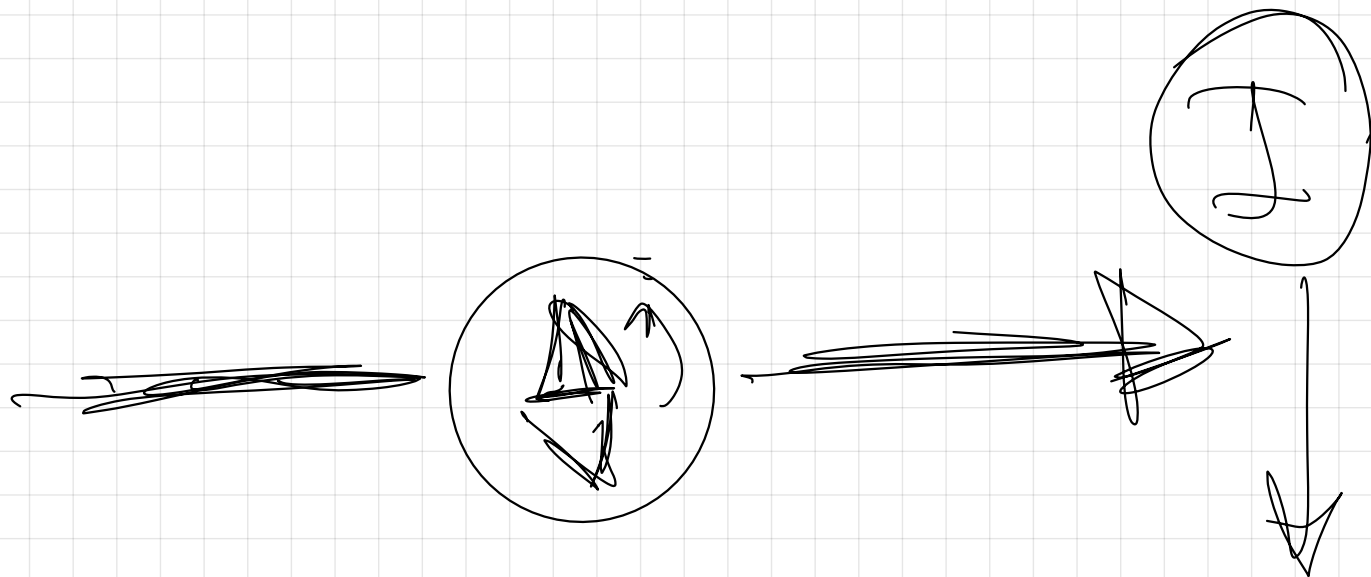
POLO SUR GEOGRÁFICO



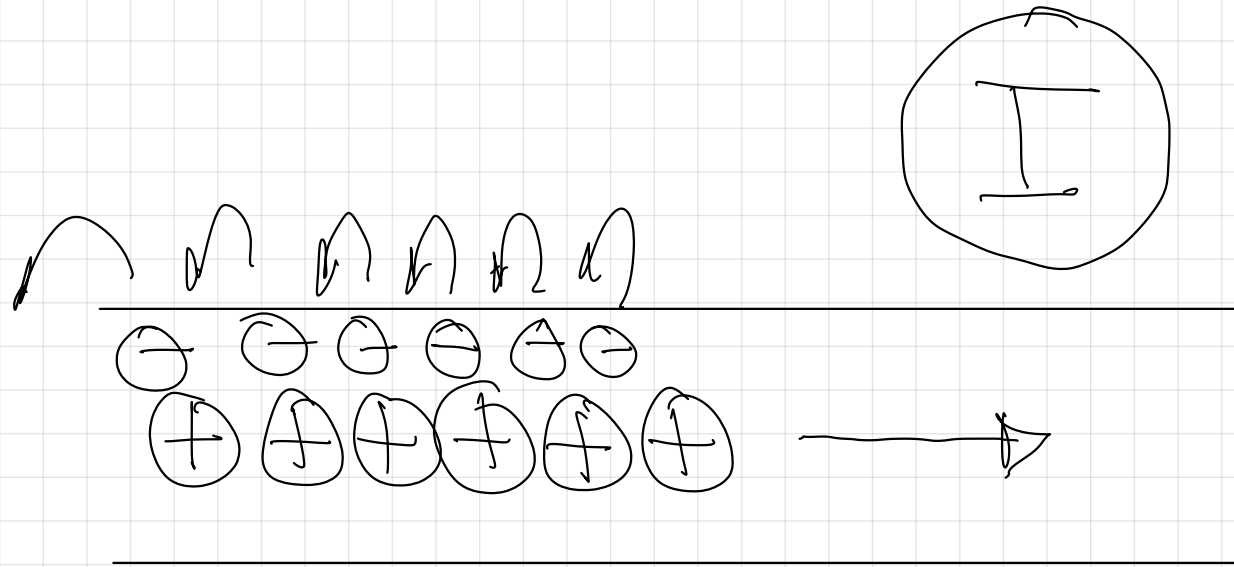
Öersted.

Experimento de Öersted.





Crea un campo magnético



V_A

$\Rightarrow$

$V_B = 9V$

$V_A > V_B$

$$I = \frac{(V_A - V_B)}{R}$$

$\Rightarrow$

leg de Ohm

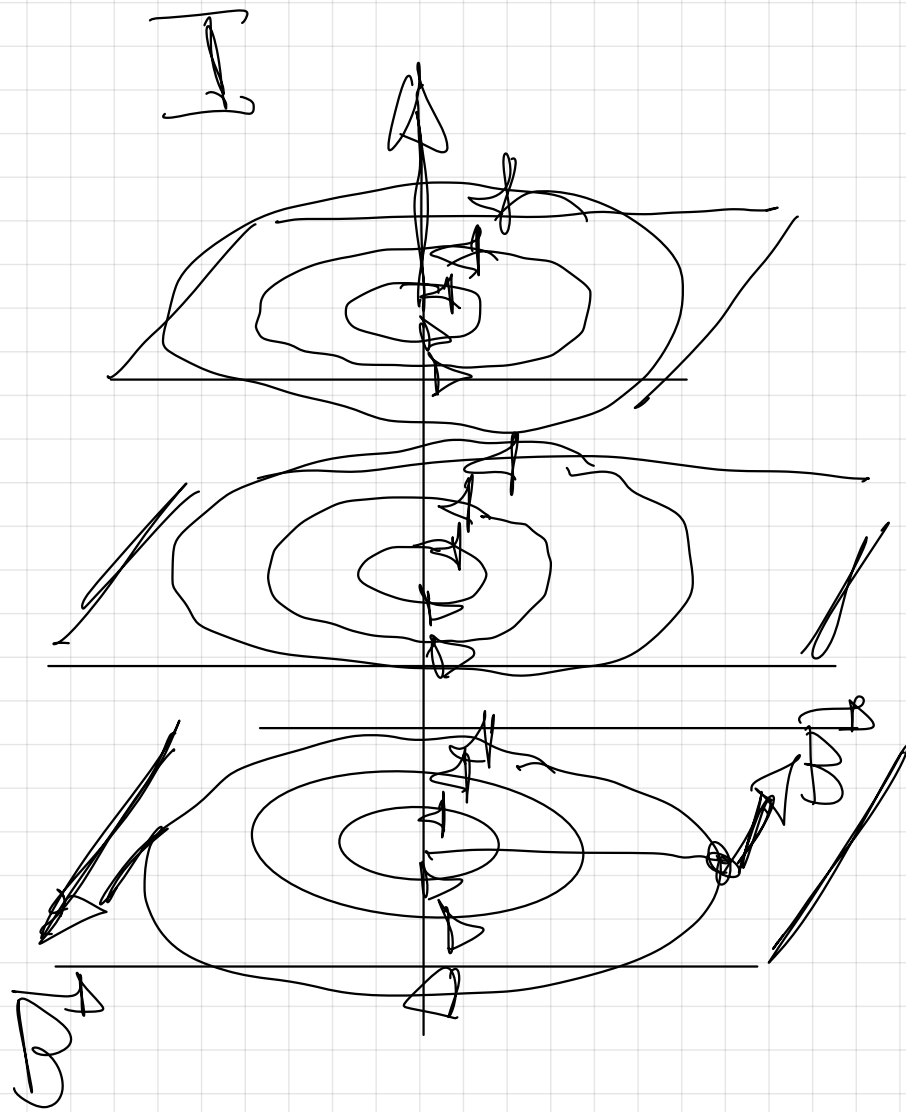
$$R = \frac{(V_A - V_B)}{I} = \frac{V}{A}$$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{C}{s} = A$$

$$\frac{V}{A} = \Omega$$

Ohm

$$1 A = \frac{C}{s}$$



$\vec{B}$

creado por un
conductor rectilíneo
por el que circula
una I de corriente
 I .

Regla de la mano
derecha -

$\vec{B}$

$\Rightarrow$ Módulo.

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi d}$$

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

↓ permeabilidad
magnética de el
vacío.

dirección

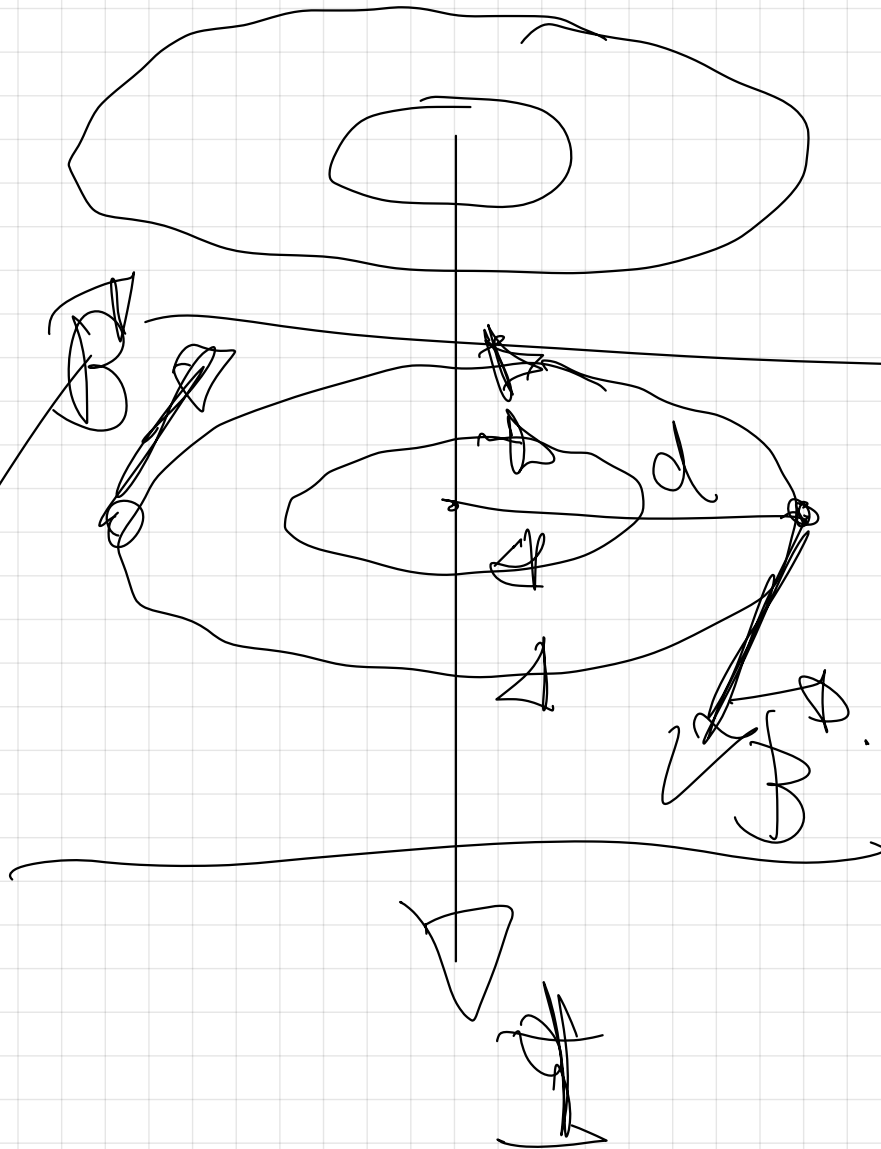
tg en cada pto a las líneas
de campo

Sentido

Q de las líneas de campo

Señala de la mano derecha

$$B = \frac{N_0 I}{2\pi a}$$



1eV. = electrón-voltio

⇓ Unidad de energía utilizada frecuentemente en física cuántica.

$$e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C.}$$

$$\Rightarrow 1\text{eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\frac{\text{g. V}}{\text{e V}}$$

$$1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot \frac{\text{J}}{\text{C}}$$

$$E_c = \boxed{2 \text{ eV}} = 312 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

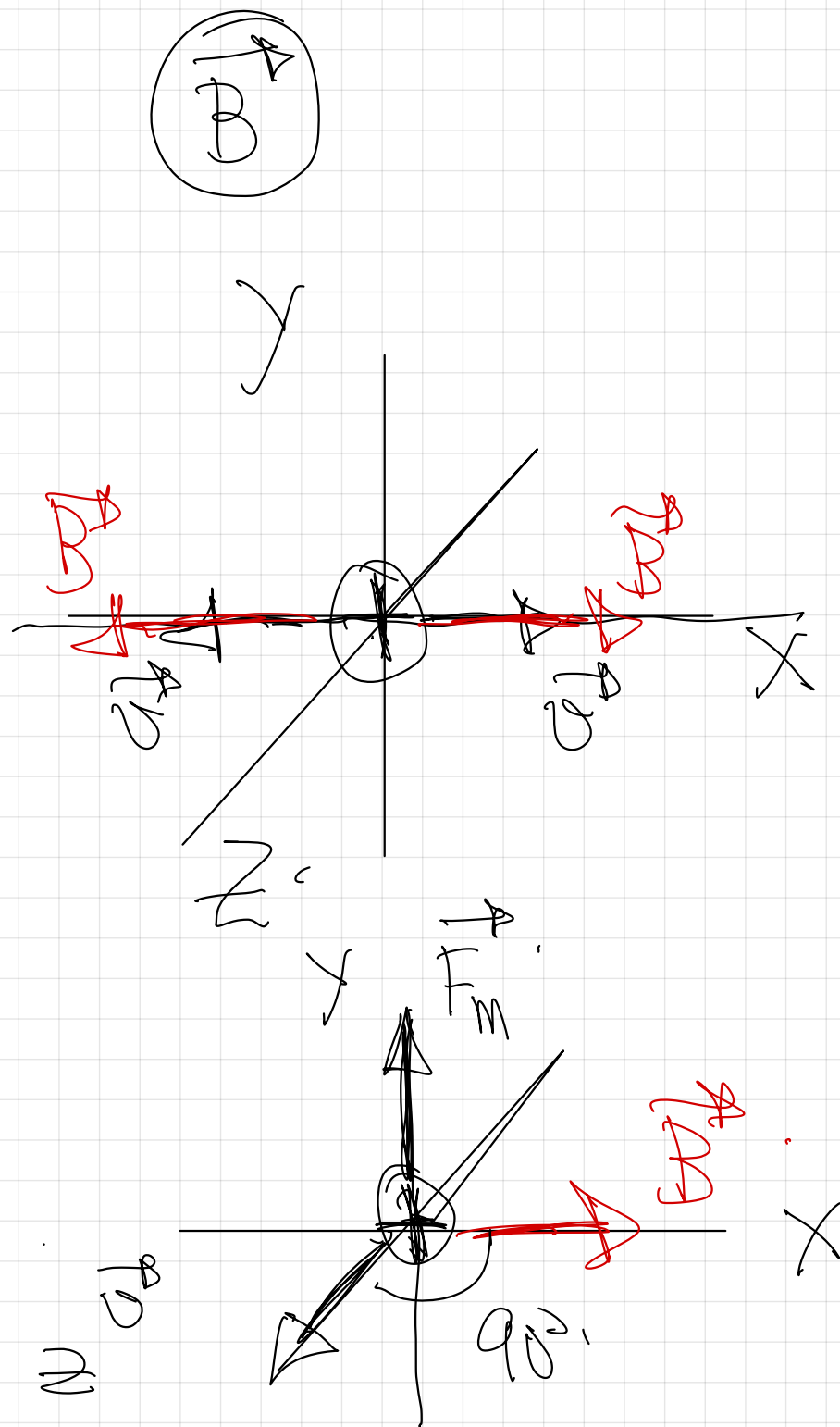
$$\cancel{2 \text{ eV}} \cdot \frac{16 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{\cancel{1 \text{ eV}}} = 312 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

90

(00-R) Para caracterizar el campo magnético uniforme que existe en una región se utiliza un haz de protones con una velocidad de $5 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$. Si se lanza el haz en la dirección del eje **X**, la trayectoria de los protones es rectilínea, pero si se lanza en el sentido positivo del eje **Z**, actúa sobre los protones una fuerza de 10^{-14} N dirigida en el sentido positivo del eje **Y**.

- Determine, razonadamente, el campo magnético (módulo, dirección y sentido).
- Describa, sin necesidad de hacer cálculos, cómo se modificaría la fuerza magnética y la trayectoria de las partículas si en lugar de protones se lanzaran electrones con la misma velocidad.

$$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$



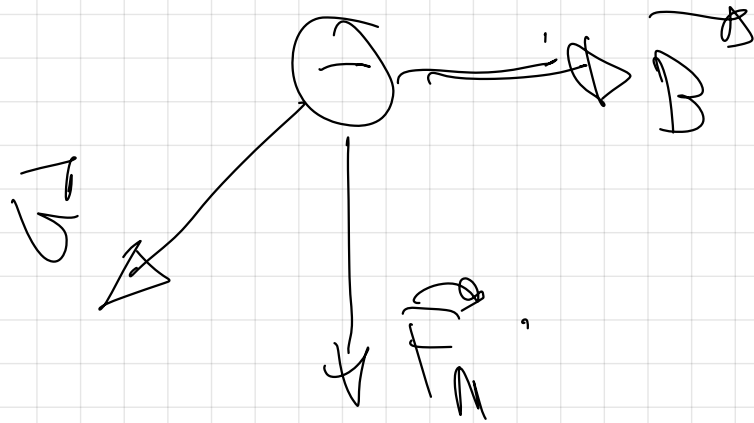
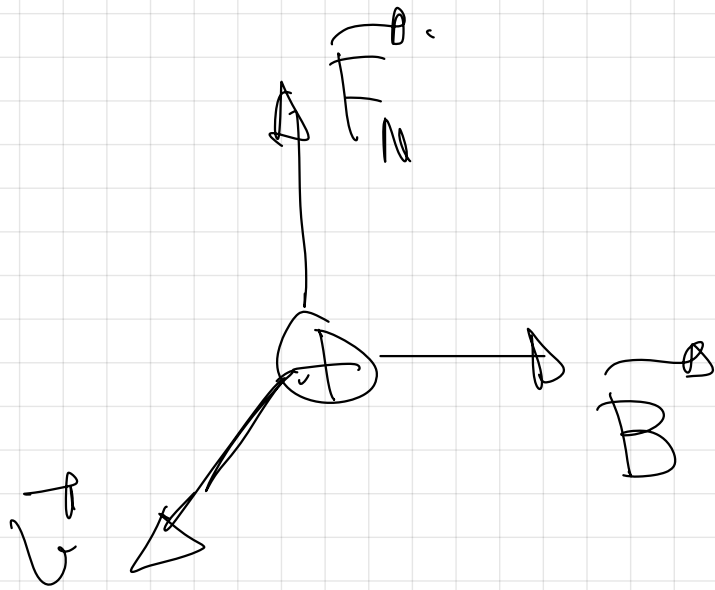
Si la trayectoria es
rectilínea, $F_m = 0$.

ley de Lorentz
 $F_m = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$

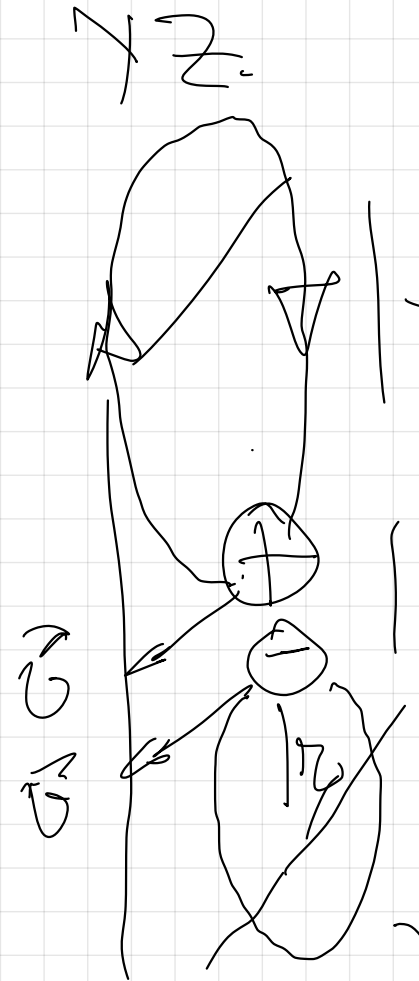
$\alpha = 0^\circ$
 180°

$$F_m = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$$

$$B = \frac{F_m}{q \cdot v} = 0,125 T$$



Traectoria en el plano

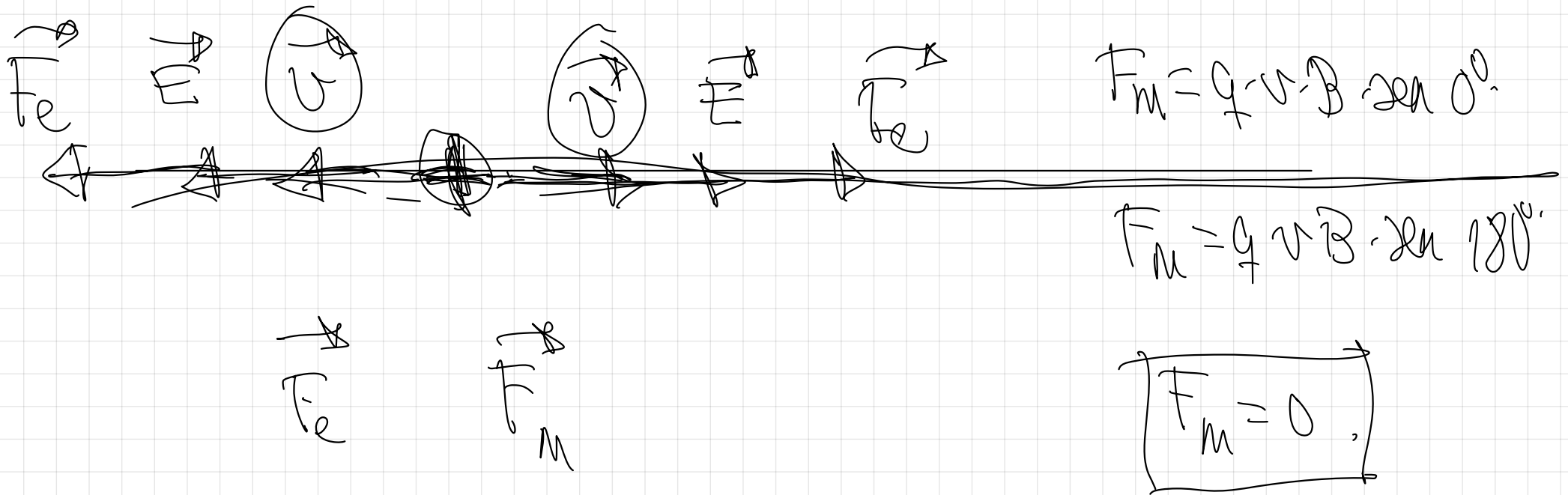


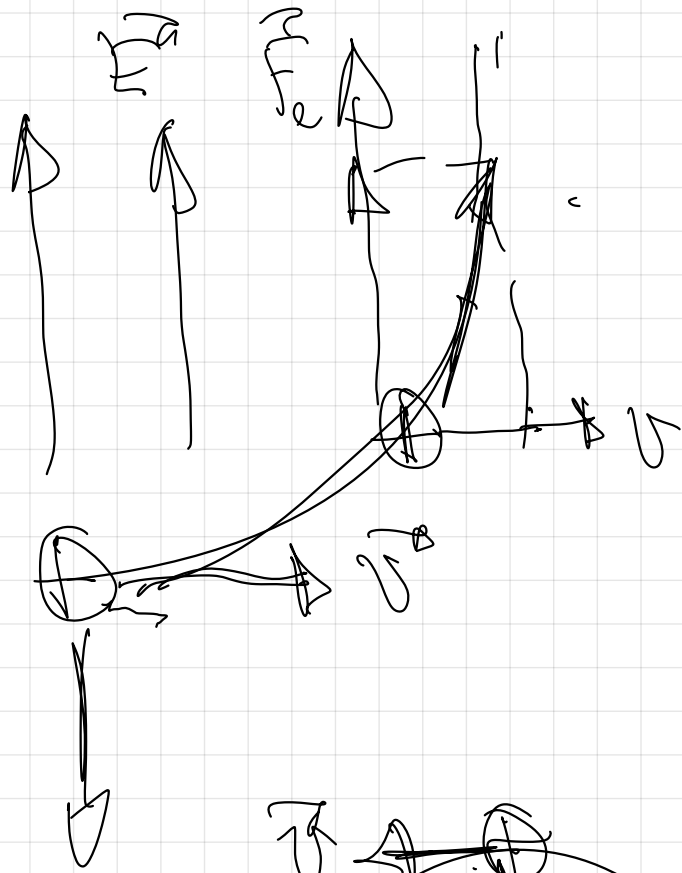
El radio es
mayor.

48

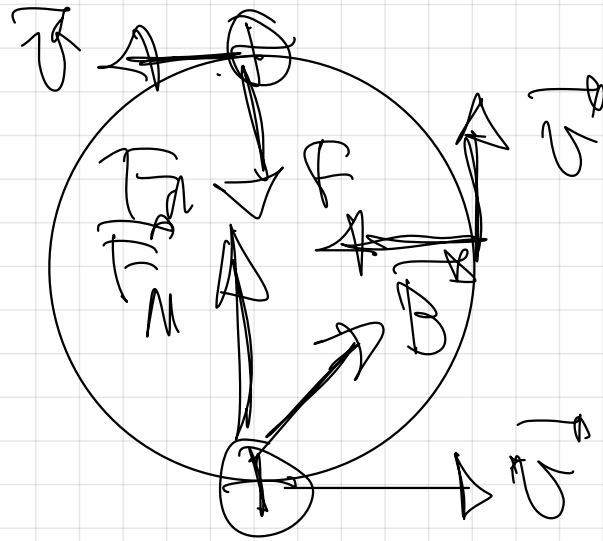
(09-R) a) Razone cómo podría averiguar con ayuda de una carga si en una región del espacio hay un campo eléctrico o un campo magnético

b) Un haz de protones atraviesa sin desviarse una zona en la que existen un campo eléctrico y otro magnético. Razone qué condiciones deben cumplir esos campos.





$$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

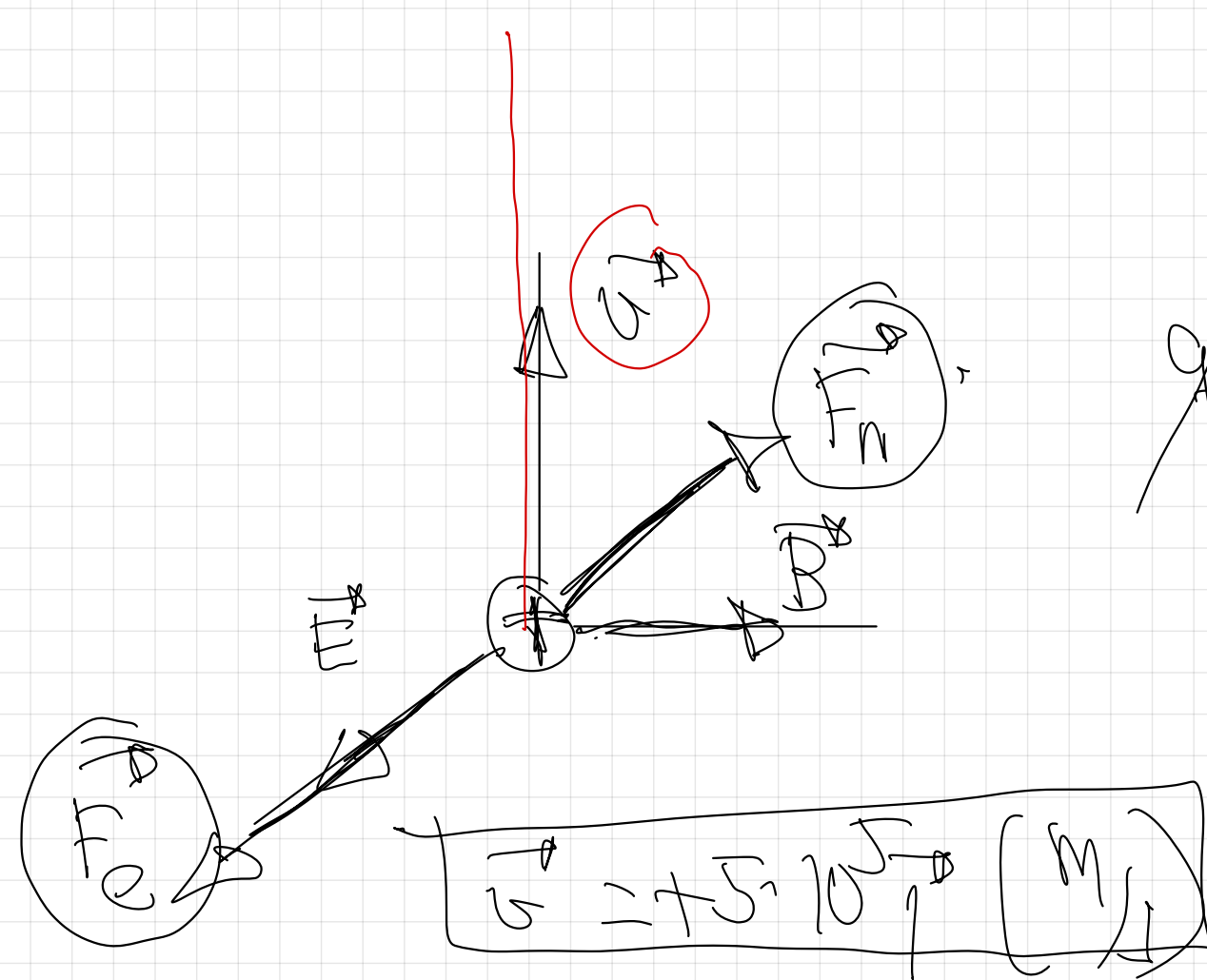


$$\vec{F}_m \perp \vec{v}$$

Campo magnético

12 (01-E) Un protón se mueve en el sentido positivo del eje OY en una región donde existe un campo eléctrico de $3 \cdot 10^5 \text{ N C}^{-1}$ en el sentido positivo del eje OZ y un campo magnético de $0,6 \text{ T}$ en el sentido positivo del eje OX.

- Dibuje un esquema de las fuerzas que actúan sobre la partícula y razona en qué condiciones la partícula no se desvía.
- Si un electrón se moviera en el sentido positivo del eje OY con una velocidad de 10^3 m s^{-1} , ¿sería desviado? Explíquelo.

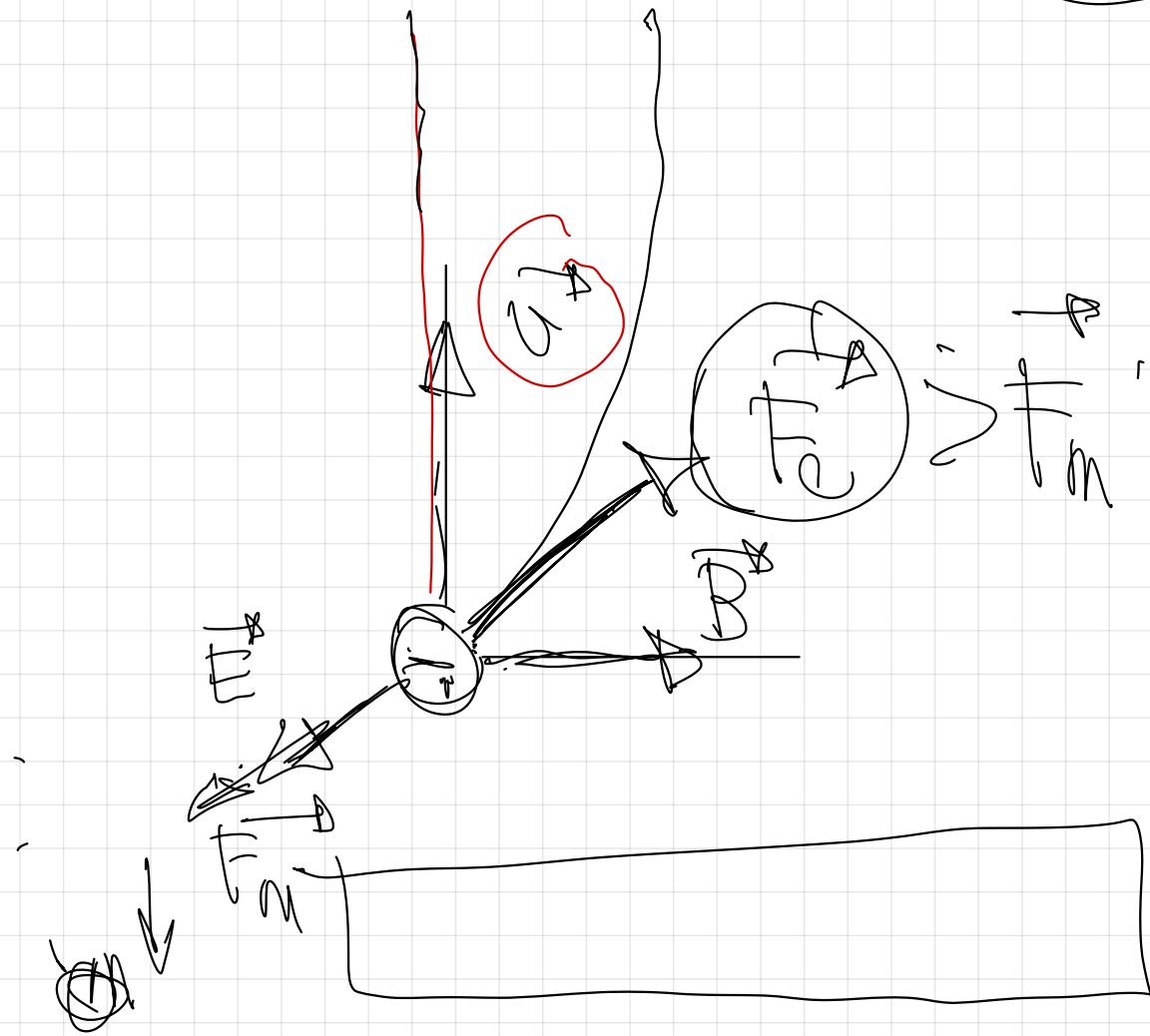


$$|F_m| = F_e$$

$$q \cdot v B \sin 90^\circ = q E$$

$$v = \frac{E}{B} = \frac{3 \cdot 10^5 \text{ N/C}}{0.6 \text{ T}} =$$

$$v = 5 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$



$$\left[\begin{array}{c} \vec{G} = 10^3 \vec{e}_z \\ \vec{e} = 10^3 \vec{e}_x \end{array} \right] \left(\begin{array}{c} N \\ S \end{array} \right)$$

$$F_m = \boxed{g \cdot E}$$

$$\downarrow \quad g \cdot v \cdot \beta \cdot \sin \alpha = \boxed{g \cdot E}$$

138

(13-R) Un protón, inicialmente en reposo, se acelera bajo una diferencia de potencial de 10^3 V. A continuación, entra en un campo magnético uniforme, perpendicular a la velocidad, y describe una trayectoria circular de 0,3 m de radio.

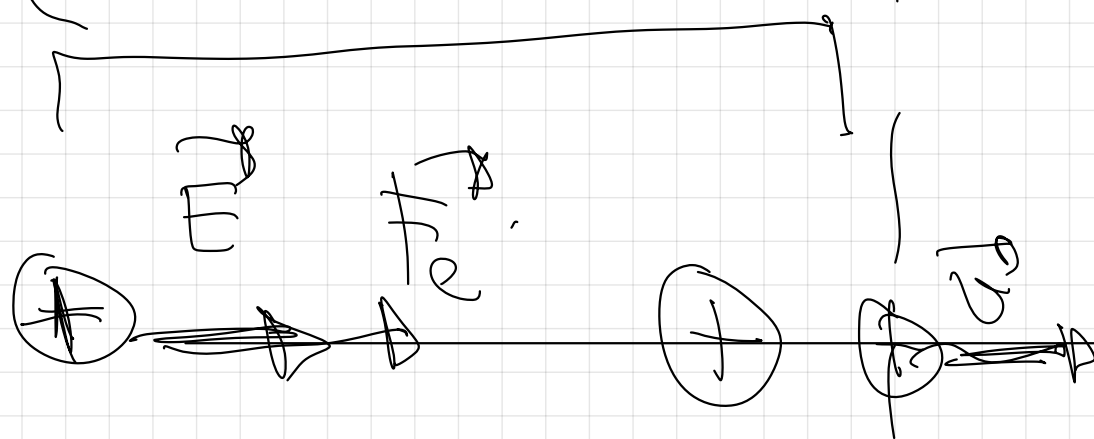
a) Dibuje en un esquema la trayectoria del protón, indicando las fuerzas que actúan sobre él en cada etapa y calcule el valor de la intensidad del campo magnético.

b) Si con la misma diferencia de potencial se acelerara un electrón, determine el campo magnético (módulo, dirección y sentido) que habría que aplicar para que el electrón describiera una trayectoria idéntica a la del protón y en el mismo sentido.

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; m_p = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg} ; m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

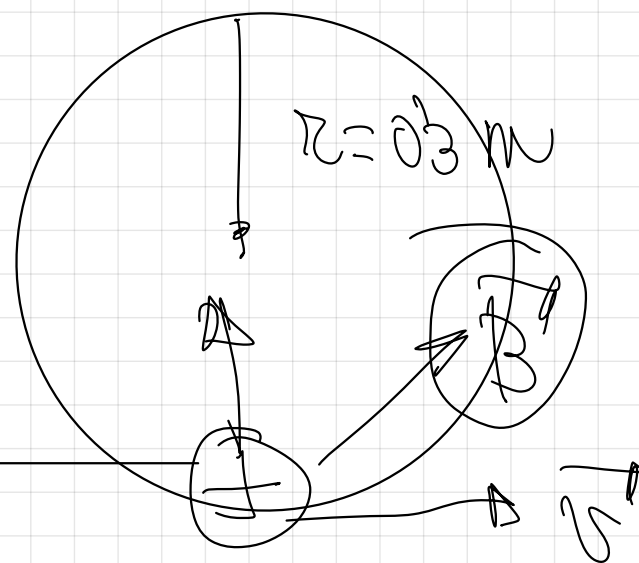
Campo ELÉCTRICO

$$(V_A - V_B) = 10^3 \text{ V}$$



Campo eléctrico

Campo MAGNÉTICO



$$W_{A \rightarrow B} = \Delta E_{A \rightarrow B}$$

$$q \cdot (v_A - v_B) = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$$

$$\text{①} \quad \frac{2 q (v_A - v_B)}{m}$$

$$F_n = F_a$$

$$q \cdot \text{②} \quad q \cdot \text{③} \quad q \cdot \text{④} = n \cdot \frac{v^2}{\lambda}$$

$$B = \frac{n \cdot \text{⑤}}{q \cdot \text{⑥}}$$

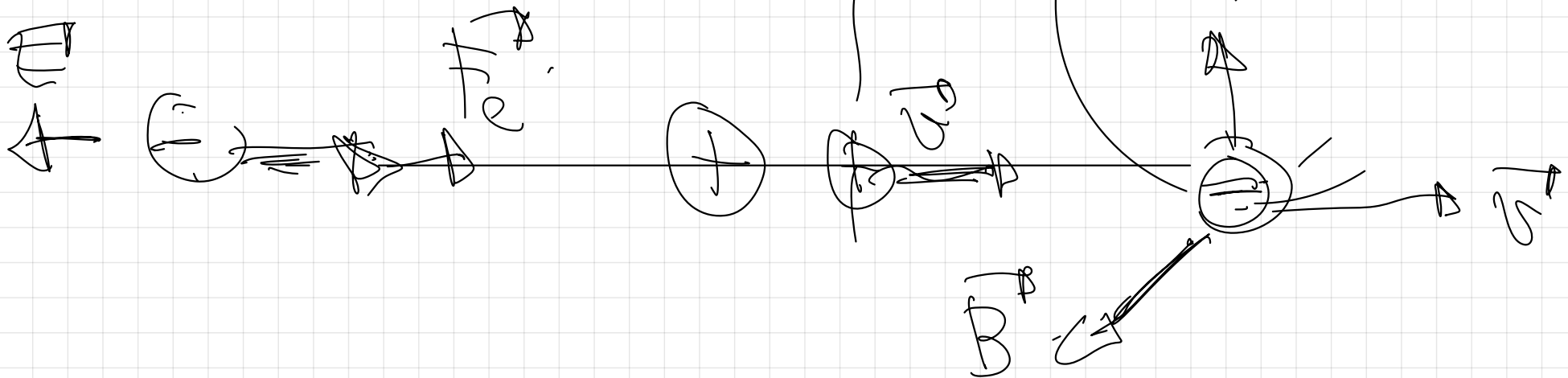
$$B = \frac{n \cdot \sqrt{\frac{2 q (v_A - v_B)}{m}}}{q \cdot \text{⑦}}$$

$$B = \frac{\sqrt{\frac{2 q (v_A - v_B) \cdot m^2}{m}}}{q \cdot \text{⑧}}$$

$$B = \frac{\sqrt{2q \cdot (V_A - V_B) \cdot m}}{q \cdot r} = 0.015 \text{ T}$$

CAMPO ELÉCTRICO

$$(V_A - V_B) = -10^3 \text{ V}$$



$\downarrow B = \sqrt{2 \hat{g} \cdot (V_A - V_B) m} \rightarrow m_e < m_f$

$\hat{g}, \hbar$

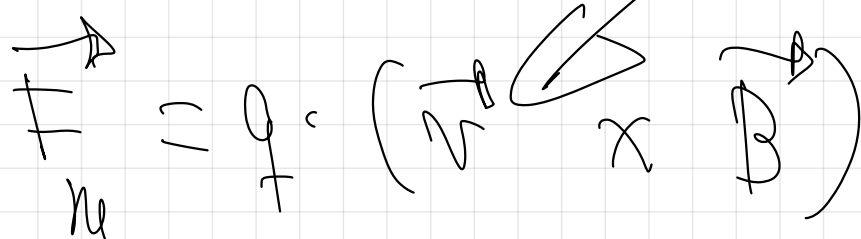
(Annotations: "equal" with arrows pointing to $\hat{g}$, $\hbar$, and the entire expression $\sqrt{2 \hat{g} \cdot (V_A - V_B) m}$)

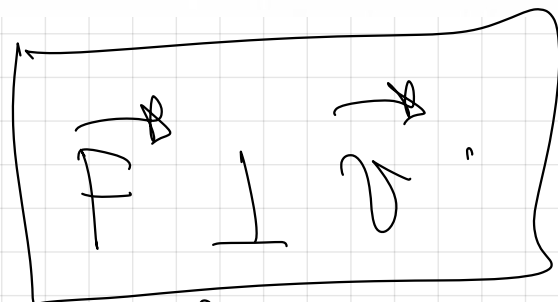
campo magnético en cm^2/s , $\vec{E}$, perpendicular a $\vec{v}$.

57

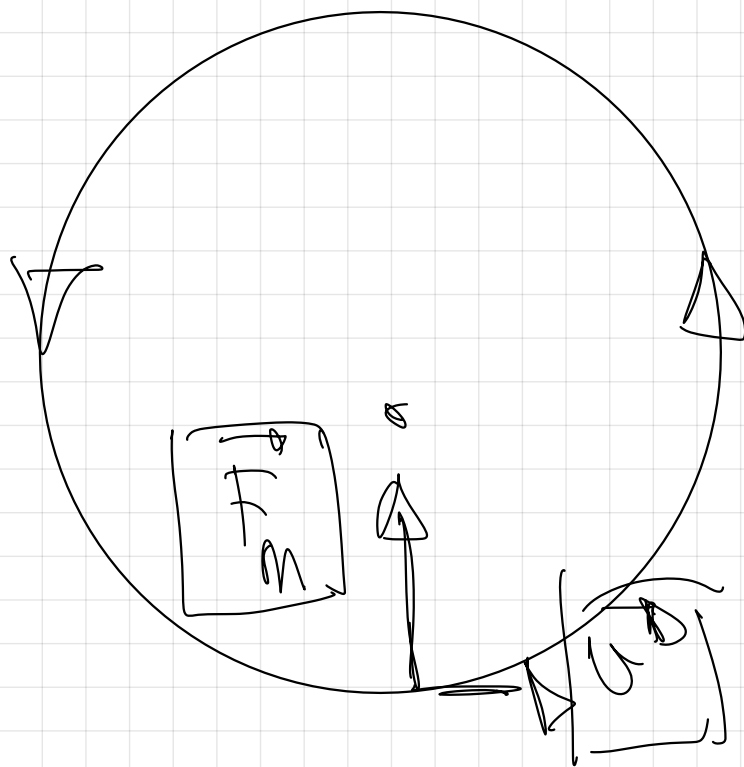
(12-R) a) Fuerza magnética sobre una carga en movimiento; ley de Lorentz.

b) Si la fuerza magnética sobre una partícula cargada no realiza trabajo, ¿cómo puede tener algún efecto sobre el movimiento de la partícula? ¿Conoce otros ejemplos de fuerzas que no realizan trabajo pero tienen un efecto significativo sobre el movimiento de las partículas? Justifique las respuestas.

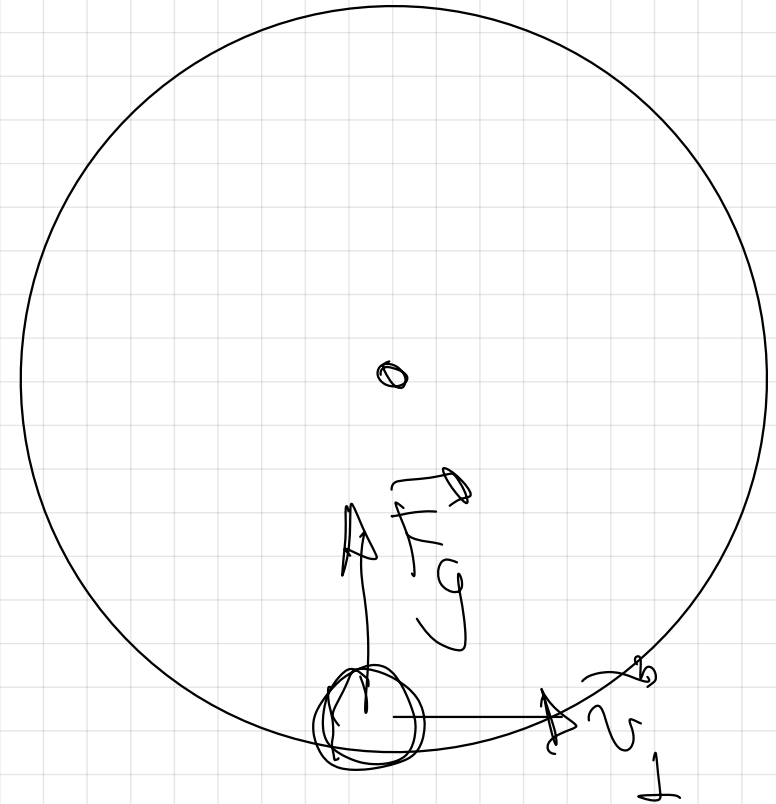
$$\vec{F} = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$




$$W = F \cdot d \cdot \cos 90^\circ = 0$$



$M.C.V$



respuesta.

67

(14-E) a) Escriba la ley de Lorentz y explique las características de la fuerza magnética sobre una carga en movimiento.

b) Razone si es verdadera o falsa la siguiente afirmación: "La energía cinética de una partícula cargada que se mueve en un campo eléctrico no puede ser constante, pero si se moviera en un campo magnético sí podría permanecer constante".

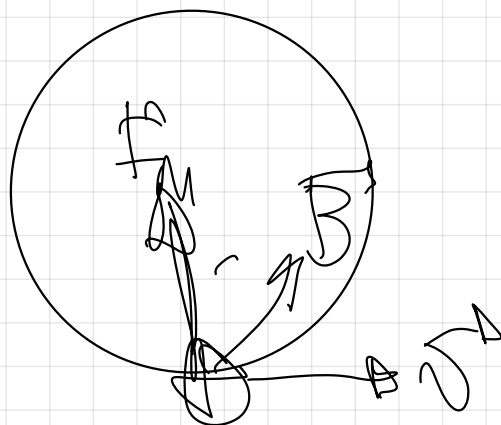
$$\vec{F} = G \vec{F}_g$$

2nd leg Newton

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

E_c vanishes.

$$\vec{F}_m$$



$$\vec{F}_a \Rightarrow 0 \quad \text{CP}$$

144

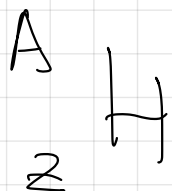
15-E) Un deuterón, isótopo del hidrógeno, recorre una trayectoria circular de radio 4 cm en un campo magnético uniforme de 0,2 T. Calcule:

a) la velocidad del deuterón y la diferencia de potencial necesaria para acelerarlo desde el reposo hasta esa velocidad.

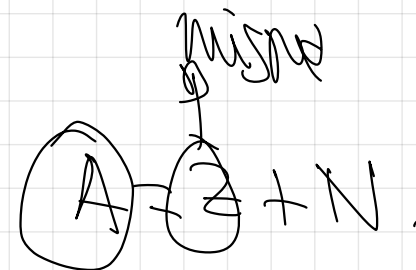
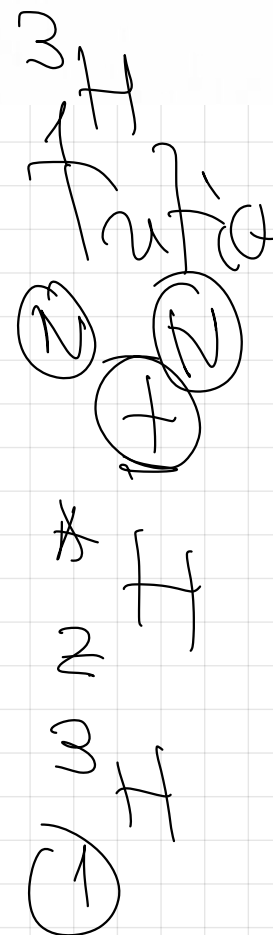
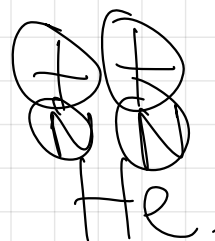
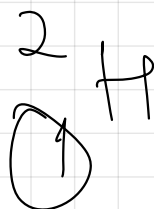
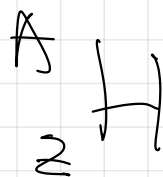
b) el tiempo en que efectúa una semirevolución.

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; m_{\text{deuterón}} = 3,34 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

prótico



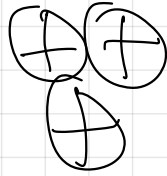
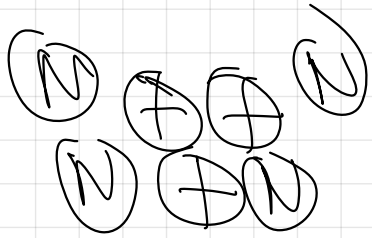
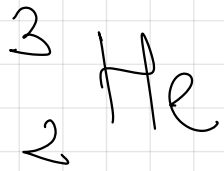
Deuterio



$$Z = 1$$

isótopos

$$Z = 2$$



i sistema.

$$Z=3.$$

Deutero

$${}^2_1\text{H}^+$$



$$\cdot \quad \text{Q} \approx 0.$$

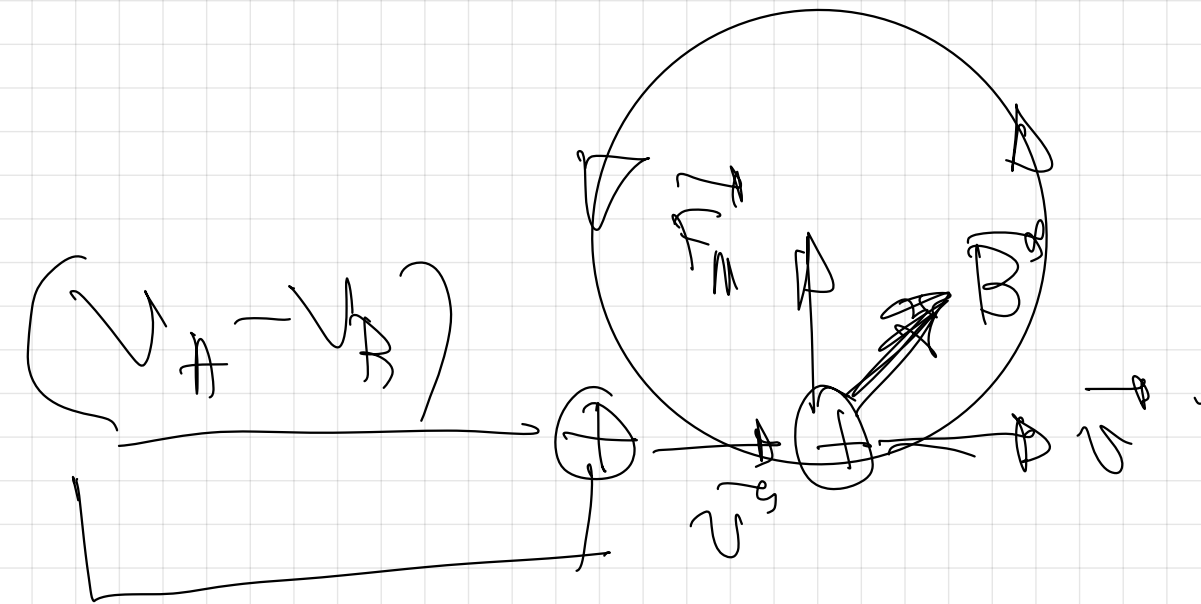
144

(15-E) Un deuterón, isótopo del hidrógeno, recorre una trayectoria circular de radio 4 cm en un campo magnético uniforme de 0,2 T. Calcule:

a) la velocidad del deuterón y la diferencia de potencial necesaria para acelerarlo desde el reposo hasta esa velocidad.

b) el tiempo en que efectúa una semirevolución.

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; m_{\text{deuterón}} = 3,34 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$



$$F_m = F_n$$

$$q \cdot v \cdot B = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

$$v = \frac{q \cdot B \cdot r}{m} = 3,83 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

$$W_{A \rightarrow B} = q \cdot (V_A - V_B) = \Delta E_{A \rightarrow B}$$

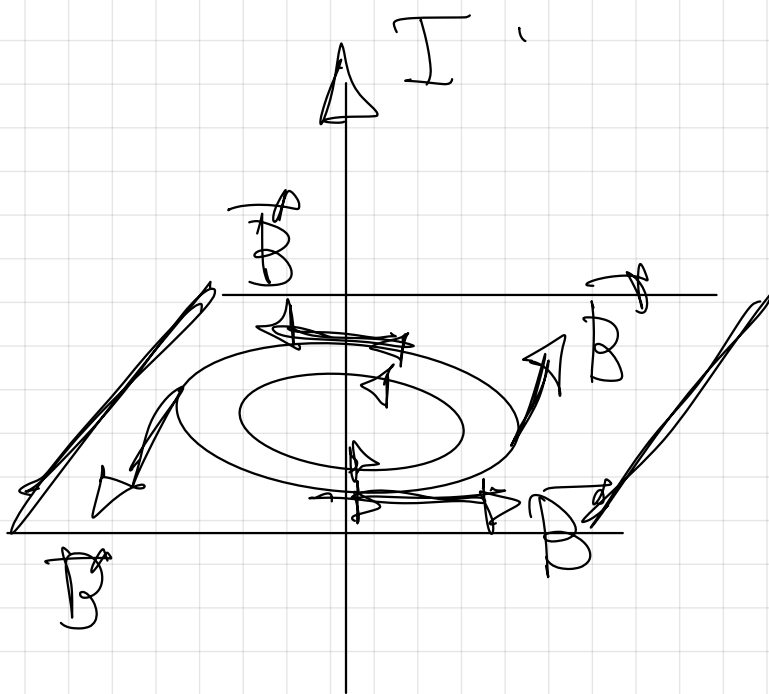
$$q \cdot B = m \cdot \frac{2\pi}{T}$$

$$q \cdot (V_A - V_B) = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$$

$$\textcircled{1} = \frac{N \cdot 2\pi}{q \cdot B}$$

$$(V_A - V_B) = \left[\frac{m \cdot v^2}{2q} \right]$$

$$\frac{T}{2} = 0,$$



$\vec{B}$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d},$$

21.- Dos conductores fijos, rectilíneos y paralelos de gran longitud A y C distan entre si 10 cm. Por el conductor A circula una corriente de 10 A y por el conductor C una corriente de 15 A en el mismo sentido (hacia arriba) que la anterior. Hallar la inducción magnética en los siguientes puntos:

a) En P_1 , situado a 5 cm de A y 15 cm de C

b) En P_2 equidistante de los dos conductores

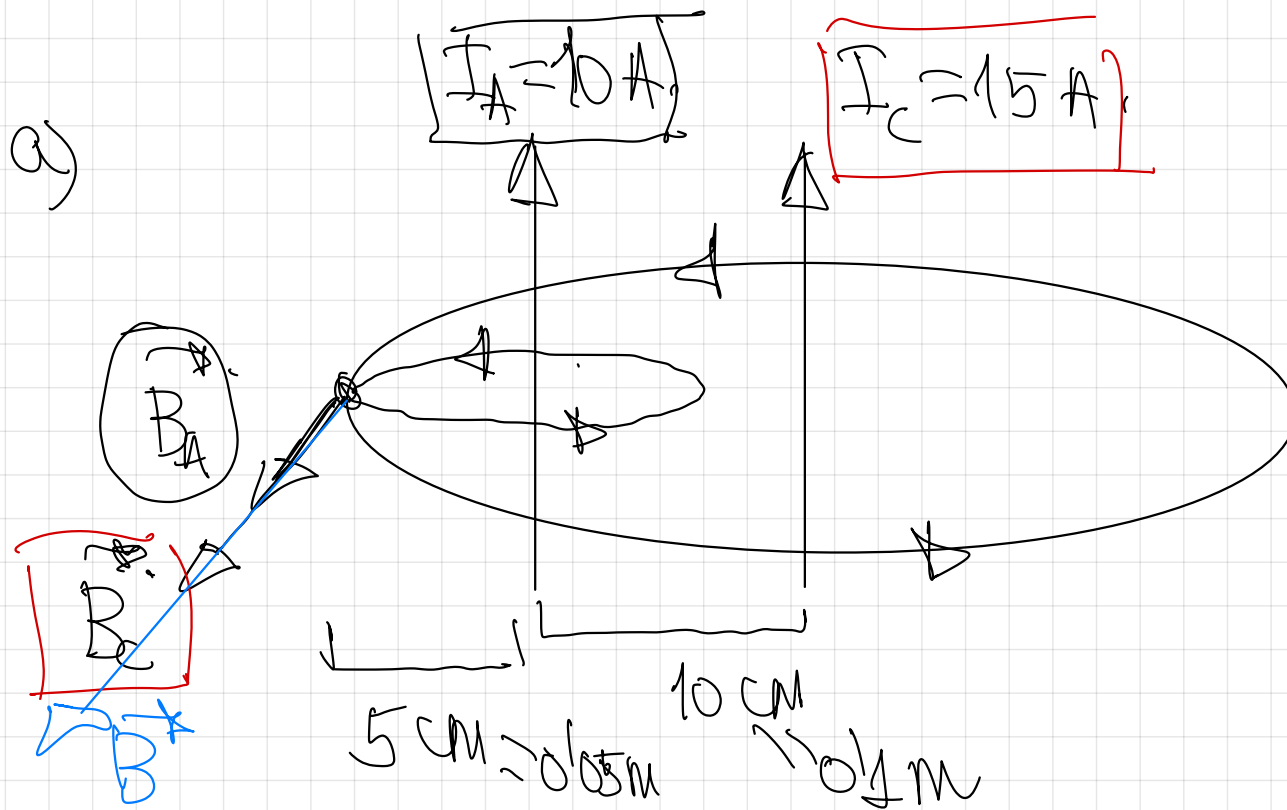
c) En P_3 a 15 cm de A y a 5 cm de C

d) Repetir los apartados a), b) y c) suponiendo que circulase la misma intensidad de corriente por el conductor C, pero de sentido contrario

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

campo magnético $\vec{B}$

pag 98



$$B_A = \frac{\mu_0 I_A}{2\pi d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10}{2\pi \cdot 0.05}$$

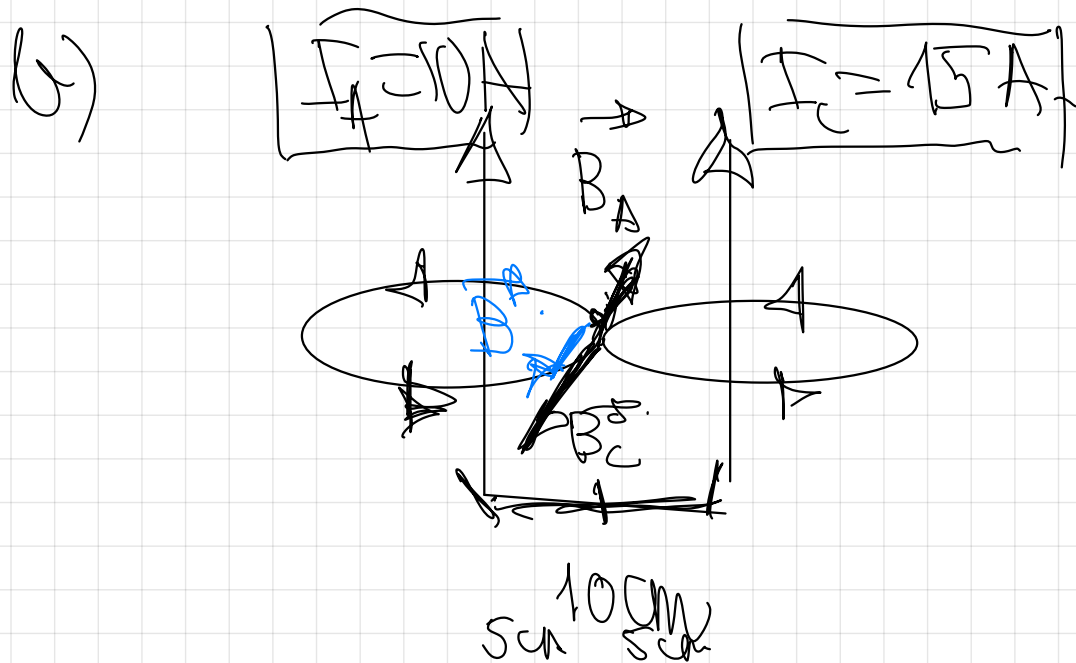
$$B_A = 4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$\vec{B}_A = 4 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ (T)}$$

$$B_C = \frac{\mu_0 I_C}{2\pi d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 15}{2\pi \cdot 0.15} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$\vec{B}_C = +2 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ (T)}$$

$$\vec{B} = \vec{B}_A + \vec{B}_C = 4 \cdot 10^{-5} \vec{k} + 2 \cdot 10^{-5} \vec{k} = 6 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ (T)}$$



$$B_A = \frac{\mu_0 I_A}{2\pi d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10}{2\pi \cdot 0.15}$$

$$B_A = 4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

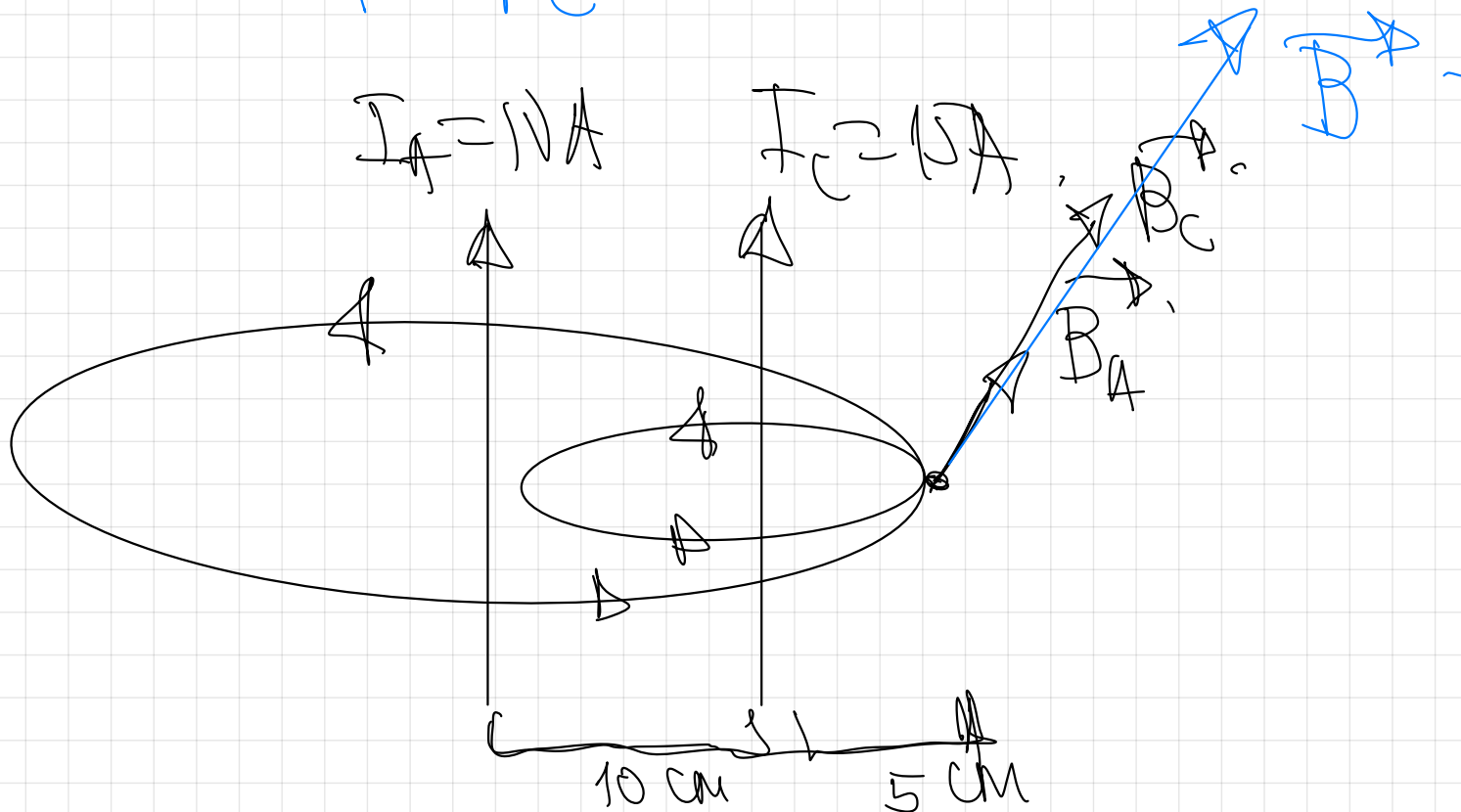
$$\vec{B}_A = -4 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ (T)}$$

$$B_C = \frac{\mu_0 I_C}{2\pi d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 15}{2\pi \cdot 0.05} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$\vec{B}_C = +6 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ (T)}$$

$$|\vec{B}| = |\vec{B}_C| - |\vec{B}_A| = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T saliente.}$$

$$\vec{B} = \vec{B}_A + \vec{B}_C = -4 \cdot 10^{-5} \vec{k} + 6 \cdot 10^{-5} \vec{k} = 2 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ (T)}$$



$$B_A = \frac{\mu_0 I_A}{2\pi d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10}{2\pi \cdot 0,15} = 1,33 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$\vec{B}_A = -1,33 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ (T)}$$

$$B_C = \frac{\mu_0 I_C}{2\pi d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 15}{2\pi \cdot 0,05} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

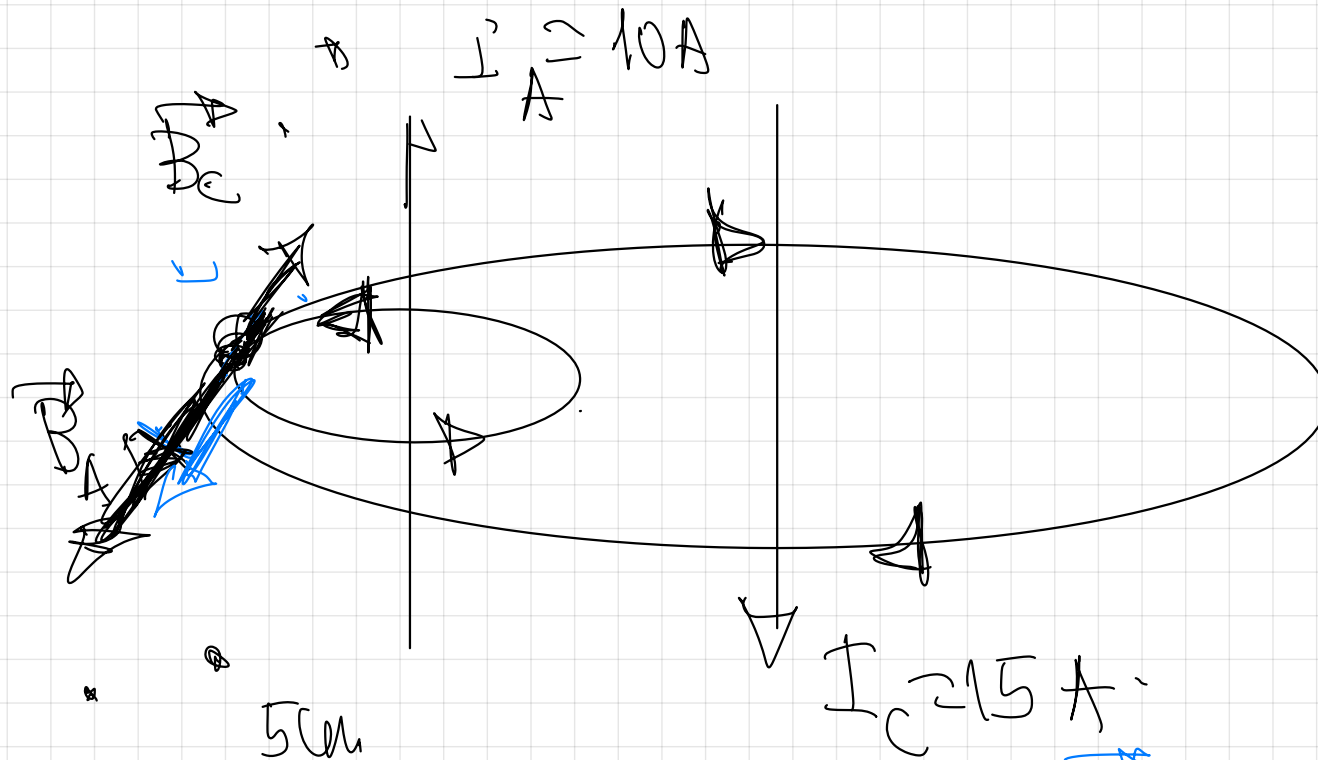
$$\vec{B}_C = 6 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ (T)}$$

$$|\vec{B}| = |\vec{B}_A| + |\vec{B}_C| = 1,33 \cdot 10^{-5} \text{ T} \quad \text{somado} \\ \text{entrante.}$$

$$\vec{B} = \vec{B}_A + \vec{B}_C = -1,33 \cdot 10^{-5} \vec{k} + 6 \cdot 10^{-5} \vec{k} =$$

$$= -7133 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ (T)}$$

d)

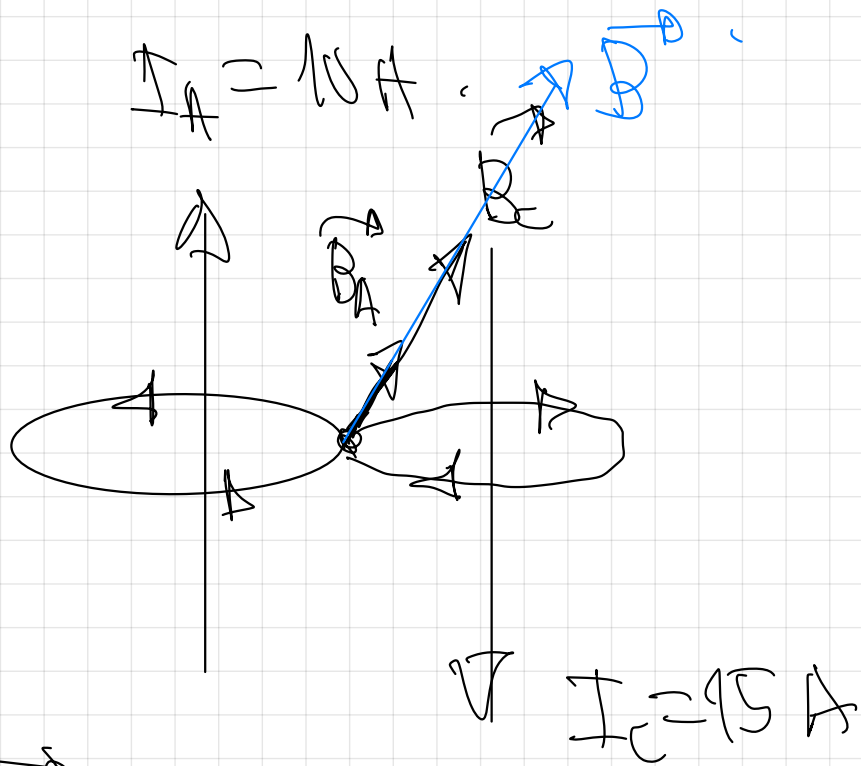


$$\vec{B} = 4 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ (T)}$$

$$\vec{B}_C = -2 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ (T)}$$

$$\vec{B} = \vec{B}_A + \vec{B}_C$$

$$= + 2 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ (T)}$$



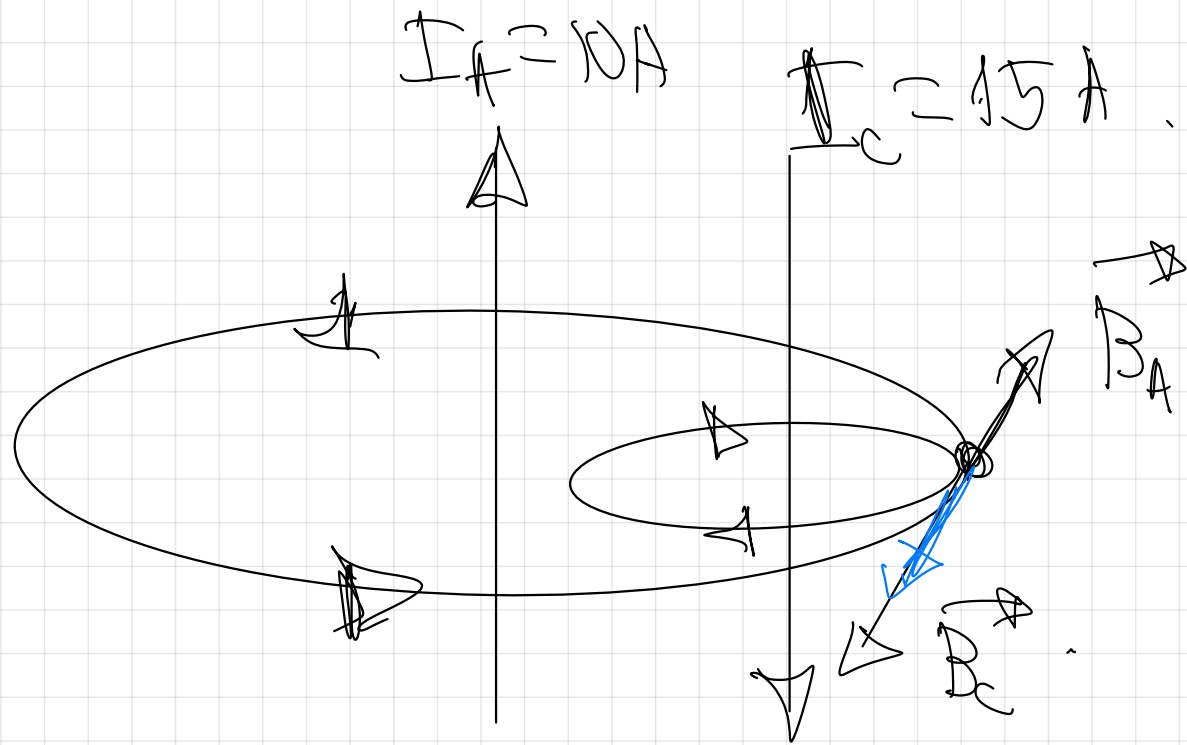
$$\vec{B}_A = -4 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ (T)}$$

$$\vec{B}_C = -6 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ (T)}$$

$$\vec{B} = \vec{B}_A + \vec{B}_C$$

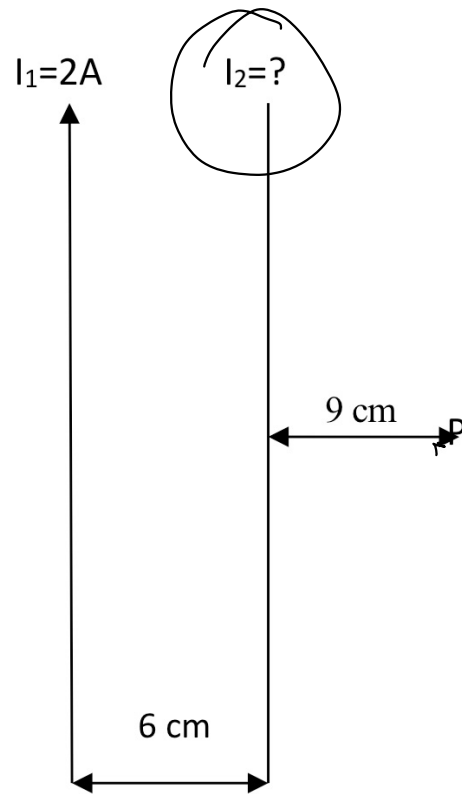
$$\vec{B} = -4 \cdot 10^{-5} \vec{k} - 6 \cdot 10^{-5} \vec{k}$$

$$\vec{B} = -10^{-4} \vec{k} \text{ (T)}$$



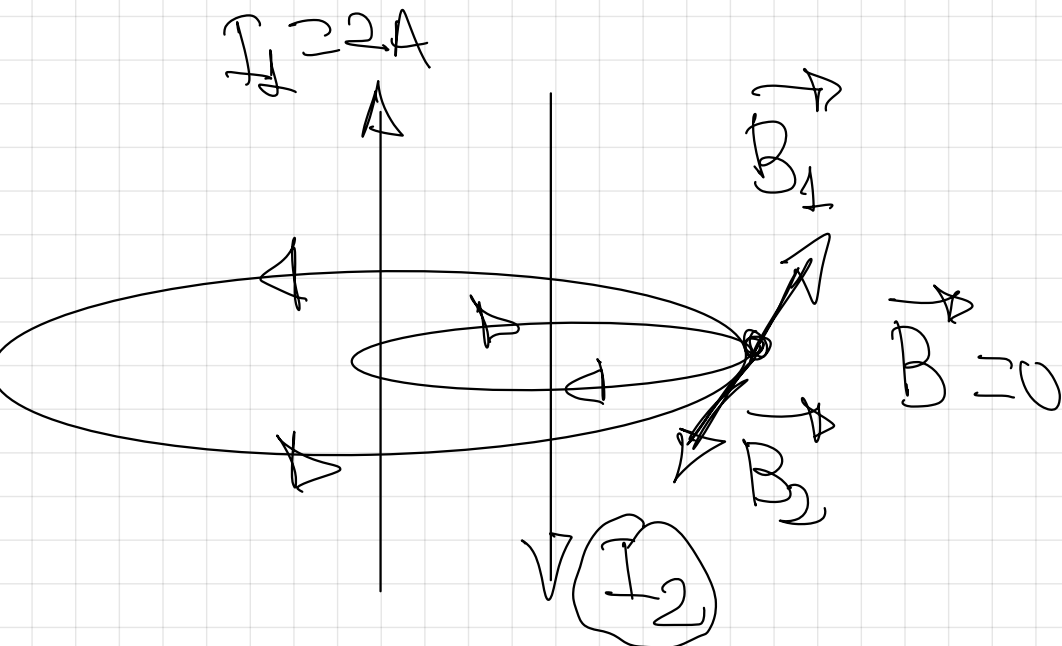
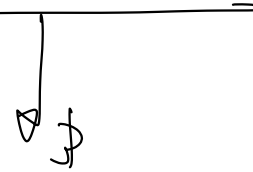
$$\left. \begin{aligned} \vec{B}_A &= -1.33 \cdot 10^{-5} \vec{e}_\varphi \text{ (T)} \\ \vec{B}_C &= +6 \cdot 10^{-5} \vec{e}_\varphi \text{ (T)} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \vec{B} &= \vec{B}_A + \vec{B}_C \\ \vec{B} &= 4.67 \cdot 10^{-5} \vec{e}_\varphi \text{ (T)} \end{aligned}$$

23.-



Por los dos largos hilos rectilíneos y paralelos de la figura, separados 6 cm , circulan sendas corrientes, cuyas intensidades respectivas son I_1 e I_2 . Si $I_1 = 2A$ en el sentido indicado, calcula el valor de I_2 y el sentido de la misma para que el campo magnético en P sea nulo.

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



I_2 que cumple esa condición verifica que

$$|B_1| = |B_2|$$

pag 98

$$I_2 = I_1 \cdot \frac{d'}{d} = 2 \cdot \frac{0'09}{0'15} = 1'2 \text{ A}$$

en el
sentido
indicado.

$$\frac{\mu_0 \cdot I_1}{2\pi d} = \frac{\mu_0 \cdot I_2}{2\pi d'}$$

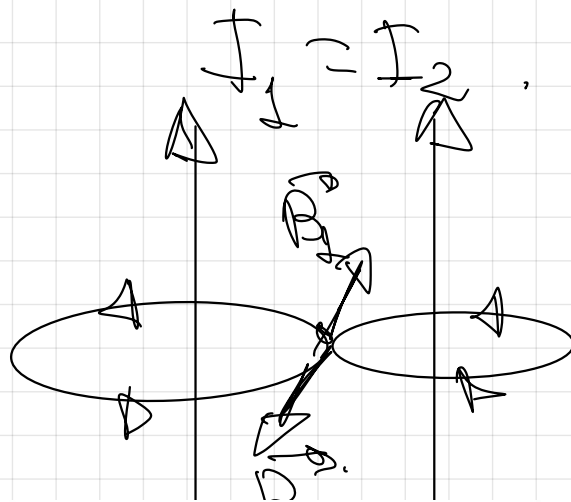
$\swarrow$ $0'15 \text{ m.}$
 $\swarrow$ $0'09 \text{ m.}$

DATE: 20-10-2021

22.- Por dos conductores rectilíneos e indefinidos, dispuestos paralelamente, circulan corrientes eléctricas de la misma intensidad y sentido

a) Dibuje un esquema, indicando la dirección y el sentido del campo magnético debido a cada corriente y del campo magnético total en el punto medio de un segmento que una a los dos conductores

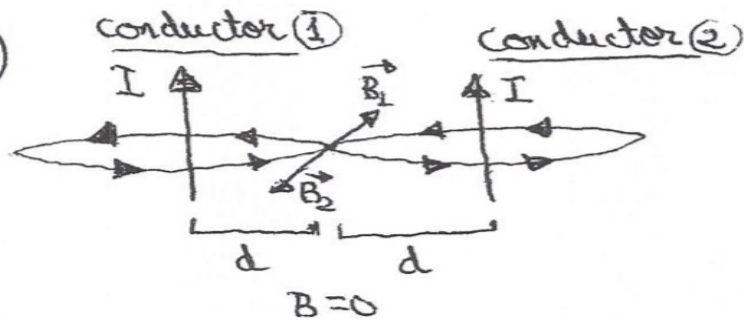
b) ¿Cómo cambiaría la situación al duplicar una de las intensidades?



$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 0.$$

22

a)

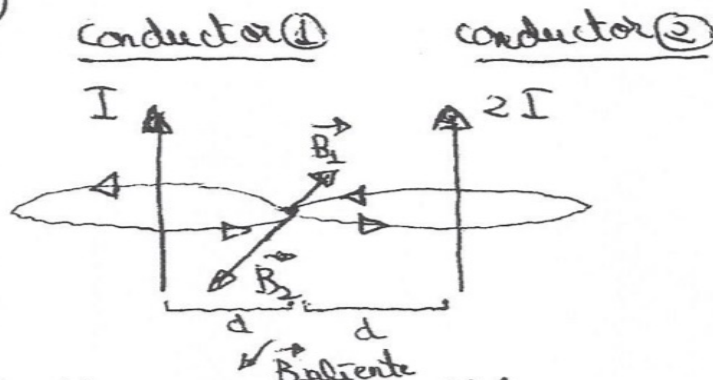


Se la I es la misma

$$|\vec{B}_1| = |\vec{B}_2| = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi d}$$

$B=0 \Rightarrow$ Ya que se trata de dos vectores con el mismo módulo, la misma dirección y sentido contrario

b)



Al duplicar una de las intensidades no cambiaría ni la dirección ni el sentido de $\vec{B}_1$ y $\vec{B}_2$, aunque sí variaría el módulo de $\vec{B}_2$, que se duplicaría, y por ello el campo resultante no sería nulo, sino que valdría:

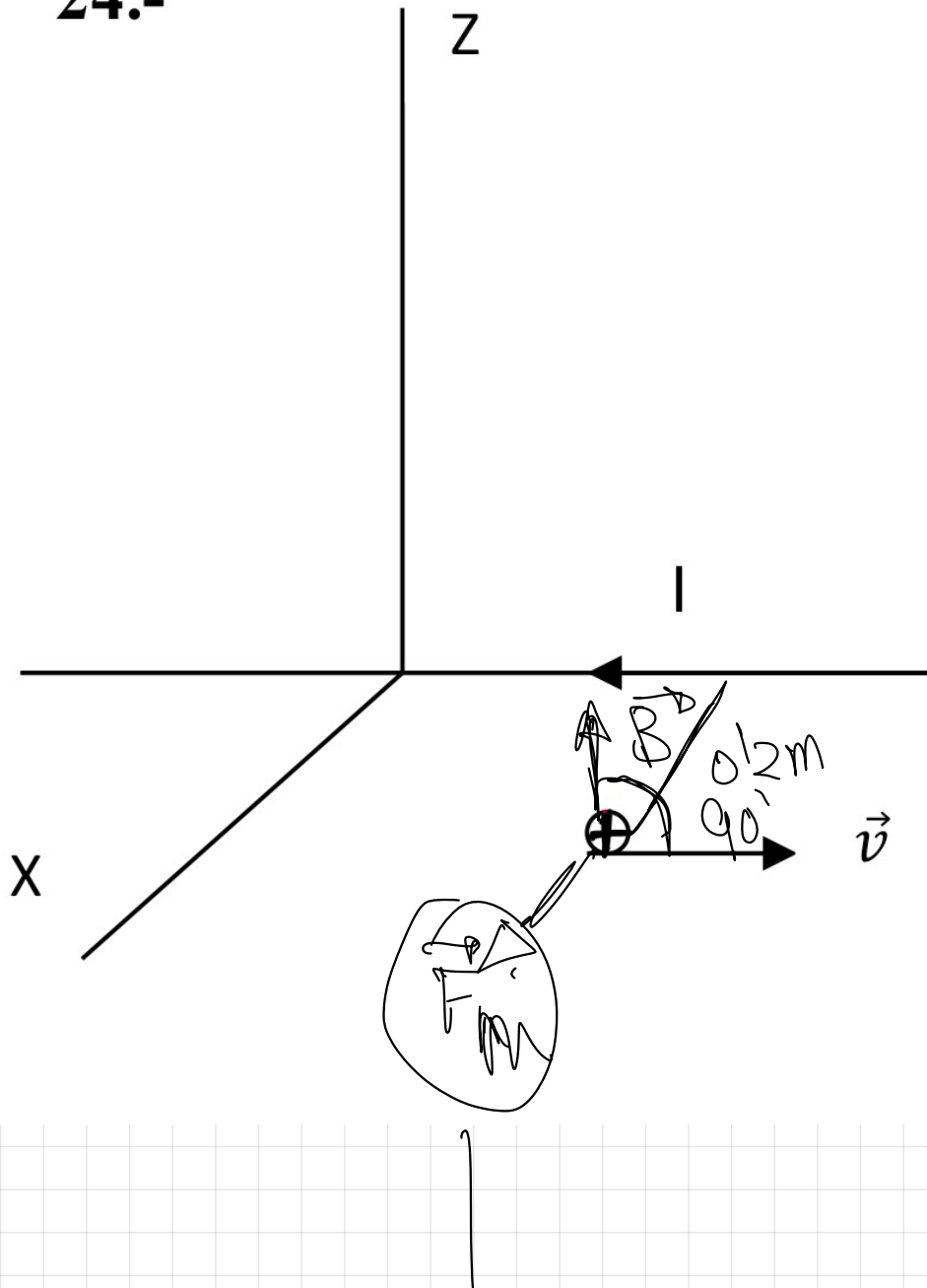
$$B_1 = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi d}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 \cdot 2I}{2\pi d}$$

El módulo del campo magnético total es el del campo creado por el conductor que se duplica en I su sentido depende de cuál de los dos conductores duplicamos en I

$$B = B_2 - B_1 = \frac{\mu_0 \cdot 2I}{2\pi d} - \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi d} = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi d}$$

24.-



Por el cable conductor rectilíneo e indefinido de la figura circula una intensidad de corriente de 5A en el sentido indicado. Un protón se desplaza paralelamente al cable y en sentido contrario a la corriente, a una distancia de 0,2 m con una velocidad de $10^5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Dibujar y calcular la fuerza que actúa sobre el protón cuando pasa por ese punto. Hacer lo mismo suponiendo que se tratase de un electrón.

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m}\cdot\text{A}^{-1}$$

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi d}$$

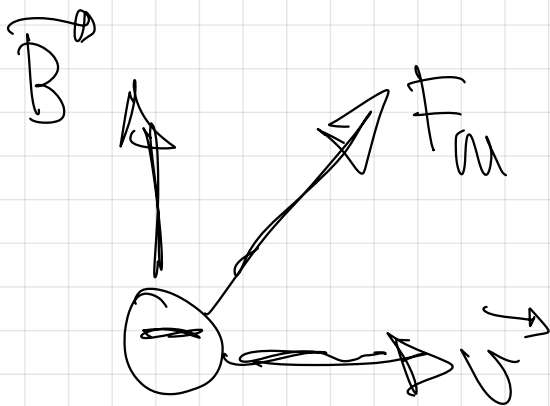
$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 5}{2\pi \cdot 0.2} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

↓
ley de Lorentz.

$$F_m = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \theta$$

$$F_m = 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 1$$

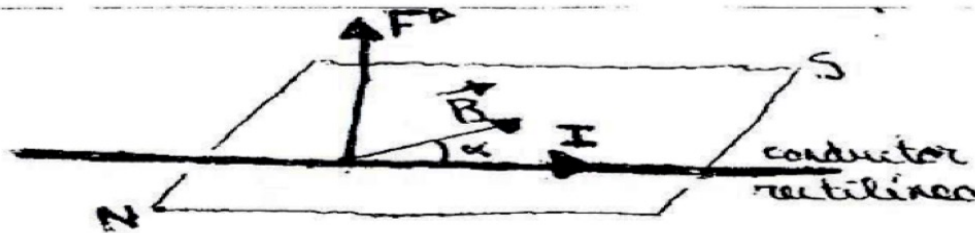
$$F_m = 8 \cdot 10^{-20} \text{ N en el sentido indicado}$$



$$F_m = 8 \cdot 10^{-20} \text{ N en sentido contrario.}$$

5.- FUERZA EJERCIDA POR UN CAMPO MAGNÉTICO SOBRE UNA CORRIENTE RECTILÍNEA

Una corriente eléctrica consiste en un flujo de cargas con una velocidad común de desplazamiento a través del conductor. Por consiguiente, cuando el conductor se encuentra sometido a un campo magnético, cada una de las cargas que se mueven experimentará una fuerza magnética. La resultante de todas estas fuerzas será la fuerza que actúa sobre el conductor, cuyo valor viene dado por la expresión:

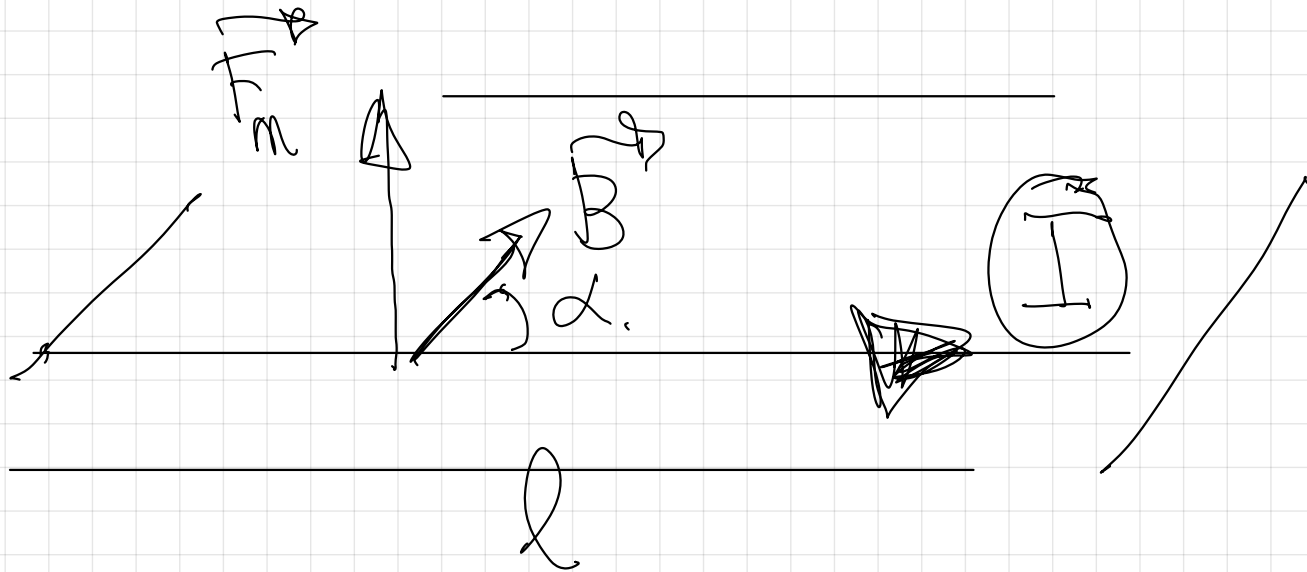


$$\vec{F} = I (\vec{l} \times \vec{B})$$

Las características de esta fuerza son las siguientes:

a) Módulo: $F = I \cdot l \cdot B \cdot \sin \alpha$

ley de Lorentz,
 $F_m = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$



Módulo $\Rightarrow F_m = I \cdot l \cdot B \cdot \sin \alpha$.

$I \Rightarrow A$.

$l \Rightarrow m$

$B \Rightarrow T$.

$\alpha \Rightarrow$ ángulo formado por el conductor y el campo.

- 19.-** Un conductor rectilíneo de 20 cm de longitud está situado en el interior de un campo magnético uniforme de 1,5 T, formando un ángulo de 60° con sus direcciones. Si sobre el conductor actúa una fuerza de 1N, ¿Qué intensidad de corriente circula sobre el mismo?

Diagram illustrating the forces on a current-carrying wire in a magnetic field:

- Force: $F_m = 1\text{ N}$
- Magnetic field: $B = 1.5\text{ T}$
- Length of wire: $l = 20\text{ cm} = 0.2\text{ m}$
- Angle: 60°
- Current: I
- Wire length vector: l_x

Formula for magnetic force:

$$F_m = I \cdot (l \times B)$$

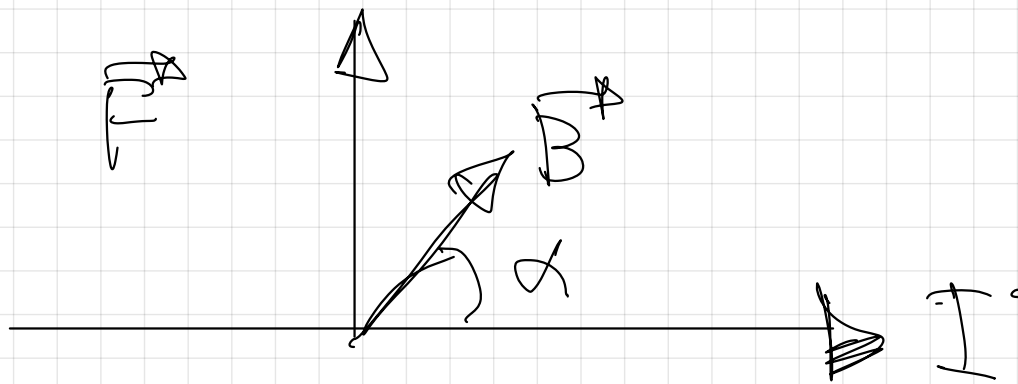
Force calculation using the angle:

$$F_m = I \cdot l \cdot B \cdot \sin 60^\circ$$

Current calculation:

$$I = \frac{F_m}{l \cdot B \cdot \sin 60^\circ} = \frac{1\text{ N}}{0.2\text{ m} \cdot 1.5\text{ T} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = 3.85\text{ A}$$

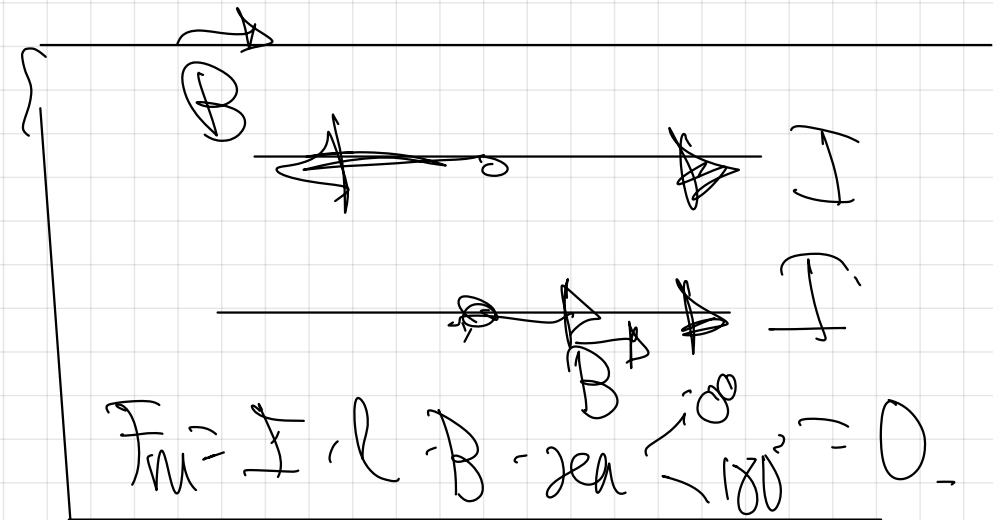
20.- Un conductor rectilíneo de longitud l por el que circula una intensidad de corriente I está sometido a la acción de un campo magnético uniforme B , experimentando una fuerza F . ¿Cómo se vería afectada dicha fuerza si sobre el mismo conductor circulase una intensidad mitad que la anterior?, ¿y si el campo magnético fuese paralelo al conductor?



$$F_m = I \cdot l \cdot B \cdot \sin \alpha$$

$$F'_m = \frac{I}{2} \cdot l \cdot B \cdot \sin \alpha$$

$$F'_m = \frac{1}{2} F_m \text{ se reduce a la mitad}$$

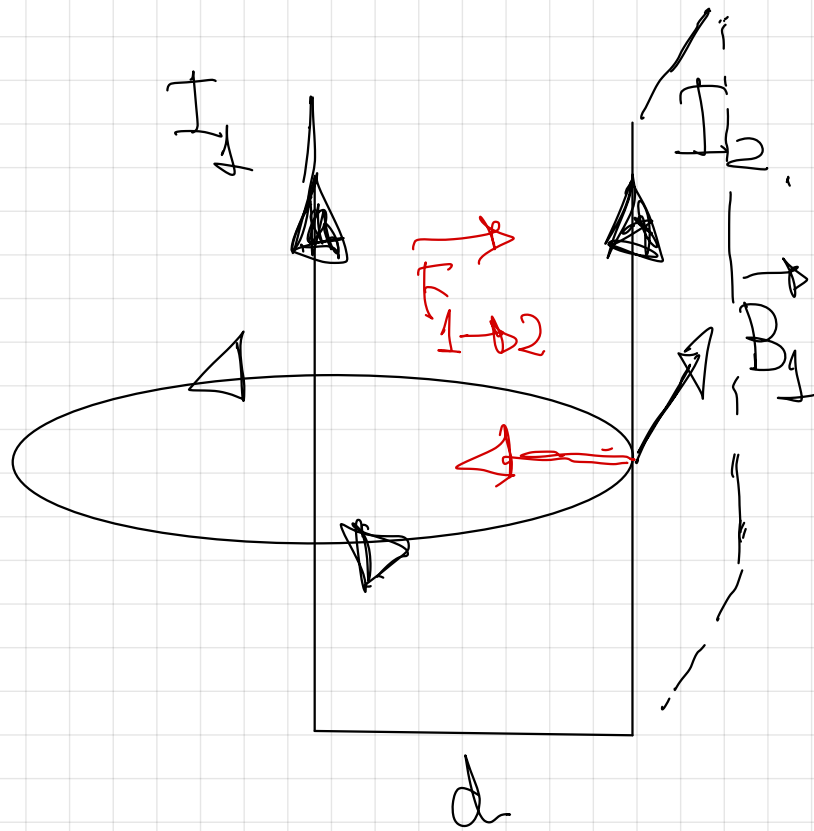


$$F_m = I \cdot l \cdot B \cdot \sin \angle 0^\circ = 0$$

$$F_m = I \cdot l \cdot B \cdot \sin \angle 180^\circ = 0$$

pag 83:

4.- FUERZA MAGNÉTICA ENTRE DOS CORRIENTES RECTILÍNEAS Y PARALELAS



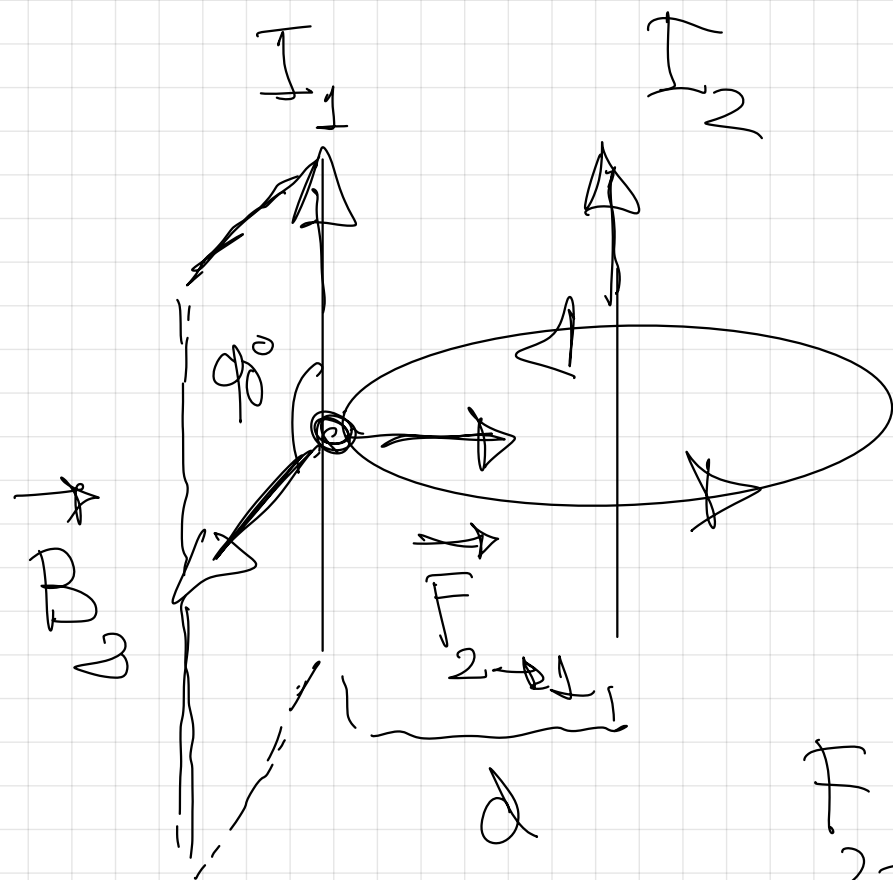
$$B_1 = \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2\pi d}$$

$$F_{1 \rightarrow 2} = I_2 \cdot l \cdot B_1 \cdot \sin 90^\circ$$

$$F_{1 \rightarrow 2} = I_2 \cdot l \cdot \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2\pi d}$$

$$N. \Rightarrow F_{1 \rightarrow 2} = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi d}.$$

$$\left[\begin{array}{c} N \\ \hline n \end{array} \right] \Rightarrow \frac{F_{1 \rightarrow 2}}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}.$$



$$\textcircled{B_2} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d}$$

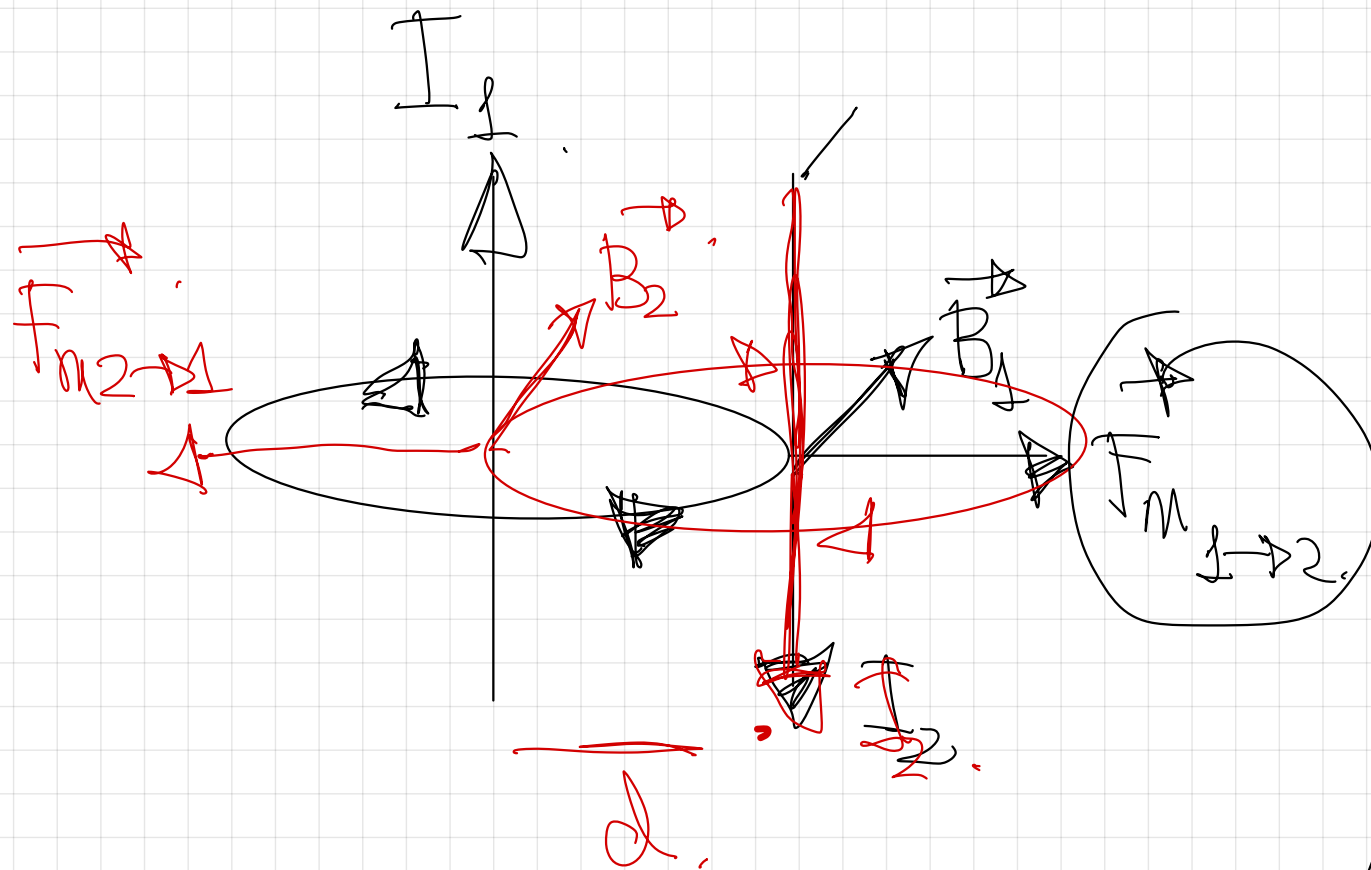
$$F_{2 \rightarrow 1} = I_1 \cdot l \cdot B_2 \sin 90^\circ$$

$$F_{2 \rightarrow 1} = I_1 \cdot l \cdot \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d}$$

$$|F_{1 \rightarrow 2}| = |F_{2 \rightarrow 1}|$$

$$F_{2 \rightarrow 1} = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi d}$$

$$\left(\frac{N}{m} \right) \frac{F_{2 \rightarrow 1}}{l} = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2}{2 \pi d}$$



$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d}$$

$$F_{12} = I_2 \cdot l \cdot B_1 = 2\pi r d$$

$$F_{12} = I_2 \cdot l \cdot \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d}$$

$$F_{12} = \frac{\mu_0 I_1 I_2 \cdot l}{2\pi d}$$

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} \quad \text{Im}$$

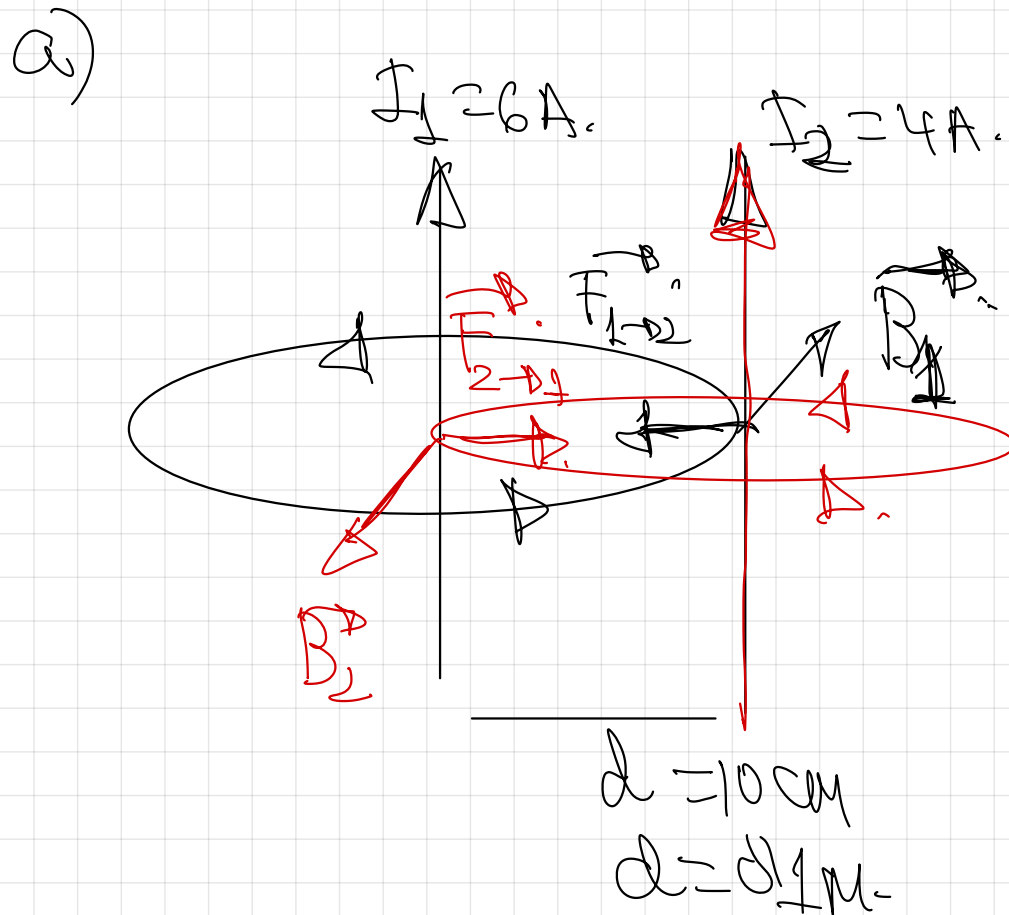
Definición
internacional
de ampere.

$$\frac{F}{l} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot (1)(1)}{2\pi \cdot 1} = \boxed{2 \cdot 10^{-7} \text{ N/m}}$$

28.- Dos conductores rectilíneos paralelos y de gran longitud, están separados en el aire 10 cm y están recorridos por corrientes de 6 A y de 4 A. Calcula la fuerza por unidad de longitud que actúa sobre cada conductor:

- a) Si las corrientes tienen el mismo sentido
- b) Si las corrientes tienen sentido contrario

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



$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d}$$

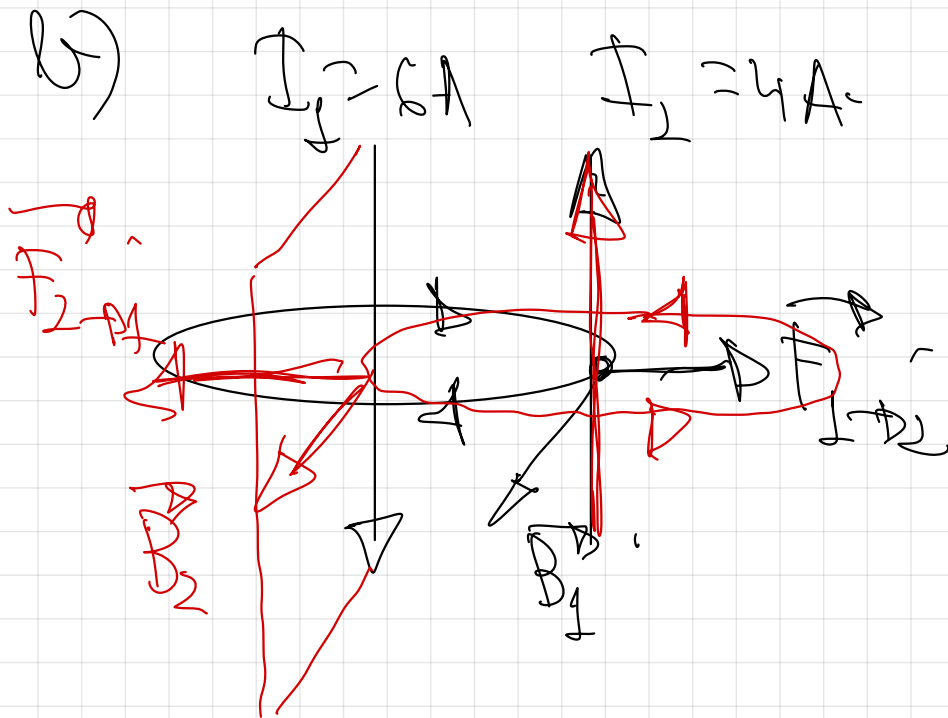
$$F_{1 \rightarrow 2} = I_2 \cdot l \cdot |B_1| \sin 90^\circ$$

$$F_{1 \rightarrow 2} = I_2 \cdot l \cdot \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d}$$

$$|\vec{F}_{1 \rightarrow 2}| = |\vec{F}_{2 \rightarrow 1}|$$

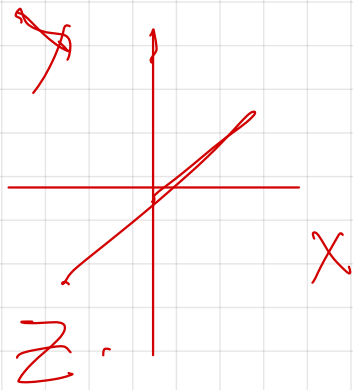
$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$$

$$\frac{F}{l} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 6 \cdot 4}{2\pi \cdot 0.1} = 4.8 \cdot 10^{-5} \frac{\text{N}}{\text{m}} \text{ de atracción.}$$

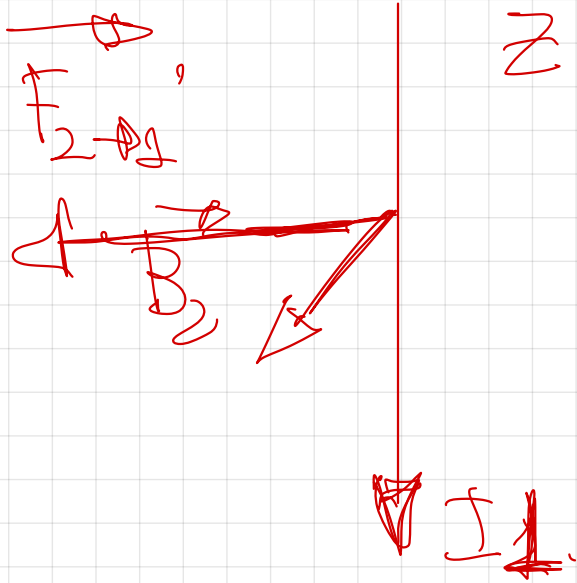


$$\therefore B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d}$$

$$F_{2 \rightarrow 1} = I_1 \cdot l \cdot B_2 \cdot \sin 90^\circ$$



$$\vec{F}_{2 \rightarrow 1} = I_1 \cdot (\vec{l} \times \vec{B}_2)$$



$$\vec{F}_{2 \rightarrow 1} = I_1 \cdot \begin{vmatrix} \vec{l} & \vec{y} & \vec{z} \\ 0 & l & 0 \\ 0 & 0 & B_2 \end{vmatrix}$$

$$\vec{F}_{2 \rightarrow 1} = I_1 \cdot (\vec{l} (-l) \vec{B}_2)$$

$$\boxed{\vec{F}_{2 \rightarrow 1} = -I_1 \cdot l B_2 \vec{l} (N)}$$

$$\frac{F}{l} = \frac{4 \cdot 10^{-7} \cdot 6 \cdot 4}{2 \cdot 0.1} = 4.8 \cdot 10^{-5} \frac{N}{m}$$

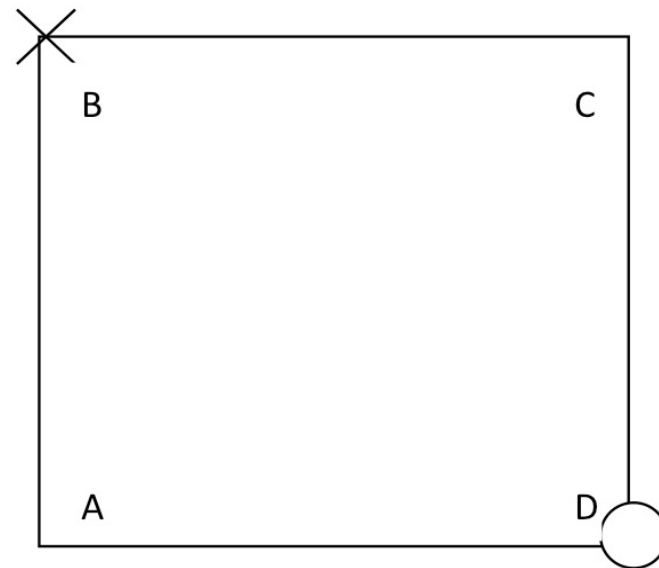
da repulsiv.

30.- Dos hilos metálicos largos y paralelos, por los que circulan corrientes de 3 A y 4 A, pasan por los vértices B y D de un cuadrado de 2 m de lado, situado en un plano perpendicular, como ilustra la figura. El sentido de las corrientes se indica por los símbolos x=entra en el papel o=sale del papel

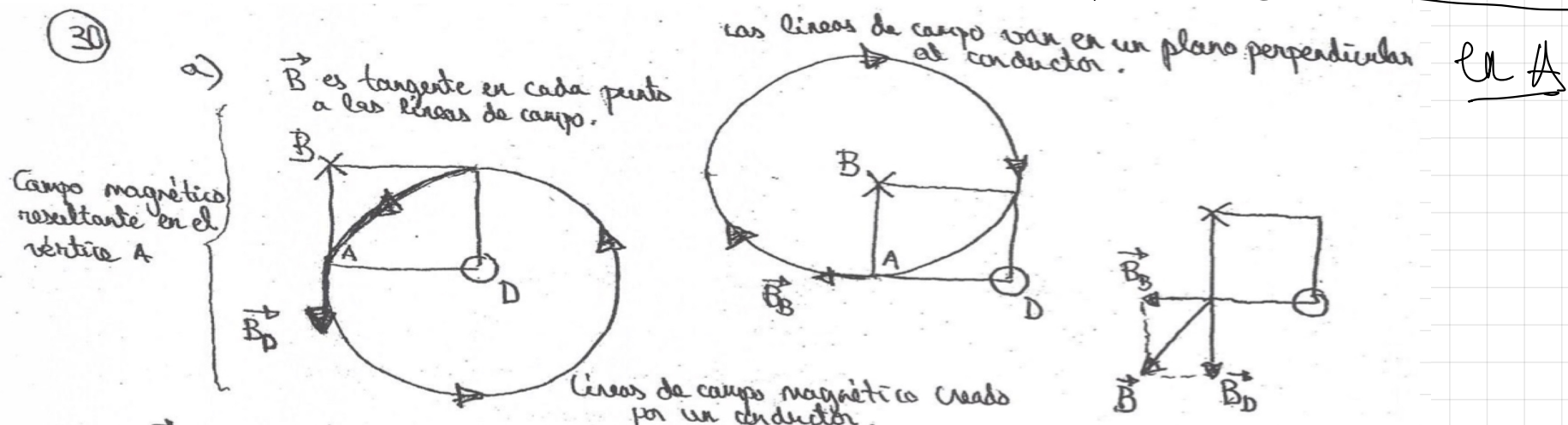
a) Dibuje un esquema en el que figuren las interacciones mutuas y el campo magnético resultante en el vértice A

b) Calcule los valores numéricos del campo magnético en A y de la fuerza por unidad de longitud ejercida sobre uno de los hilos.

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



a) y b)
Campo magnético resultante



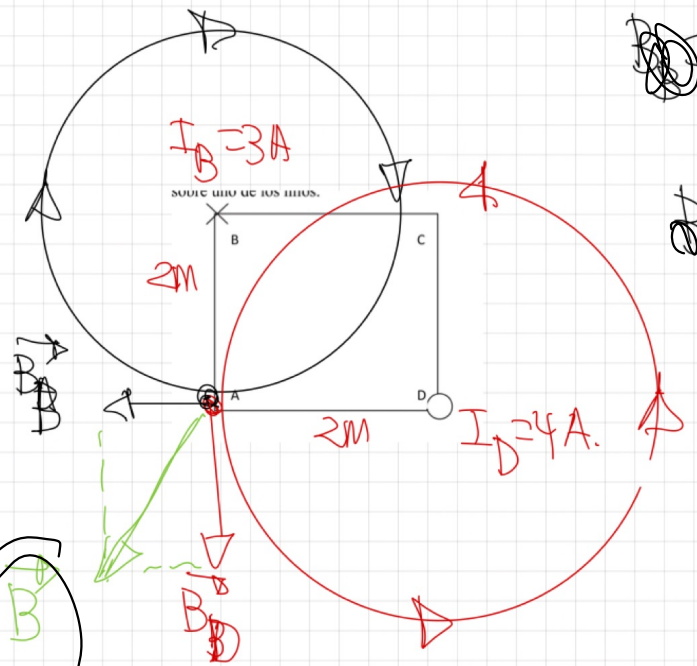
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3}{2\pi \cdot 2}$$

$$B_B = 3 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

$$\vec{B}_B = -3 \cdot 10^{-7} \hat{y} \text{ (T)}$$

$$\vec{B} = \vec{B}_B + \vec{B}_D = -3 \cdot 10^{-7} \hat{y} - 4 \cdot 10^{-7} \hat{x} \text{ (T)}$$



$$B_D = \frac{\mu_0 I_D}{2\pi d}$$

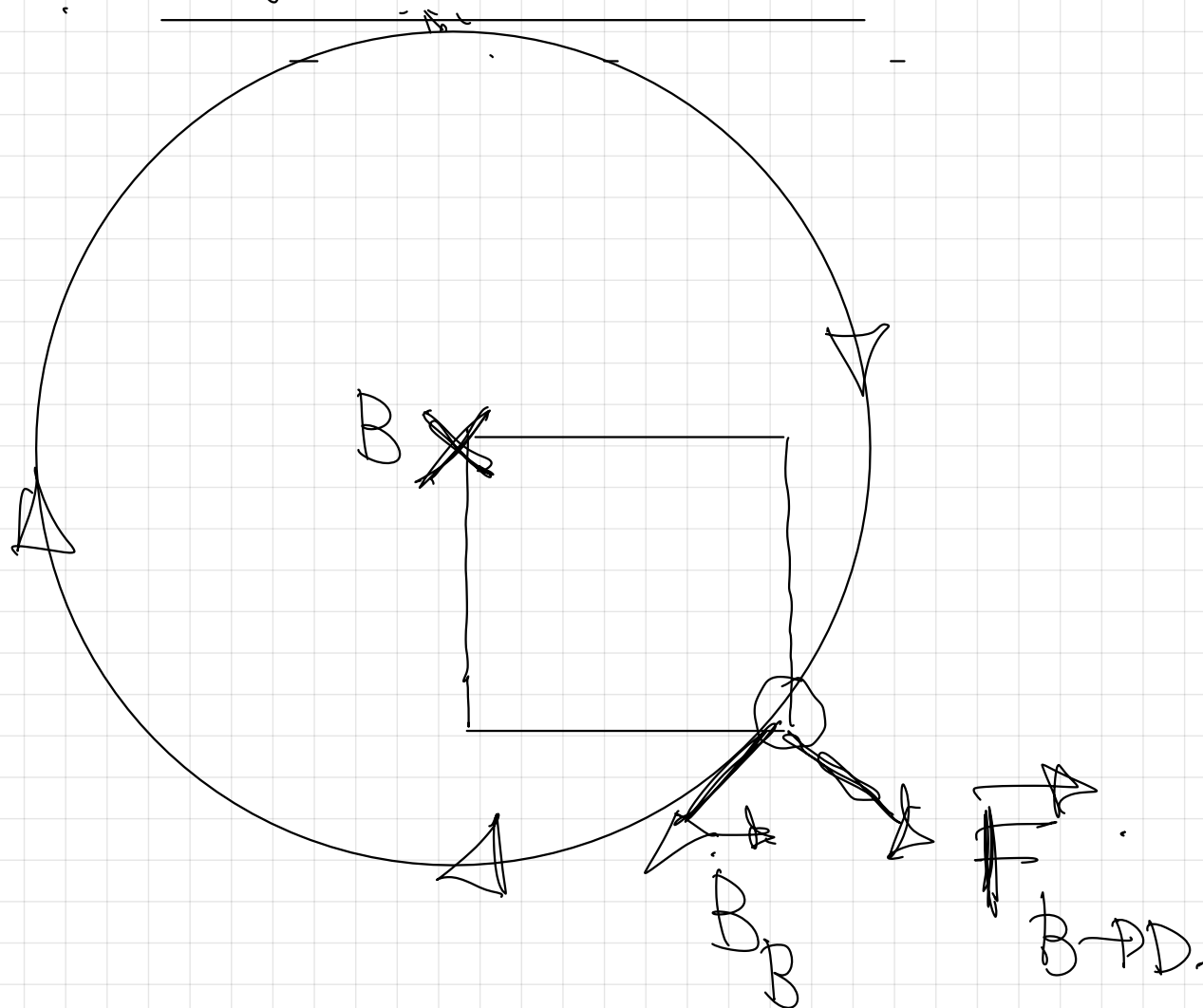
$$B_D = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 4}{2\pi \cdot 2}$$

$$B_D = 4 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

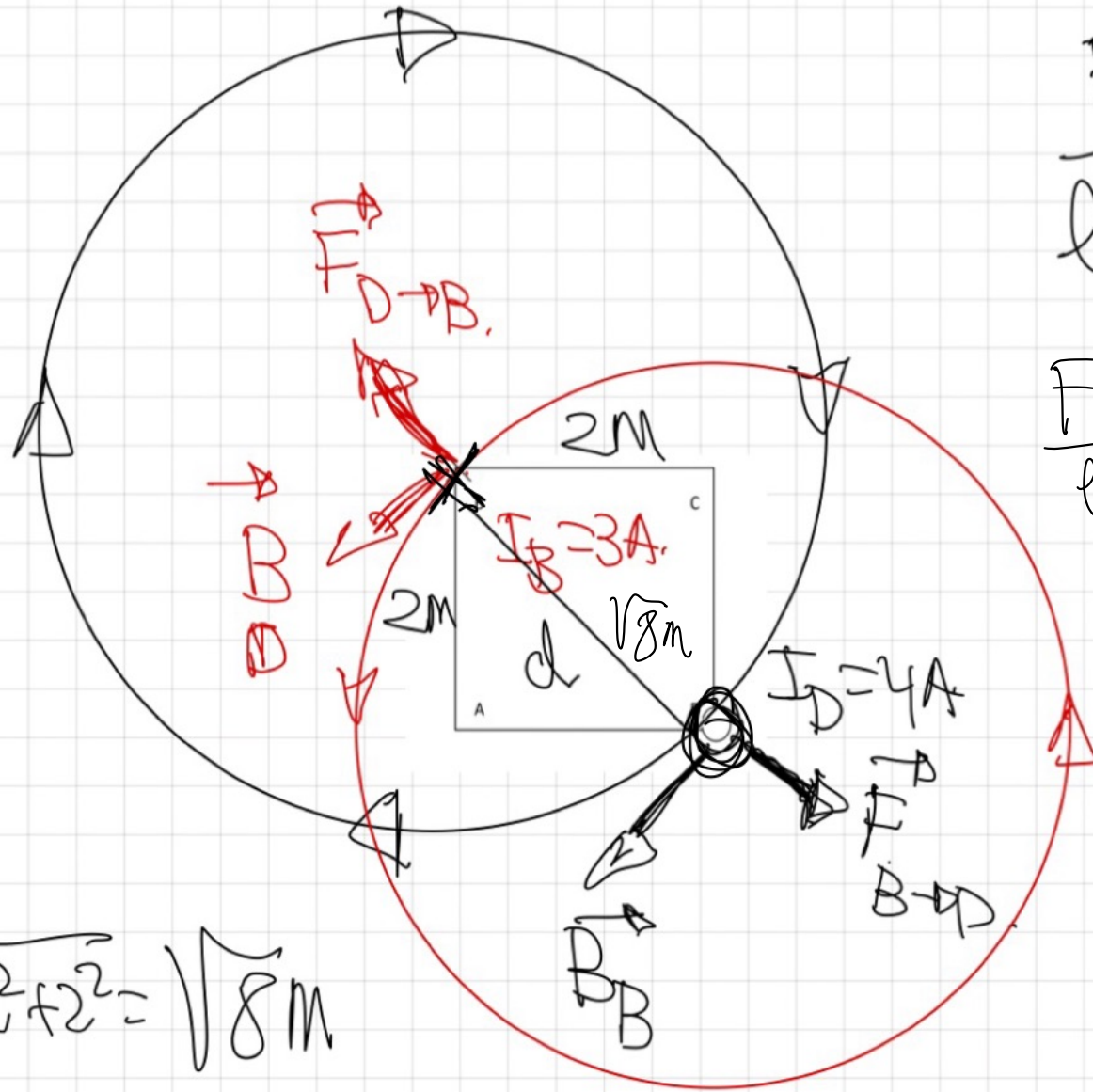
$$\vec{B}_D = -4 \cdot 10^{-7} \hat{x} \text{ (T)}$$

$$|B^0| = \sqrt{x^2 + y^2} = 5 \cdot 10^7 \text{ T.}$$

Interacción neutra,



(30)



$$d = \sqrt{2^2 + 2^2} = 1\sqrt{8}m$$

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_B I_D}{2\pi d}$$

$$\frac{F}{l} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3 \cdot 4}{2\pi 1\sqrt{8}}$$

$$\frac{F}{l} = 85 \cdot 10^{-7} \frac{N}{m}$$

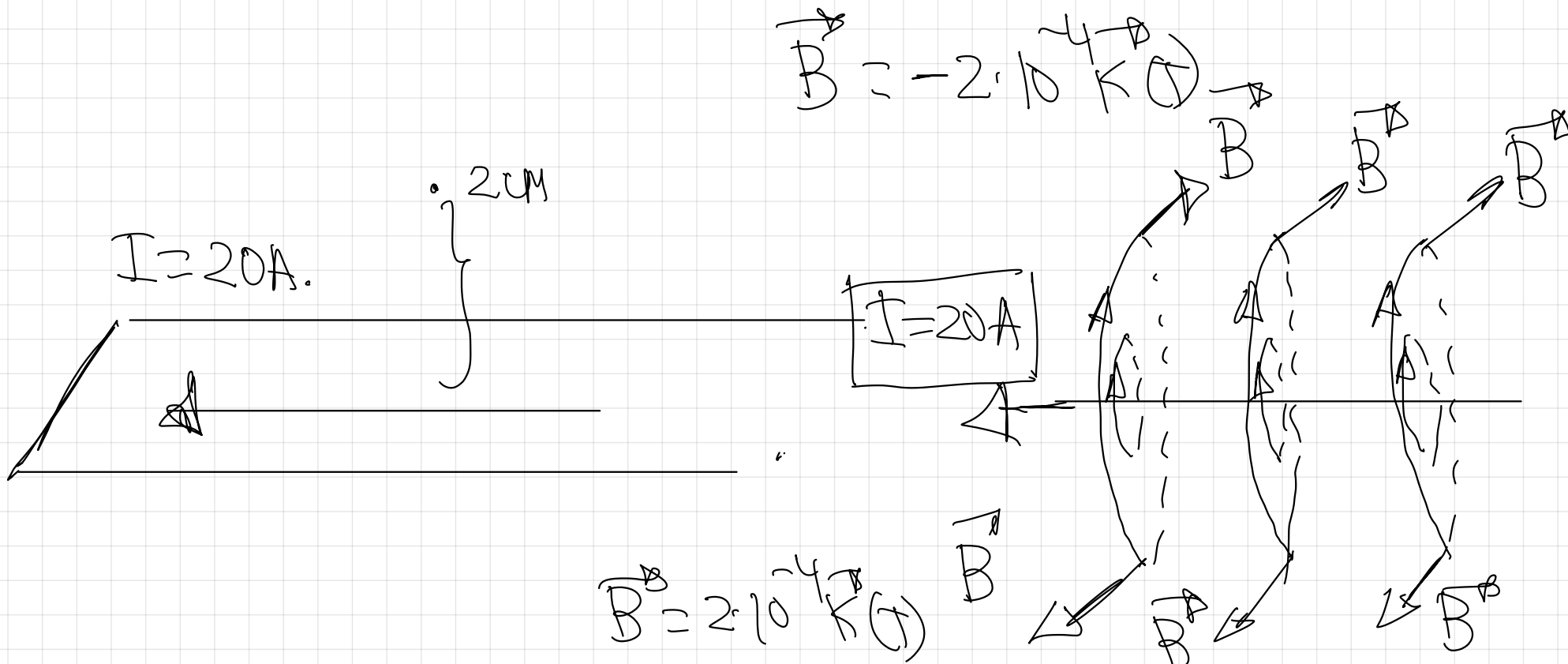
de repulsión

31.- Por un conductor rectilíneo indefinido, apoyado sobre el plano horizontal, circula una corriente de 20 A

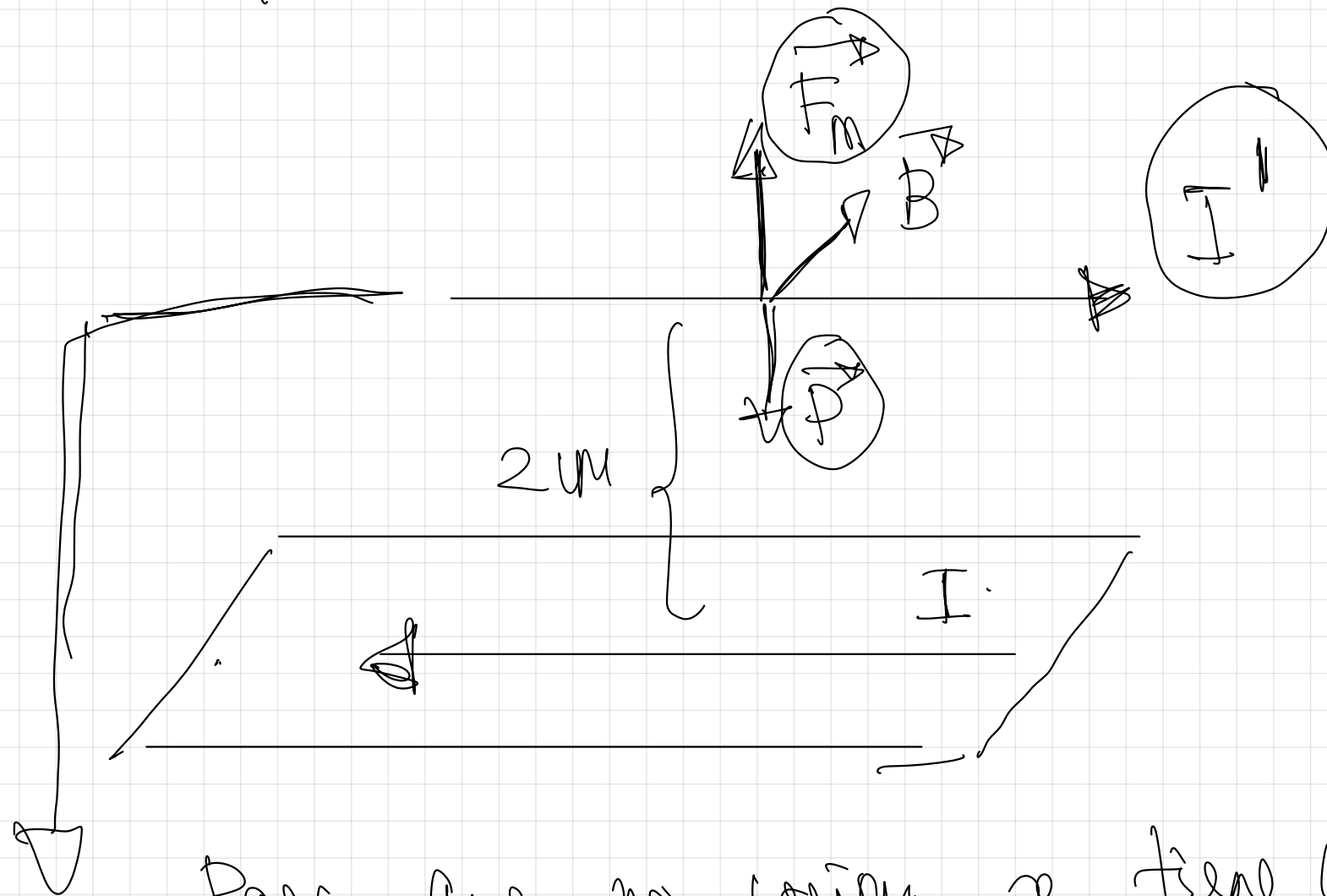
a) Dibuje las líneas del campo magnético producido por la corriente y calcule el valor de dicho campo en un punto situado en la vertical del conductor y a 2 cm de él.

b) ¿Qué corriente tendría que circular por un conductor, paralelo al anterior y situado a 2 cm de él para que no cayera, si la masa por unidad de longitud de dicho conductor es de $0,1 \text{ Kg/m}$?

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1} \quad g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$



$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 20}{2\pi \cdot 0.02} \approx 2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$



Para que no corra a físe que
cumpra que:

$$|\vec{F}_m| = |\vec{P}| \rightarrow 2 \cdot 10^{-4} \text{ T.}$$

$$I \cdot l \cdot B \cdot \sin 90^\circ = m \cdot g.$$

$$I = \frac{m \cdot g}{l \cdot B} = \frac{0.1 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{Kg}}}{2 \cdot 10^{-4} \text{ T.}}$$

$$\left[\frac{0.1 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}}{\text{m}} \right]$$

$I = 5000 \text{ A.}$ en sentido
contrario al anterior.

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

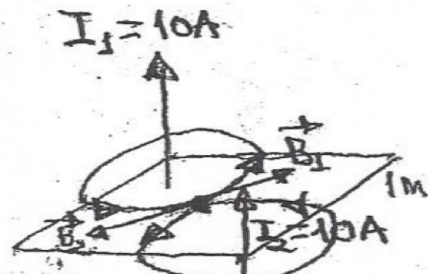
a) Dibuje un esquema en el que figuren las interacciones mutuas y el campo magnético resultante en el centro del cuadrado

b) Calcule los valores numéricos del campo magnético en el centro del cuadrado y de la fuerza por unidad de longitud ejercida sobre uno de los hilos.

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

(29)

a) Campo magnético en el centro del cuadrado:



$\vec{B}$ es tangente en cada punto a las líneas de campo. Las líneas de campo están en un plano perpendicular al conductor.

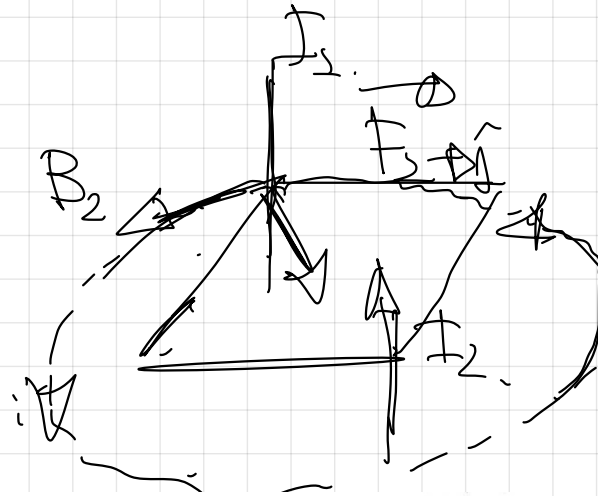
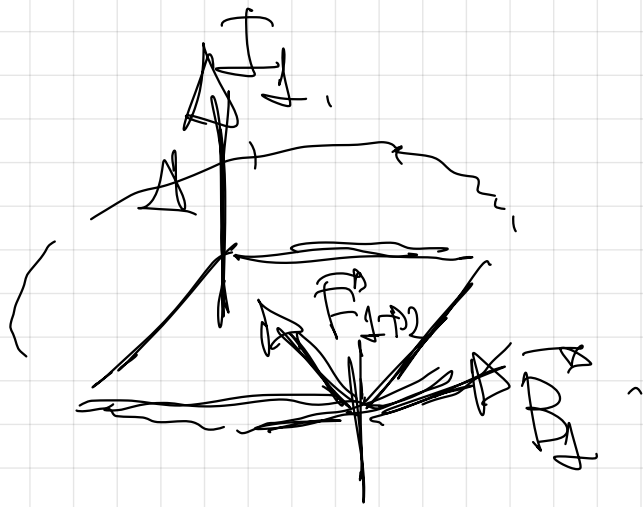
Se observa que $\vec{B}_1$ y $\vec{B}_2$ son dos vectores con la misma dirección y sentido contrario, además poseen el mismo módulo:

$$\left. \begin{aligned} B_1 &= \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2\pi d} \\ B_2 &= \frac{\mu_0 \cdot I_2}{2\pi d'} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} I_1 &= I_2 = 10 \text{ A} \\ d &= d' = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ m} \end{aligned} \left\} |\vec{B}_1| = |\vec{B}_2|$$

Luego el campo magnético resultante en el centro del cuadrado es nulo ($B = 0$)

Interacciones mutuas: dos conductores por los que circulan intensidades de corriente en el mismo sentido se atraen (Ver Tema 8, pregunta 4=)

A I:



- (29) b) El campo magnético en el centro del cuadrado es nulo, según se vio en el apartado anterior ($B=0$)

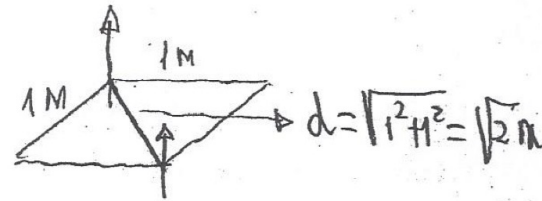
Fuerza por unidad de longitud:

$$F_{1 \rightarrow 2} = F_{2 \rightarrow 1} = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi d}$$

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$$

$$\frac{F}{l} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10 \cdot 10}{2\pi \sqrt{2}}$$

$$\frac{F}{l} = 1.42 \cdot 10^{-5} \frac{N}{m}$$



a) Por dos hilos conductores rectilíneos paralelos, separados una cierta distancia, circulan corrientes de igual intensidad. Explique razonadamente, apoyándose en un esquema, si puede ser cero el campo magnético en algún punto entre los dos hilos, suponiendo que las corrientes circulan en sentidos: i) iguales; ii) opuestos.

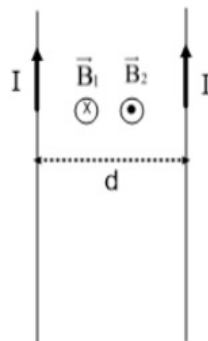
b) Dos conductores rectilíneos paralelos por los que circula la misma intensidad de corriente están separados una distancia de 20 cm y se atraen con una fuerza por unidad de longitud de $5 \cdot 10^{-8} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$. i) Justifique si el sentido de la corriente es el mismo en ambos hilos, representando en un esquema el campo magnético y la fuerza entre ambos. ii) Calcule el valor de la intensidad de corriente que circula por cada conductor.

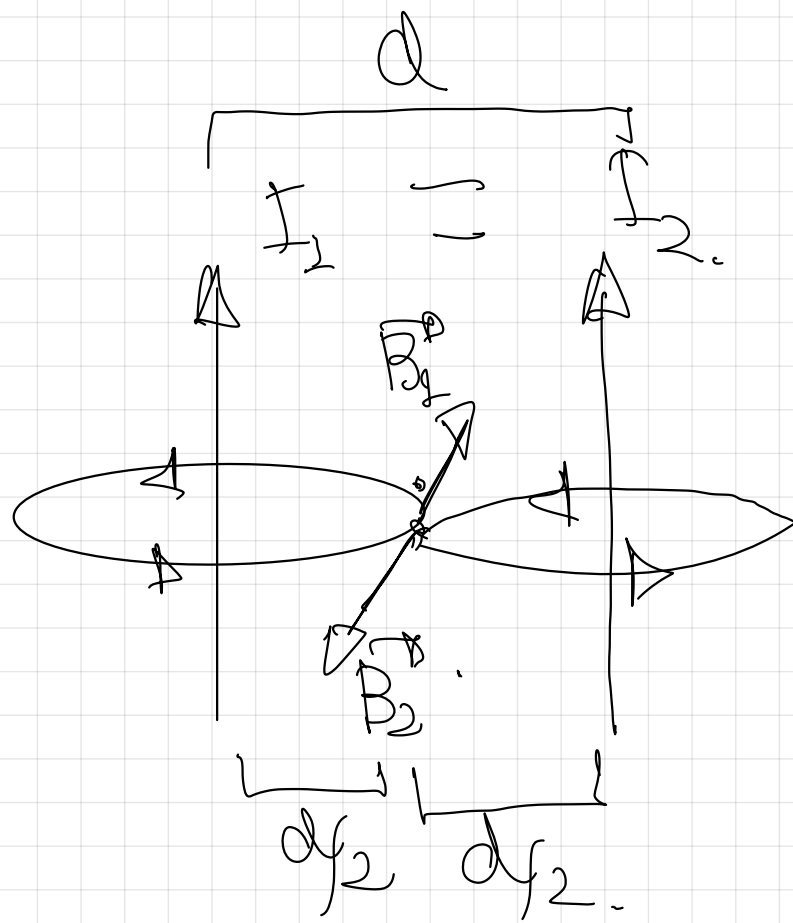
$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$$

FISICA. 2023. JUNIO. EJERCICIO B2

R E S O L U C I O N

a) i)



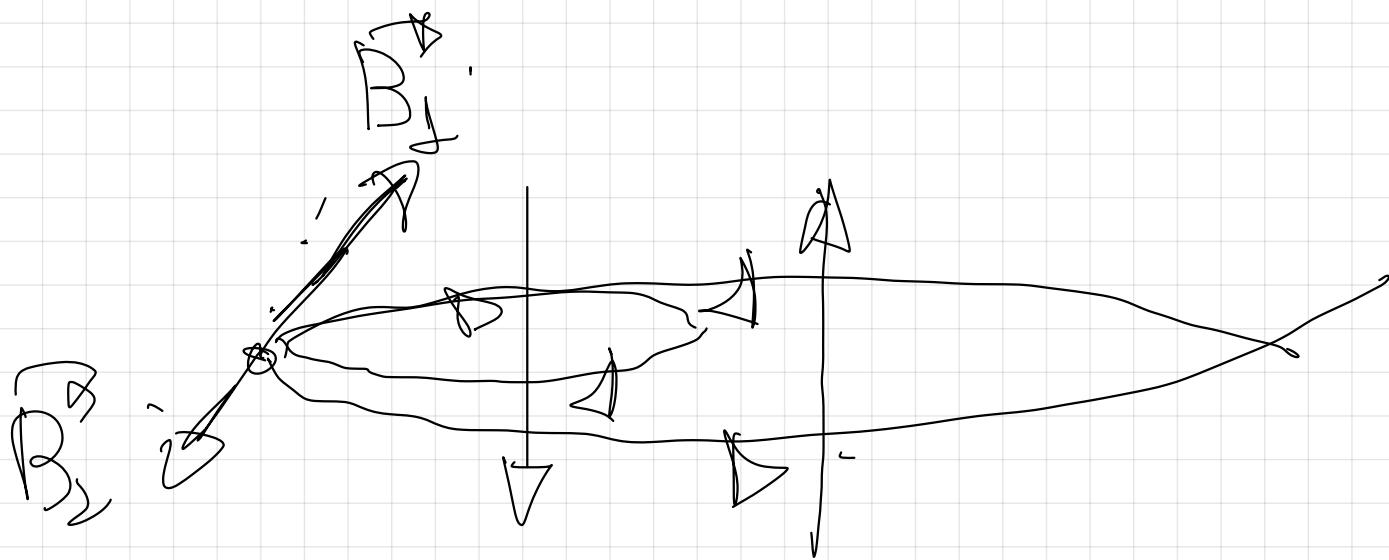
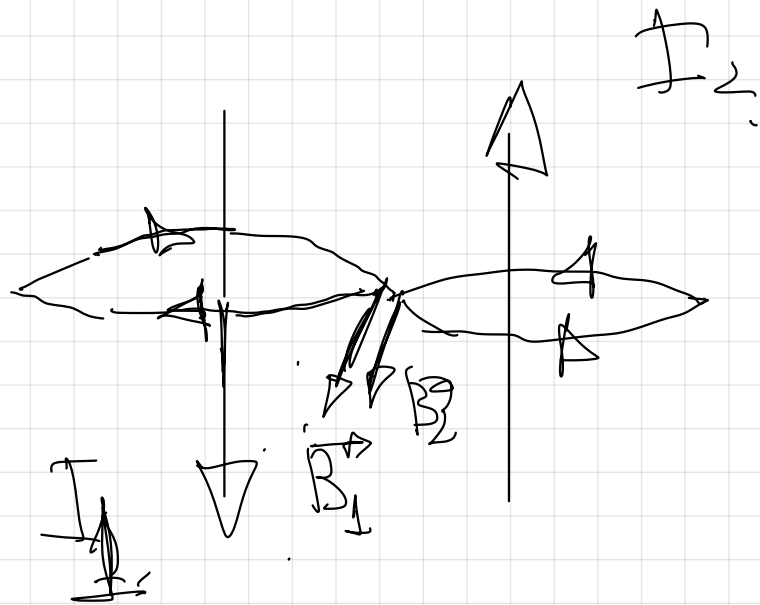


$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d/2}$$

$$|\vec{B}_1| = |\vec{B}_2|$$

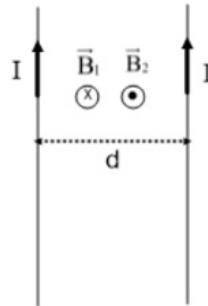
$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 0$$

Misma dirección y
módulo, sentido
contrario $\vec{B} = 0$.



RESOLUCION

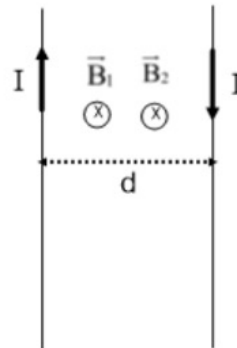
a) i)



Por la regla de la mano derecha, el hilo de la izquierda produce un campo magnético $\vec{B}_1$ entrante en el papel en la zona entre los dos hilos. De la misma forma, el hilo de la derecha produce un campo magnético $\vec{B}_2$ saliente, en este caso y en la misma zona. En el punto medio entre los dos hilos $\vec{B}$ total se anula

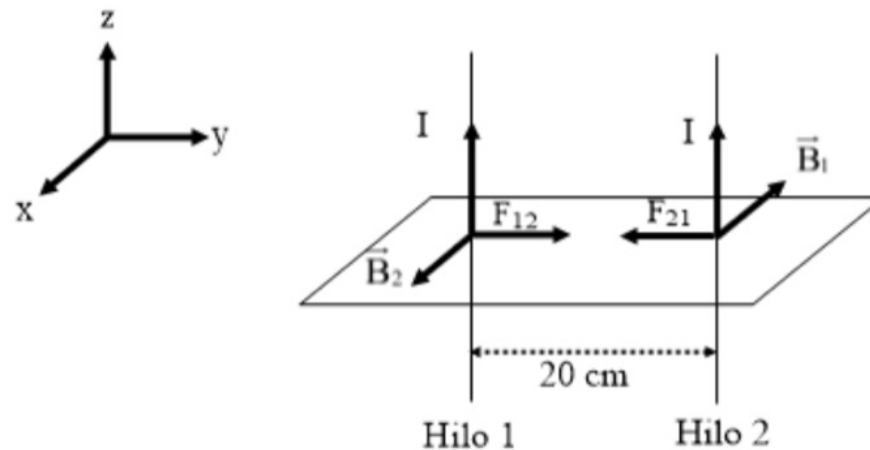
$$\vec{B}_{\text{Total}} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \frac{\mu \cdot I}{2\pi \cdot \frac{d}{2}} - \frac{\mu \cdot I}{2\pi \cdot \frac{d}{2}} = 0$$

ii)



Aplicando la regla de la mano derecha, se observa que los vectores $\vec{B}_1$ y $\vec{B}_2$ tienen el mismo sentido, luego, no se anulan en ningún punto entre los dos hilos. $\vec{B}_{\text{Total}} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 \neq 0$

b)



Sabemos que: $\frac{F}{L} = 5 \cdot 10^{-8} \text{ N/m}$

$$F_{12} + F_{21} = \mu \frac{I_1 \cdot I_2}{2\pi \cdot d} \cdot L \Rightarrow \frac{F}{L} = \mu \frac{I^2}{2\pi \cdot d}$$

Para que las fuerzas sean atractivas, las orientaciones de I deben de tener el mismo sentido. El hilo 1 produce un $\vec{B}_1$ en el hilo 2 (regla de la mano derecha) y el hilo 2 produce un $\vec{B}_2$ en el hilo 1. Por la Ley de Lorentz

$$\vec{F}_{21} = I_2 \vec{L} \times \vec{B}_1 = I_2 L \frac{\mu I_1}{2\pi d} = \mu \frac{I_1 \cdot I_2}{2\pi d} \cdot L \text{ (regla del sacacorchos), sentido en la figura}$$

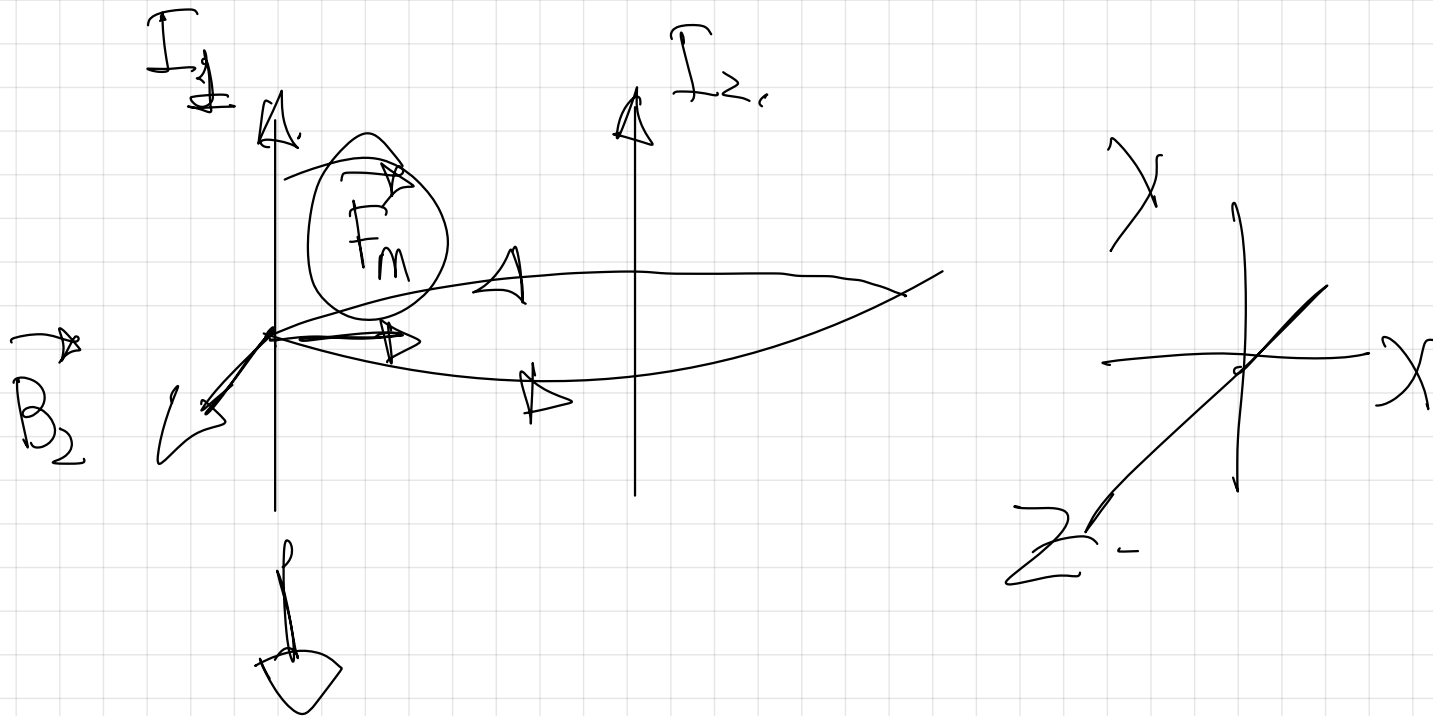
O bien: $\vec{I} \times \vec{B}_1 = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0 & I \\ -B_1 & 0 & 0 \end{vmatrix} = -B_1 I \vec{j} \Rightarrow \vec{F}_{21} = I_2 \vec{L} \times \vec{B}_1$ (sentido de atracción)

a) Por dos hilos conductores rectilíneos paralelos, separados una cierta distancia, circulan corrientes de igual intensidad. Explique razonadamente, apoyándose en un esquema, si puede ser cero el campo magnético en algún punto entre los dos hilos, suponiendo que las corrientes circulan en sentidos: i) iguales; ii) opuestos.

b) Dos conductores rectilíneos paralelos por los que circula la misma intensidad de corriente están separados una distancia de 20 cm y se atraen con una fuerza por unidad de longitud de $5 \cdot 10^{-8} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$. i) Justifique si el sentido de la corriente es el mismo en ambos hilos, representando en un esquema el campo magnético y la fuerza entre ambos. ii) Calcule el valor de la intensidad de corriente que circula por cada conductor.

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

FISICA. 2023. JUNIO. EJERCICIO B2

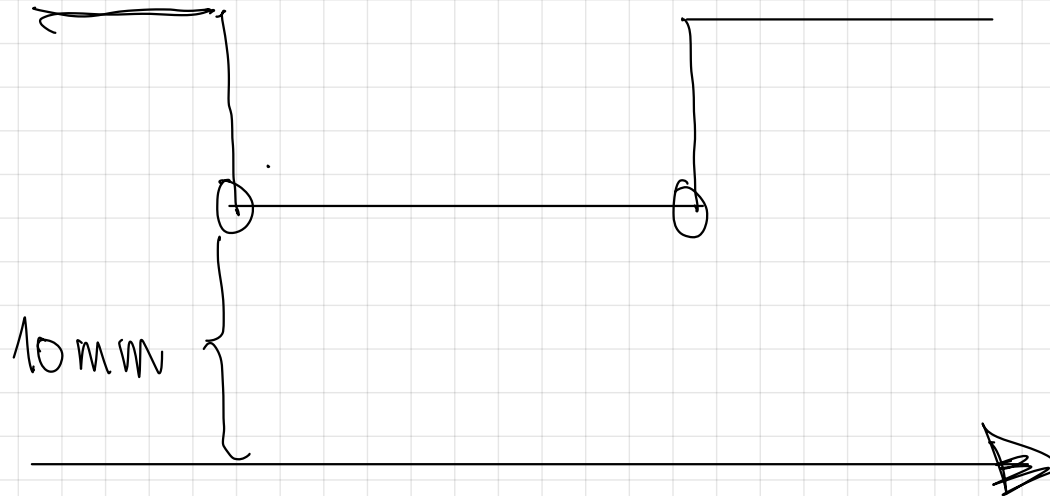
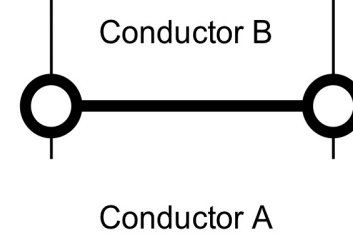


$$\vec{F}_n = I \cdot (\vec{L} \times \vec{B})$$

$$\vec{F}_n = I \cdot \begin{vmatrix} \vec{L} & \vec{B} \\ 0 & L & 0 \\ 0 & 0 & B \end{vmatrix} = + I L B \vec{L}$$

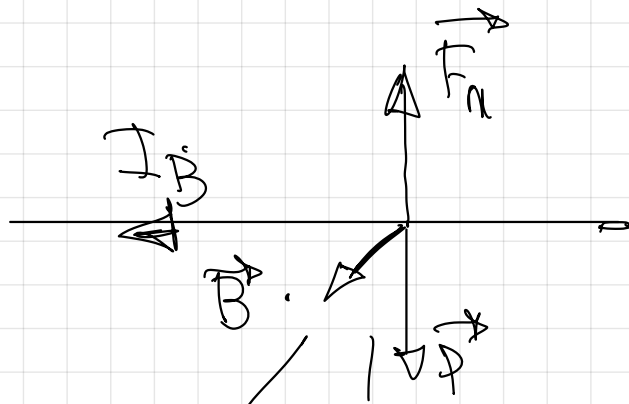
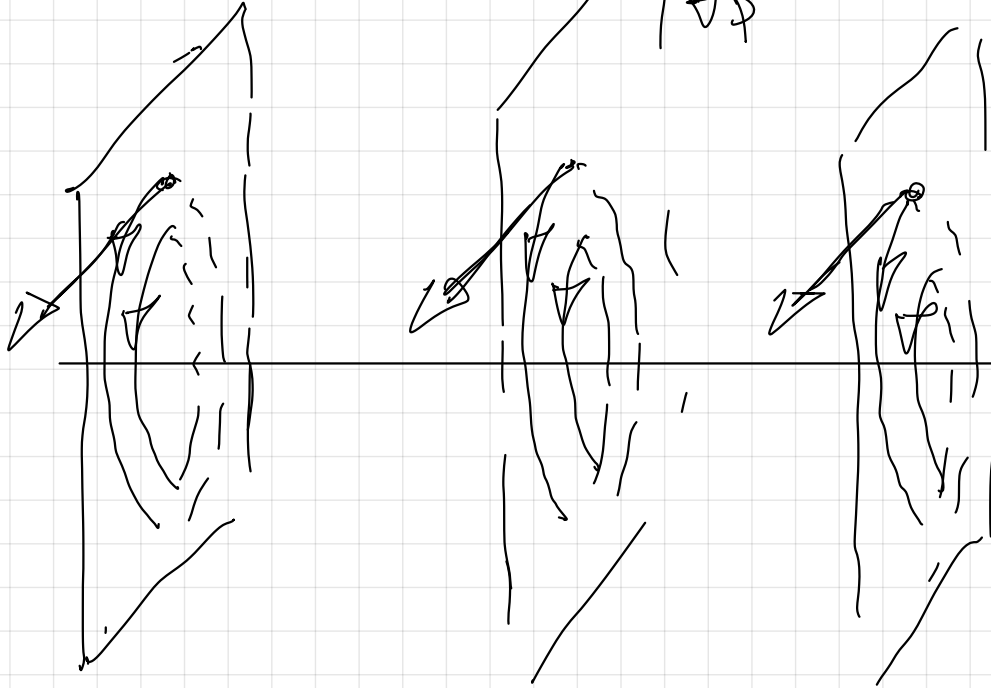
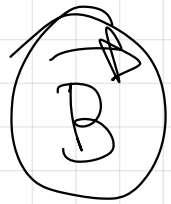
conductor A y a 10 cm de él.
b) Si la masa del conductor B es 10 g, determine el sentido y el valor de la corriente que debe circular por conductor B para que permanezca suspendido en equilibrio en esa posición.

$$g = 9,8 \text{ m s}^{-2} \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm A}^{-1}$$



Móvil.

$$I_A = 20 \text{ A}$$



$$\vec{F}_m = I \cdot (\vec{l} \times \vec{B})$$

$$\vec{F}_m = I \cdot \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ -l & 0 & 0 \\ 0 & 0 & +B \end{vmatrix}$$

$$F_m = I B l \vec{j}$$

$$10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

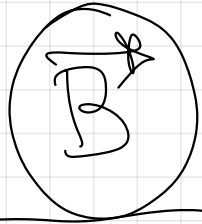


$$I_A = 200 \text{ A}$$

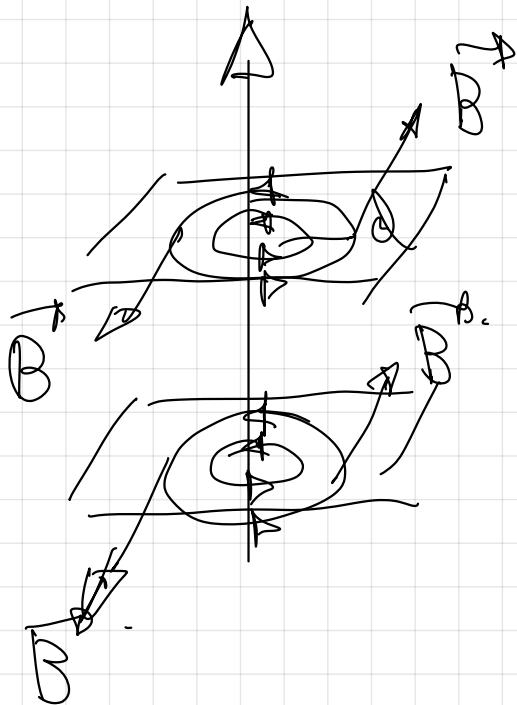
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 200}{2\pi \cdot 0.1} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

(14-R) a) Explique las características del campo creado por una corriente rectilínea indefinida.

b) ¿En qué casos un campo magnético no ejerce ninguna fuerza sobre una partícula cargada? ¿Y sobre una corriente eléctrica? Razone las respuestas.



ley de Biot y Savart.



- Módulo

- Dirección

- Sentido.

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

- tangente a cada pl.
a las líneas de campo.

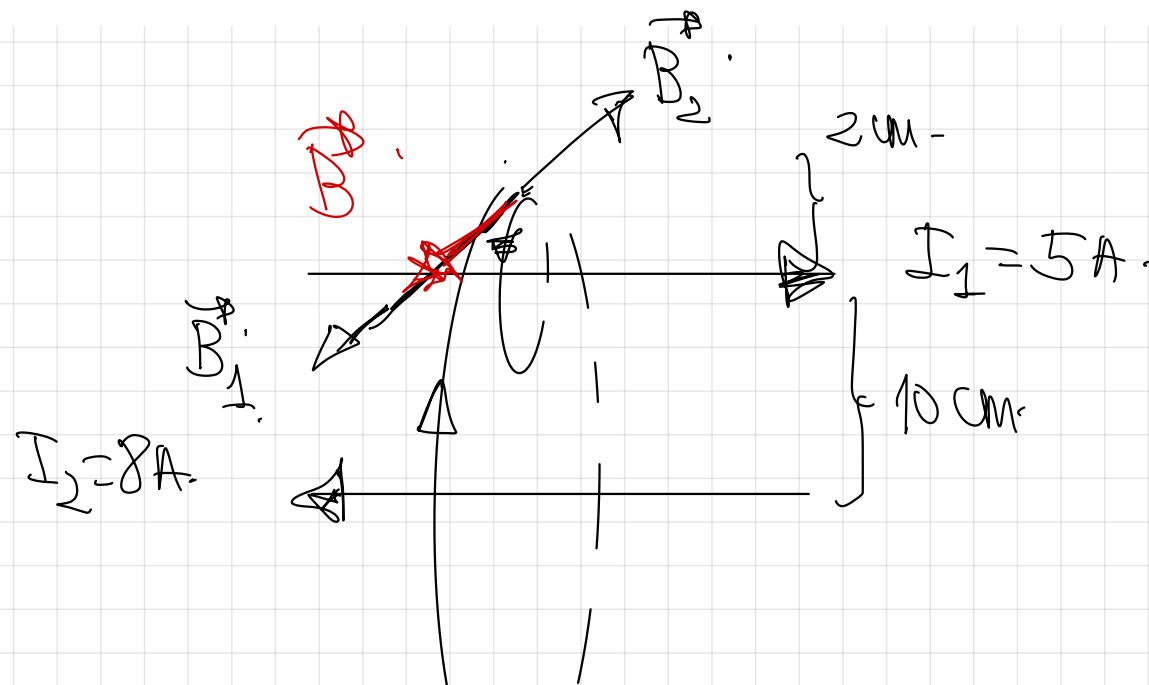
- Sentido $\rightarrow$ d de
las líneas de campo
(regla de la mano derecha)

(14-R) Dos conductores rectilíneos, paralelos y muy largos, separados 10 cm, transportan corrientes de 5 y 8 A, respectivamente, en sentidos opuestos.

a) Dibuje en un esquema el campo magnético producido por cada uno de los conductores en un punto del plano definido por ellos y situado a 2 cm del primero y 12 cm del segundo y calcule la intensidad del campo total.

b) Determine la fuerza por unidad de longitud sobre uno de los conductores, indicando si es atractiva o repulsiva.

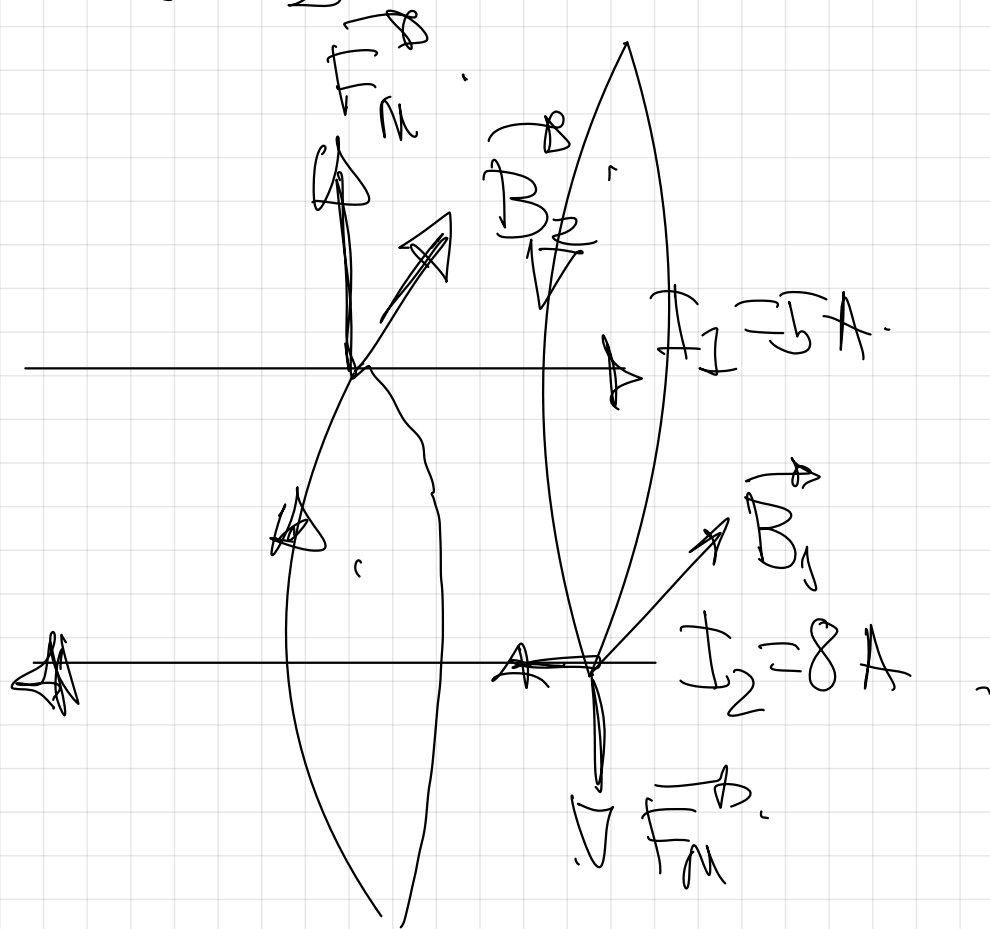
$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$$



$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 8}{2\pi \cdot 0.12} = 1.33 \cdot 10^{-5} \text{ T} \quad \vec{B}_2 = 1.33 \cdot 10^{-5} \text{ T} (\downarrow)$$

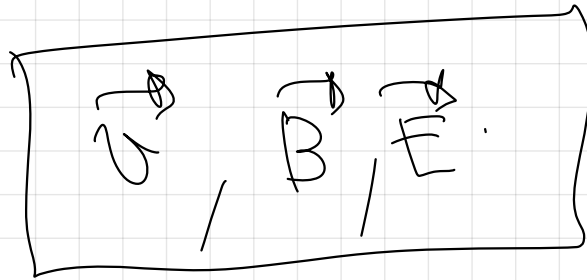
$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d_1} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 5}{2\pi \cdot 0.02} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ T} \quad \left| \begin{array}{l} \vec{B} = +5 \cdot 10^{-5} \vec{e}_y \text{ (T)} \\ \downarrow \end{array} \right.$$

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ T} - 1.33 \cdot 10^{-5} \text{ T} = 3.67 \cdot 10^{-5} \text{ T (T)}$$

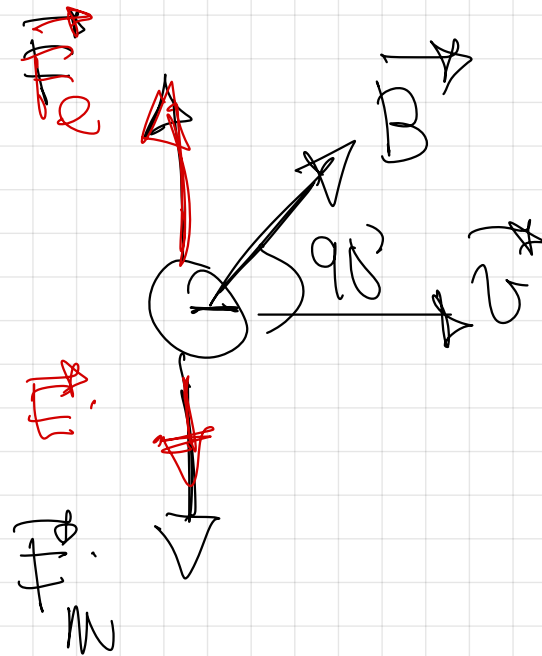


(19-R) a) Un electrón atraviesa en línea recta una región en la que coexisten un campo eléctrico y un campo magnético uniformes. Discuta la relación, ayudándose de esquemas, entre los vectores $\mathbf{v}$, $\mathbf{B}$ y $\mathbf{E}$, si: (i) El electrón mantiene fija su velocidad. (ii) El electrón sigue un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

b) Por el hilo A circula la corriente $I = 10 \text{ A}$. i) Determine, razonadamente, el valor y sentido



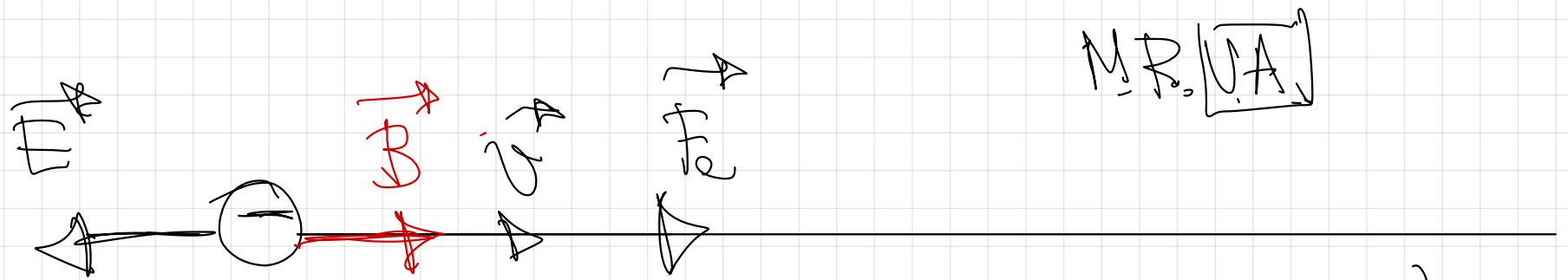
$$\mathbf{v} \cdot \mathbf{B} = E$$



[MRU]

$$F_{\text{net}} = 0,$$

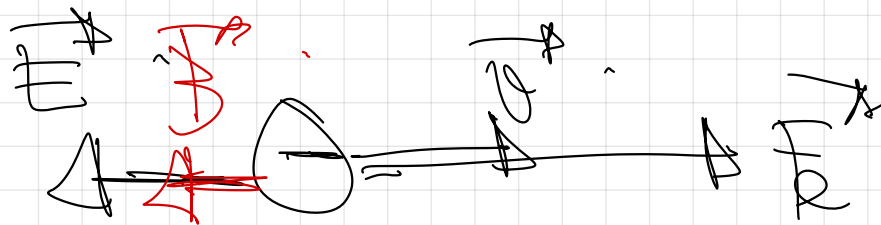
$$\cancel{q \cdot v \cdot B \cdot \sin 90^\circ} = \cancel{q \cdot E} \quad \begin{matrix} |F_m| = |F_e| \\ \swarrow \quad \searrow \\ 1 \end{matrix}$$



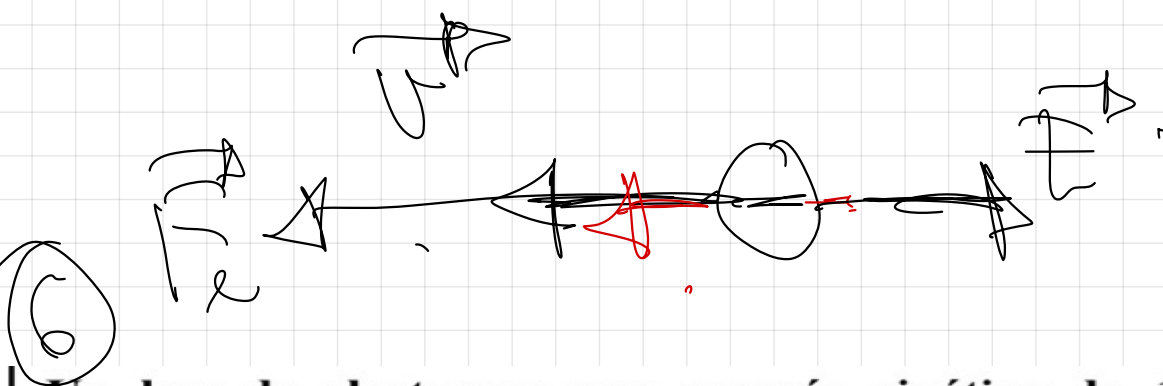
$$F_m = \gamma \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha = 0,$$

rectilinear.

$$F \Rightarrow \text{cte} \Rightarrow F_c = \text{cte} \Rightarrow F_k = m[a] \Rightarrow a = \text{cte},$$



$$F_m = \gamma \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha \quad \text{et} \quad \frac{dU}{dt} = 0.$$



Un haz de electrones con energía cinética de 10^4 eV, se mueve en un campo magnético perpendicular a su velocidad, describiendo una trayectoria circular de 25 cm de radio.

a) Con ayuda de un esquema, indique la trayectoria del haz de electrones y la dirección y sentido de la fuerza, la velocidad y el campo magnético. Calcule la intensidad del campo magnético.

b) Para ese mismo campo magnético explique, cualitativamente, cómo variarían la velocidad, la trayectoria de las partículas y su radio si, en lugar de electrones, se tratara de un haz de iones de Ca^{2+} .

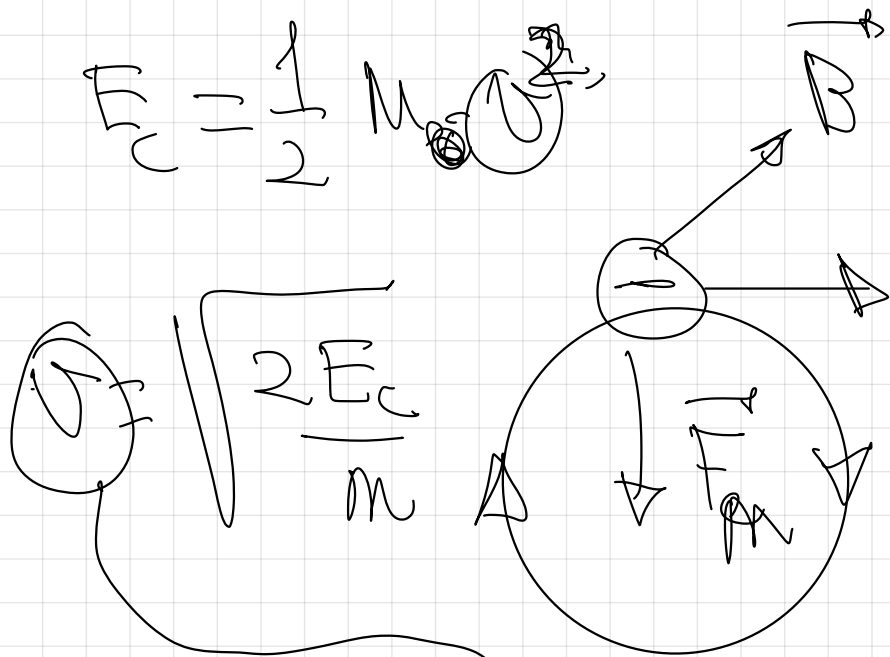
$$e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

FISICA. 2016. RESERVA 3. EJERCICIO 3. OPCIÓN B

$$10^4 \text{ eV} = 10^4 \text{ eV} \cdot \frac{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 1.6 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

$$E_c = 1.6 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$



GA

$$(r = 25 \text{ cm})$$

$$F_m = F_n$$

$$q \cdot v \cdot B \sin \theta = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

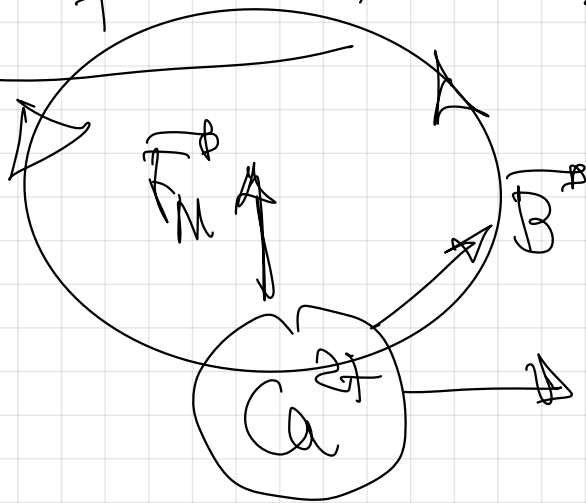
$$B = \frac{m \cdot v}{q \cdot R} \Rightarrow B$$

enters
horiz

$$B = \frac{m \cdot \sqrt{\frac{2E_c}{m}}}{q \cdot R}$$

$$B = \frac{\sqrt{\frac{2E_c \cdot m^2}{m}}}{q \cdot R}$$

$$B = \frac{\sqrt{2 E_c \cdot m}}{q \cdot r} = \frac{\sqrt{2 \cdot 16 \cdot 10^{-5} \cdot 9.1 \cdot 10^{-31}}}{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 0.25 \text{ m}} = \boxed{35 \cdot 10^{-3} \text{ T}}$$



sentido antihorario,

Haz de iones calcio con la misma E_c .

Para comparar radio, despejo radio.

$$r_c = \sqrt{\frac{2E_c}{M}} \rightarrow M_{Ca^{2+}} \gg \gg \gg \gg M_e$$

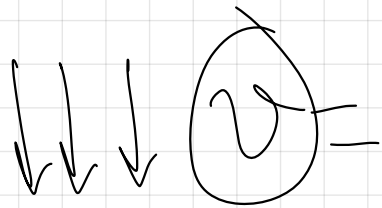
$$q_B$$

$$|q_{Ca^{2+}}| = 2 |q_e|$$

$$r_{Ca^{2+}} > r_{e^-}$$

$$E_c = \frac{1}{2} M v^2$$

velocidad cambia
en módulo



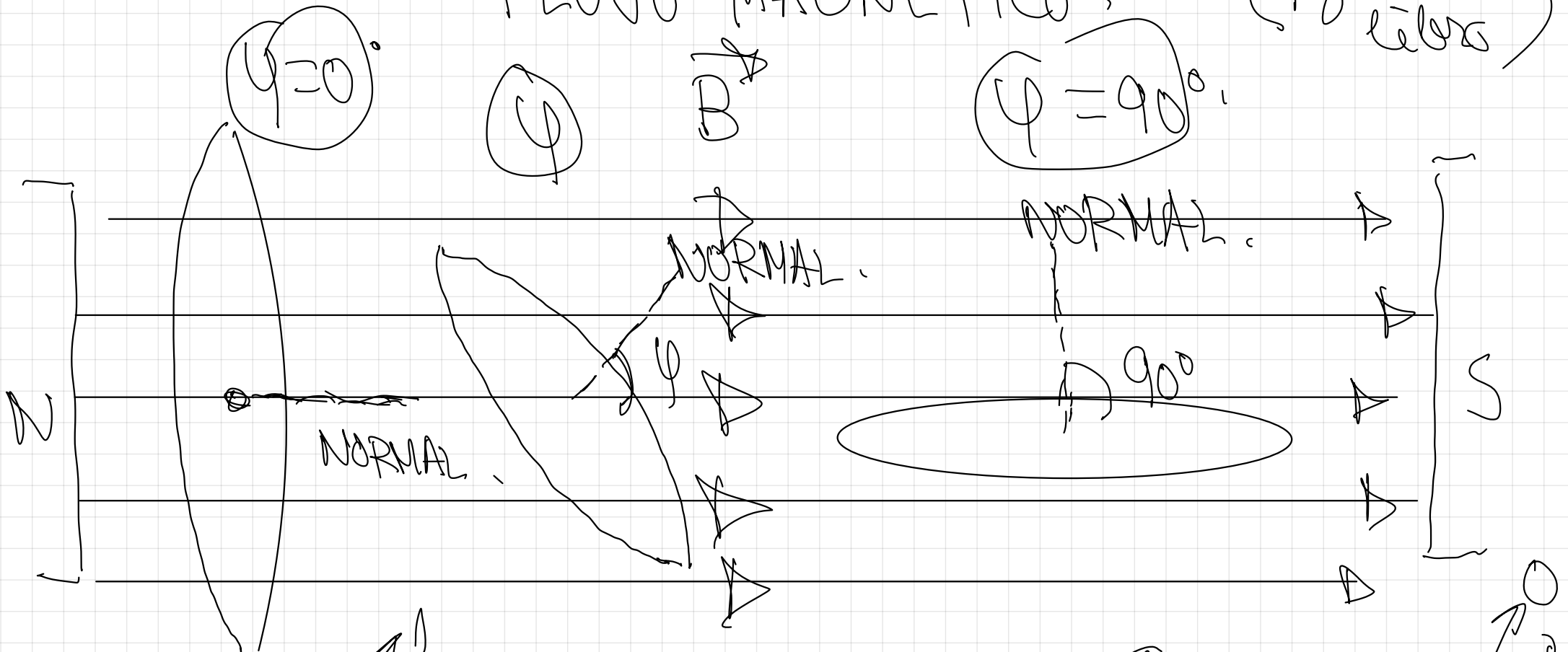
↓
velocidad menor

$$\sqrt{\frac{2E_c}{m}} \rightarrow \text{misma } E_c$$

$m \rightarrow M_{Ca^{2+}} \gg m_e$

FLUJO MAGNÉTICO.

(pag 89 del libro)



$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos 0^\circ$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \psi$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos 90^\circ$$

$$\Phi_{\max} = B \cdot S$$

Φ menor $\rightarrow$ Atravesada por menor número de líneas de campo

$\Phi = 0 \rightarrow$ No es atravesada por ninguna línea de campo

$$\Phi \Rightarrow T \cdot m^2 = Wb \text{ (Weber)}$$

FLUJO MAGNÉTICO $\Rightarrow \Phi$

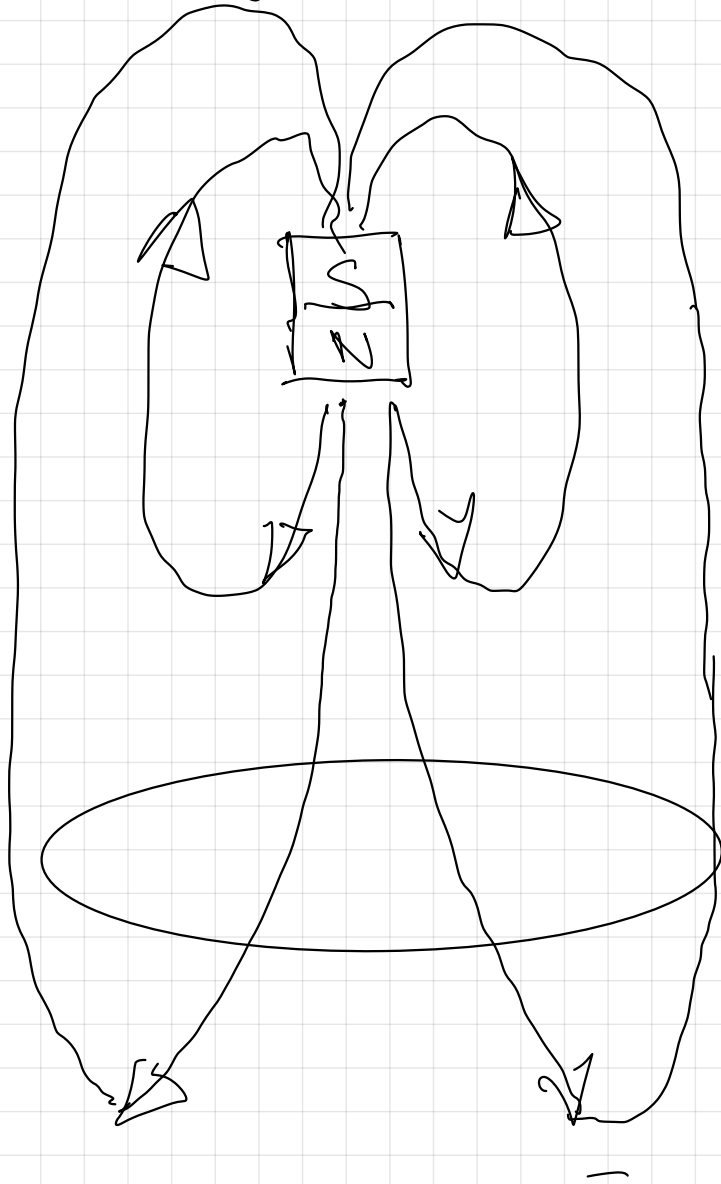
$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos \varphi$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \varphi \quad B \Rightarrow T.$$

$S \Rightarrow$ Superficie de la espira
(m²)

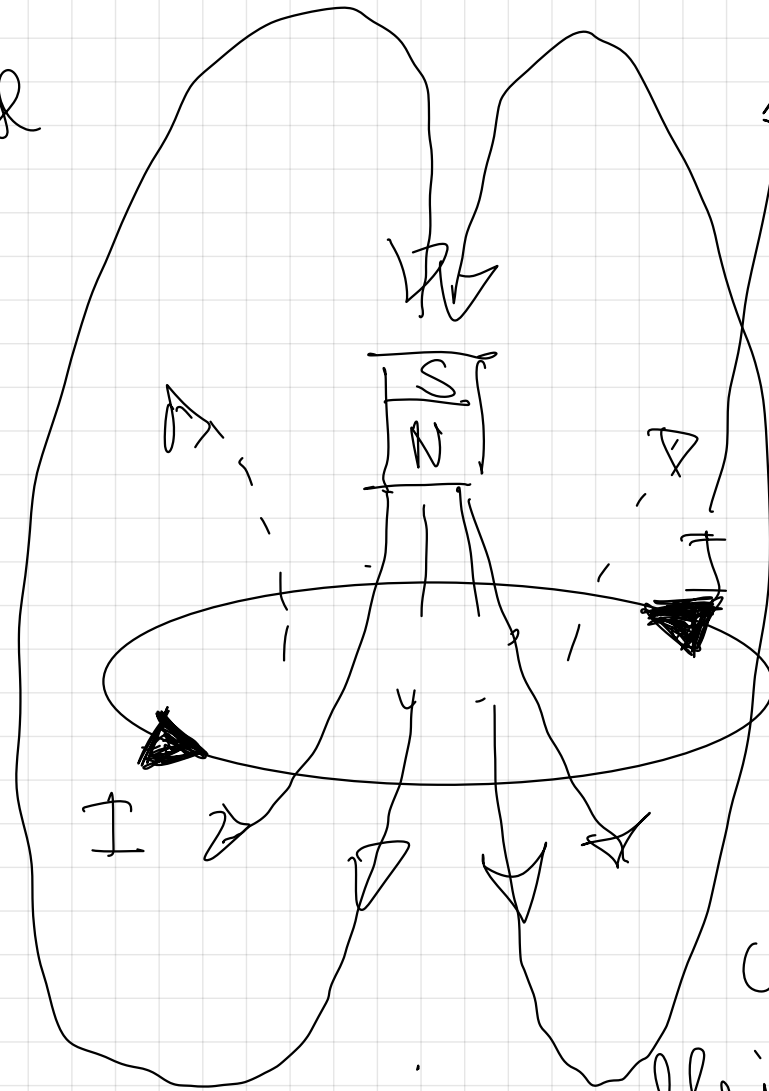
$\varphi \Rightarrow$ ángulo que forma la normal a la superficie de la espira con el campo B

Ley de Lenz (Ver páginas 90 y 91 del libro)



Imán
acercándose

Aumento
del
flujo
magnético
inductor



Se crea una
corriente
inducida
en la
espira
cuyo
sentido
será tal
que se
crea un

flujo magnético
inducido que se
oponga al flujo
magnético inductor.

36.- Una espira atraviesa una región del espacio en la que existe un campo magnético uniforme, vertical y hacia arriba. La espira se mueve en un plano horizontal.

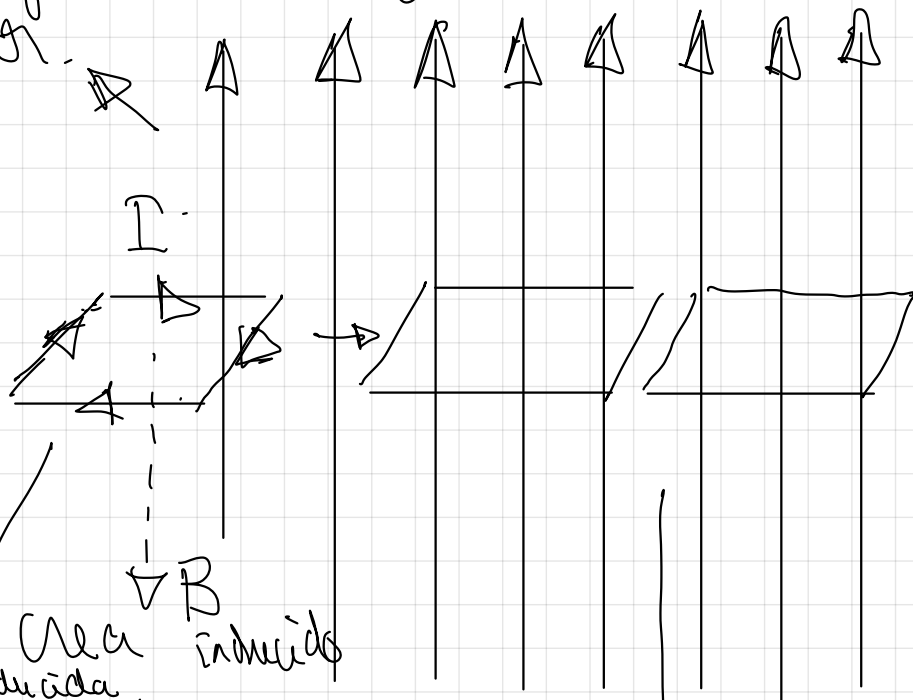
Explicar si circula corriente o no por la espira en los siguientes casos, indicando el sentido de la corriente en los casos en los que exista:

- Cuando la espira está penetrando en la región del campo
- Mientras la espira se mueve en dicha región
- Cuando la espira está saliendo de dicha región

Ver la solución
al detalle
en el libro

Flujo magnético $B_{inductor}$
inductor.

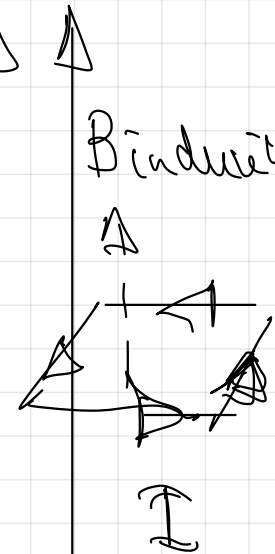
a)



ley de Lenz:
La espira crea una corriente inducida, siendo el sentido de la corriente I aquel que crea un flujo magnético inducido que se opone al incremento del flujo magnético inductor.

b) Mientras se mueve por dicha región según el flujo (n° de líneas de campo que la atraviesan) no varía y no hay corriente inducida.

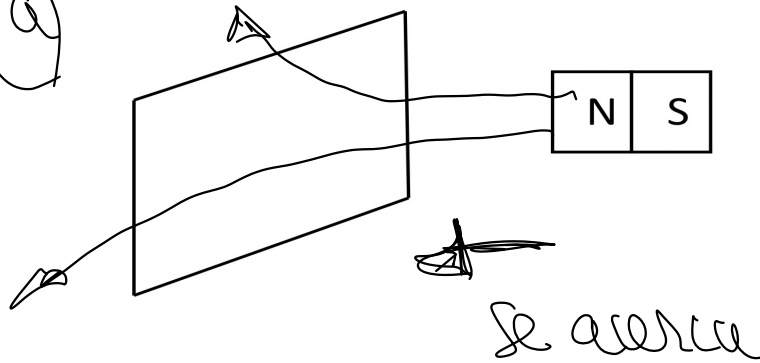
$B_{inductor}$



c) Cuando está saliendo del campo el flujo magnético inducido disminuye, y según la ley de Lenz se crea una I de corriente que crea el flujo magnético inducido para oponerse al hecho de la disminución de las líneas de campo que la atraviesan (disminución del flujo magnético inductor).

37.-

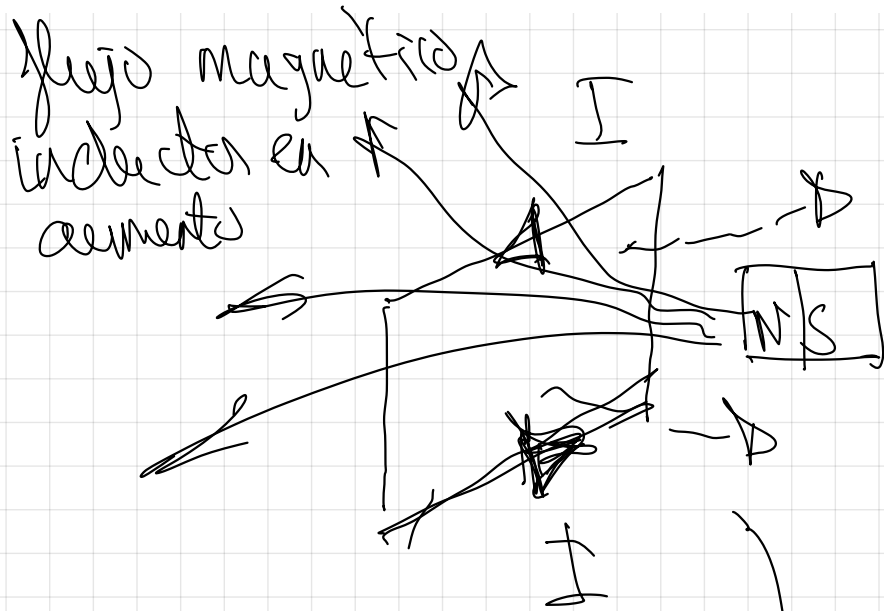
a)



Una persona mueve un imán de barra situado frente a una espira fija como se ve en la figura. Indicar el sentido de la corriente inducida:

- a) Al acercar el imán a la espira fija
- b) Al alejar el imán de la espira fija

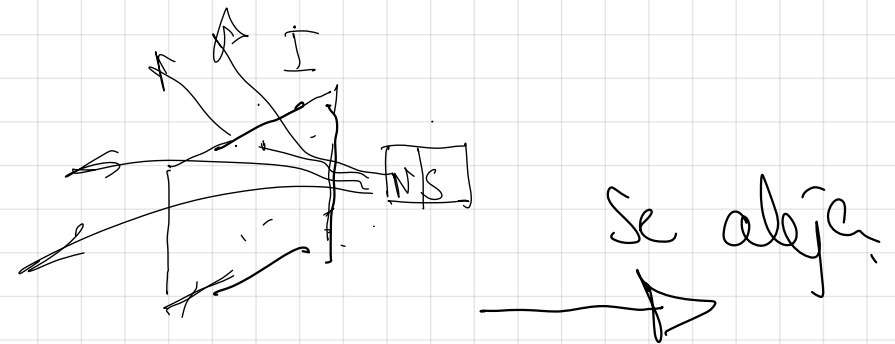
(ver la solución del libro)



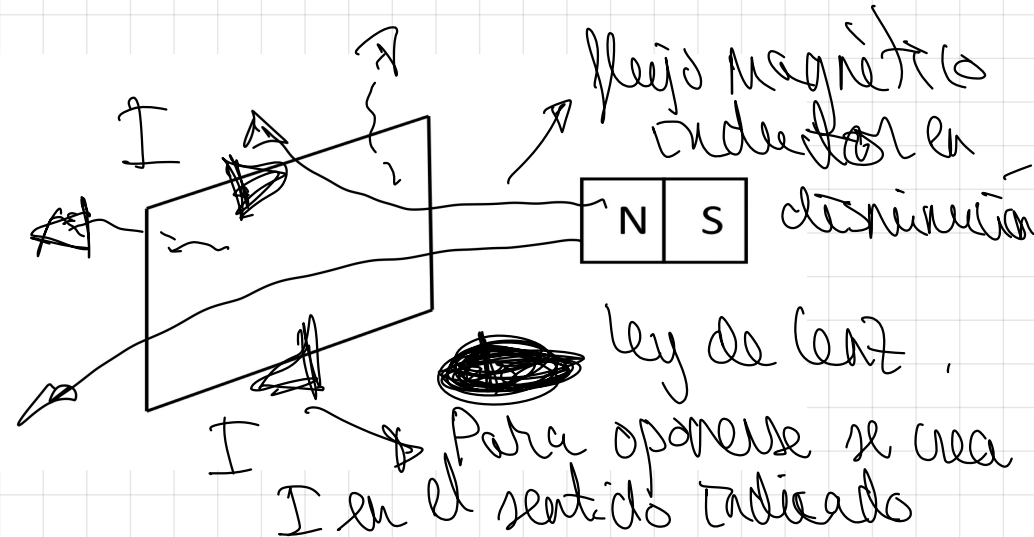
flujo magnético
inductor en
aumento

ley de Lenz.
Al haber cambio de flujo existe
corriente inducida con el
sentido indicado.

b)



Se aleja

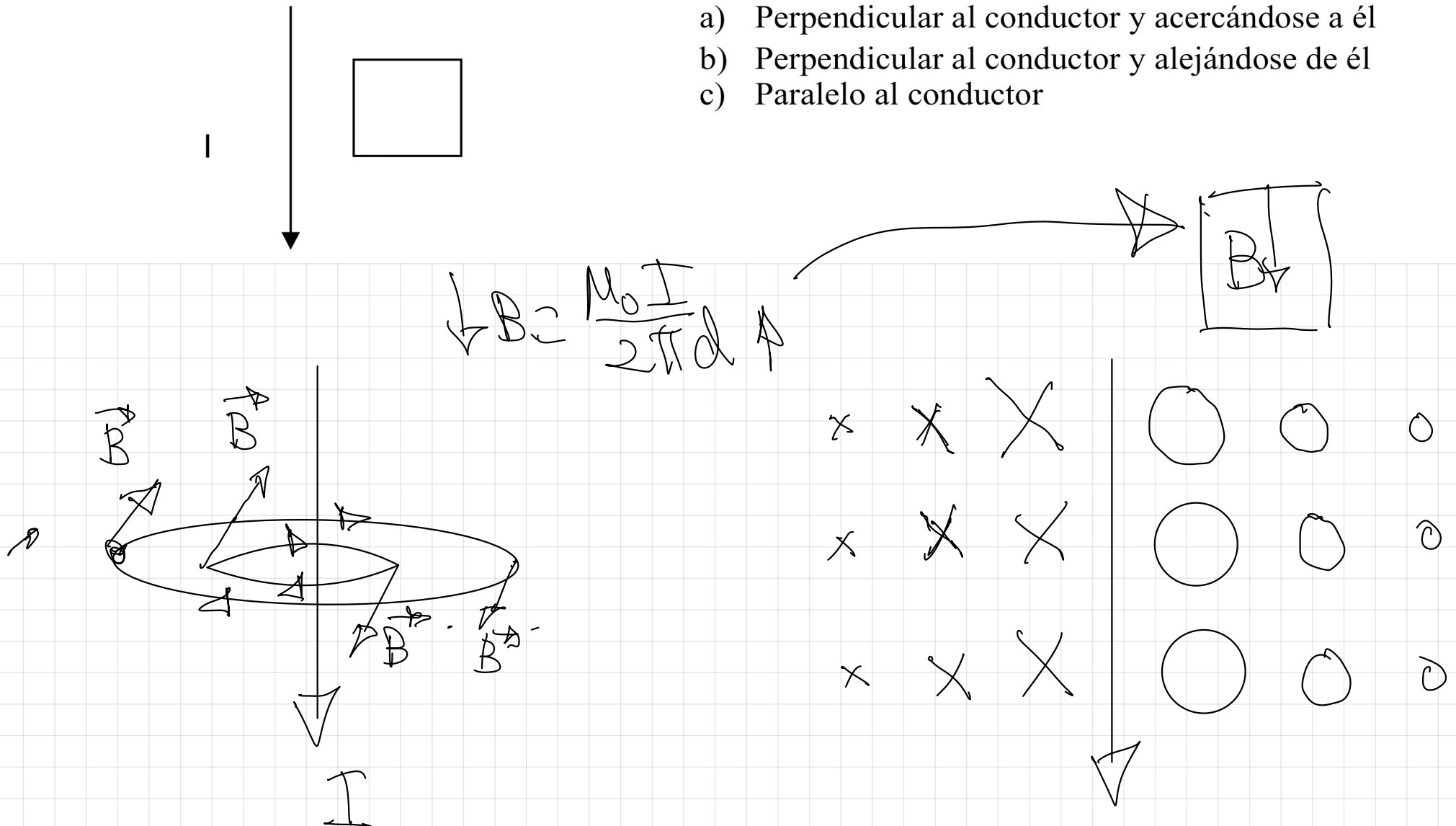


flujo magnético
inductor en
disminución

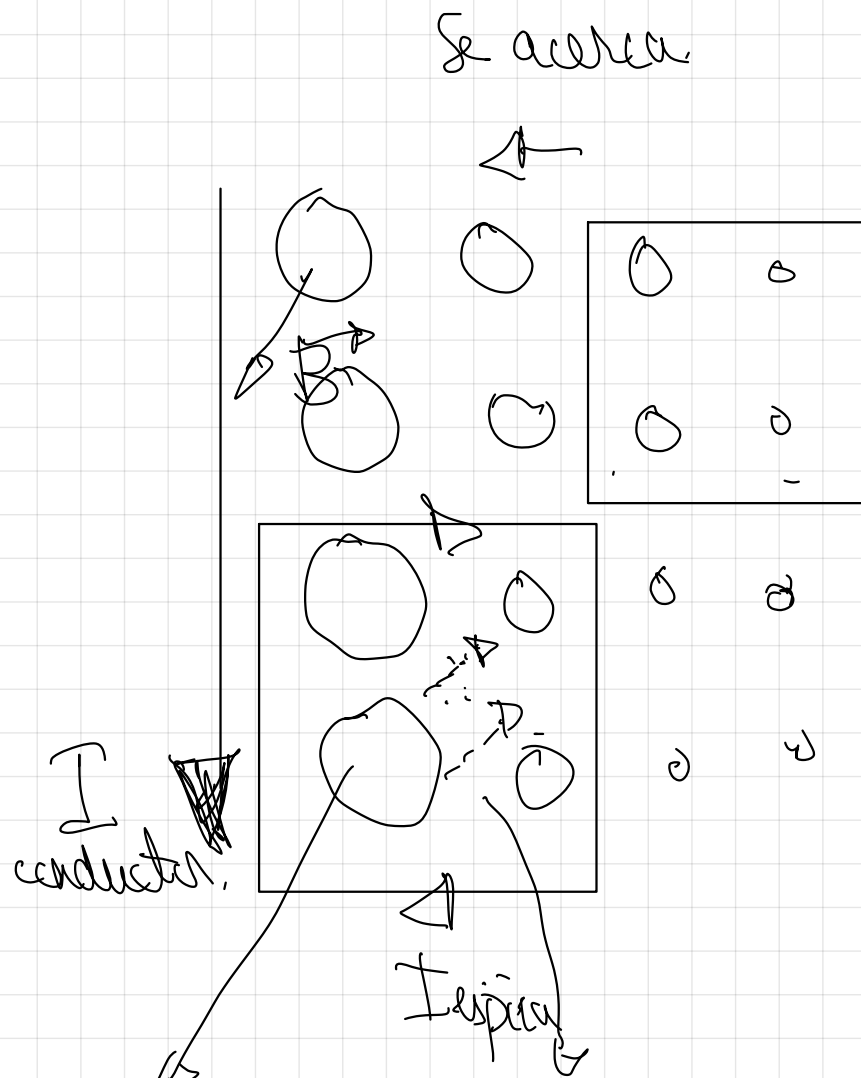
ley de Lenz.
Para oponerse se crea
I en el sentido indicado

38. Por el conductor rectilíneo e indefinido de la figura circula una corriente eléctrica de intensidad I en el sentido indicado. Una espira cuadrada se mueve manteniéndose coplanaria con el conductor. Determinar el sentido de la corriente inducida en la espira cuando su movimiento es:

- a) Perpendicular al conductor y acercándose a él
- b) Perpendicular al conductor y alejándose de él
- c) Paralelo al conductor



a)

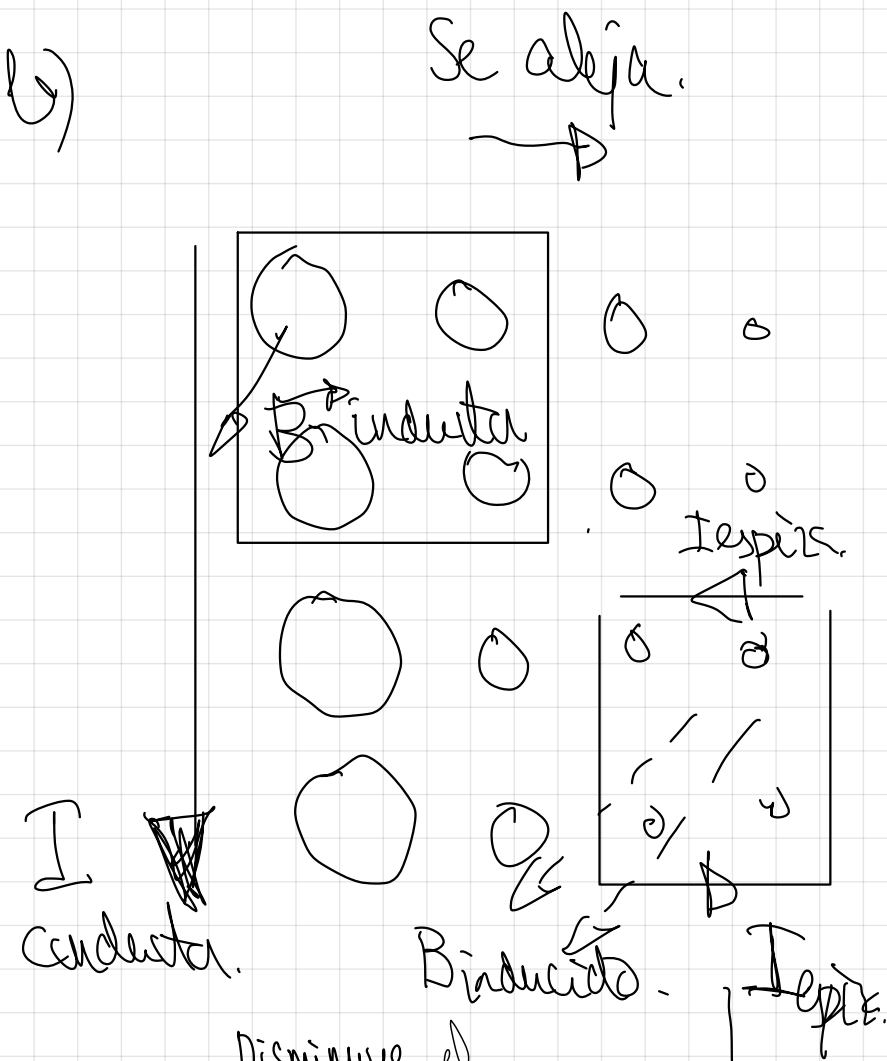


Aumenta el
flujo magnético
inductor

$$\uparrow B = \frac{\mu_0 I_{conductor}}{2\pi d}$$

Se crea la corriente
inducida creando
un flujo magnético
inducido que se opone
al aumento del inductor

b)



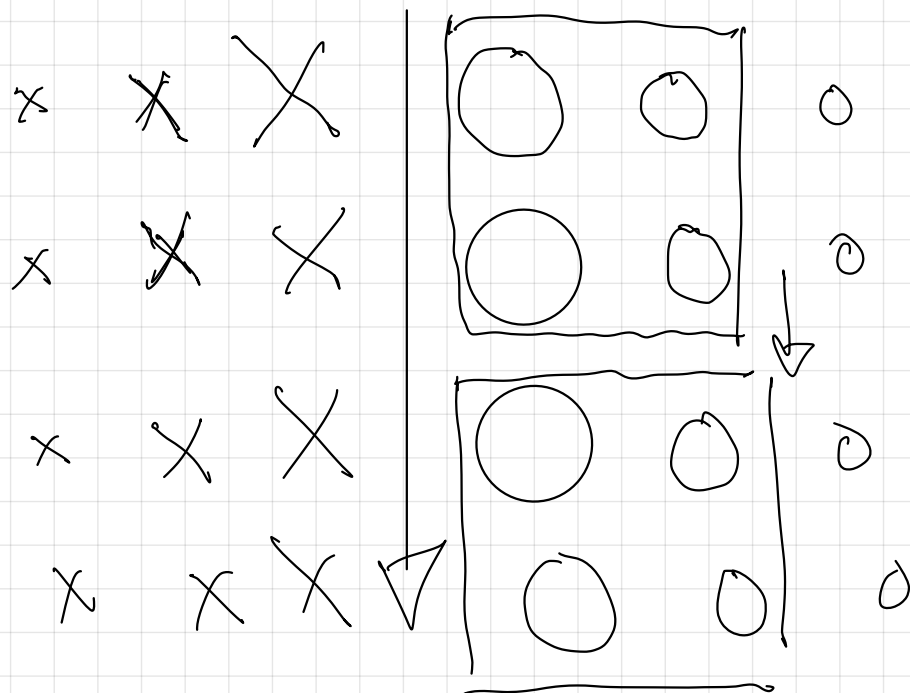
Disminuye el
flujo magnético
inductor

$$\downarrow B = \frac{\mu_0 I_{conductor}}{2\pi d}$$

Se crea la corriente
inducida creando
un flujo magnético
inducido que se opone
a la disminución del
flujo magnético inductor

c)

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} = \text{cte.}$$



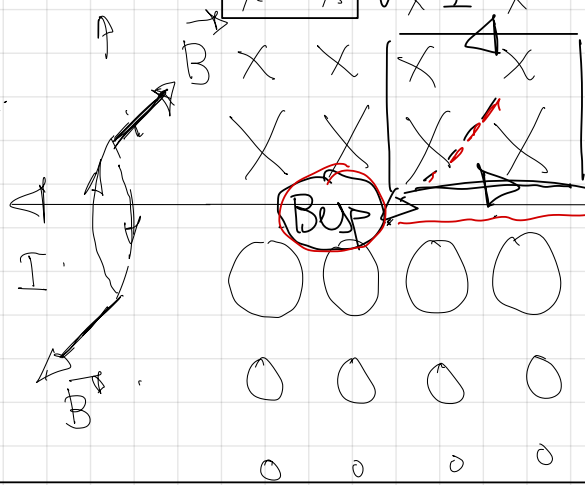
No hay variación
del flujo magnético,
luego no existe
corriente inducida.

Ejemplo aparte puesto en clase
en la siguiente página.

ley de la z

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

Reflex de la mano derecha.



Conductor.

→ aumento del flujo magnético inductor.

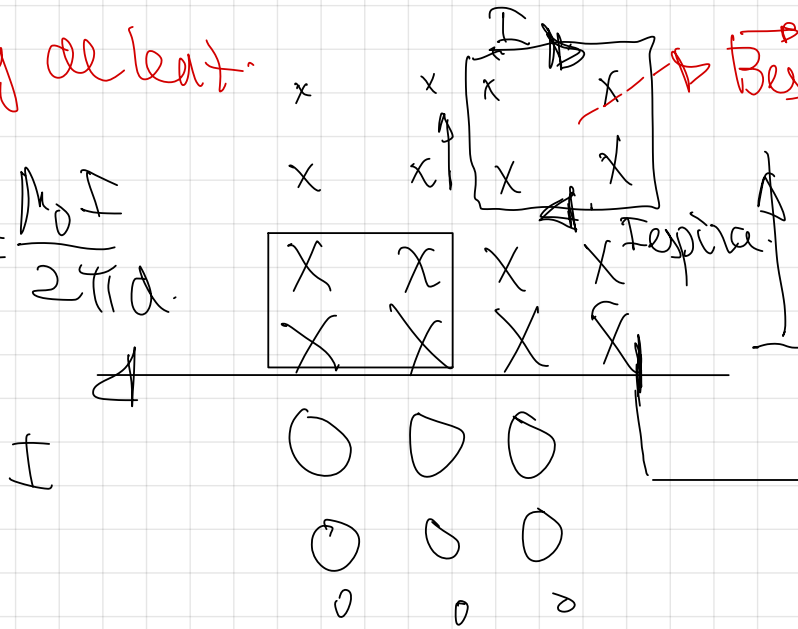
Espira acercándose

Campo magnético creado por el conductor entrante.

Campo magnético creado por la espira saliente.

ley de la z.

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$



Besp

→ la espira crea mediante su I de corriente un campo magnético entrante para oponerse a la disminución del flujo magnético inductor.

Espira alejándose

Existe disminución del flujo magnético inductor.

Campo magnético creado por el conductor entrante

Teoría → ley de Faraday (pag 92 del libro)

40.- Una espira circular plana de 10^{-2} m de radio está situada en un campo magnético de 0,6 T cuyas líneas de fuerza son perpendiculares a la superficie de la espira

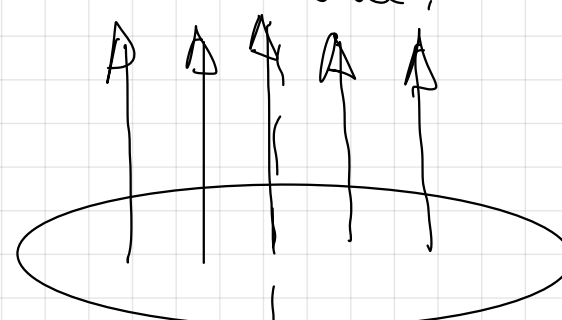
a) Calcula el flujo magnético que atraviesa la espira

b) Calcula la fuerza electromotriz media inducida en la espira suponiendo que, manteniendo la espira fija, el campo magnético varíe, pasando su valor a ser de 0,6 T a ser de 0,3 T en 0,2 s

b) Calcula la fuerza electromotriz media inducida en la espira suponiendo que, manteniendo el campo magnético uniforme de 0,6 T, la espira gire 60° en torno a un eje perpendicular al campo al cabo de 0,2 s

a)

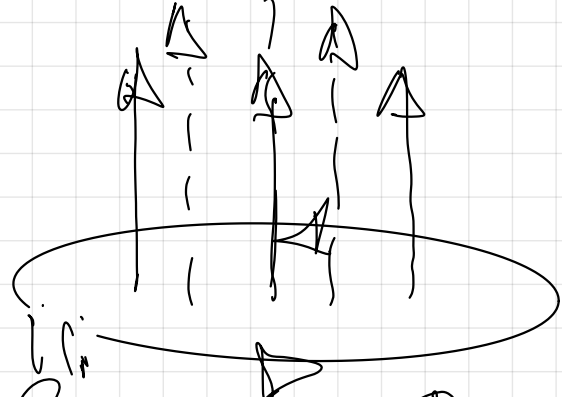
NORMAL
 $B = 0,6 \text{ T}$
 inicial



$\Delta t = 0,2 \text{ s}$

b)

$\varphi = 0^\circ$
 $B = 0,3 \text{ T}$



$S = \pi r^2$
 $S = \pi \cdot (10^{-2})^2$
 $S = 10^{-4} \pi \text{ m}^2$

Superficie de un círculo

$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \varphi$
 $\Phi_{\text{inicial}} = 0,6 \text{ T} \cdot 10^{-4} \pi \text{ m}^2 \cdot \cos 0^\circ$
 $\Phi_{\text{final}} = B \cdot S \cdot \cos 0^\circ$
 $\Phi_{\text{final}} = 0,3 \text{ T} \cdot 10^{-4} \pi \text{ m}^2$

$$a) \Phi_{\text{initial}} = 1.88 \cdot 10^{-4} \text{ T} \cdot \text{m}^2 = \text{Vs}$$

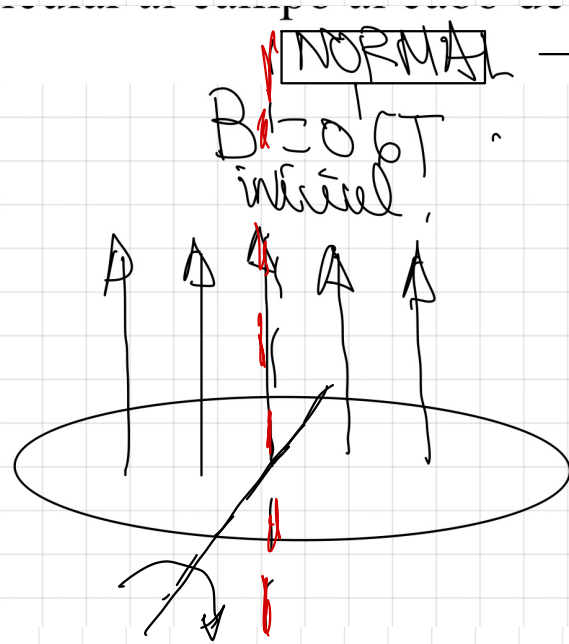
$$\Phi_{\text{final}} = 9.42 \cdot 10^{-5} \text{ T} \cdot \text{m}^2 = \text{Vs}$$

$$b) \epsilon_{\text{media}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi_{\text{final}} - \Phi_{\text{initial}}}{\Delta t}$$

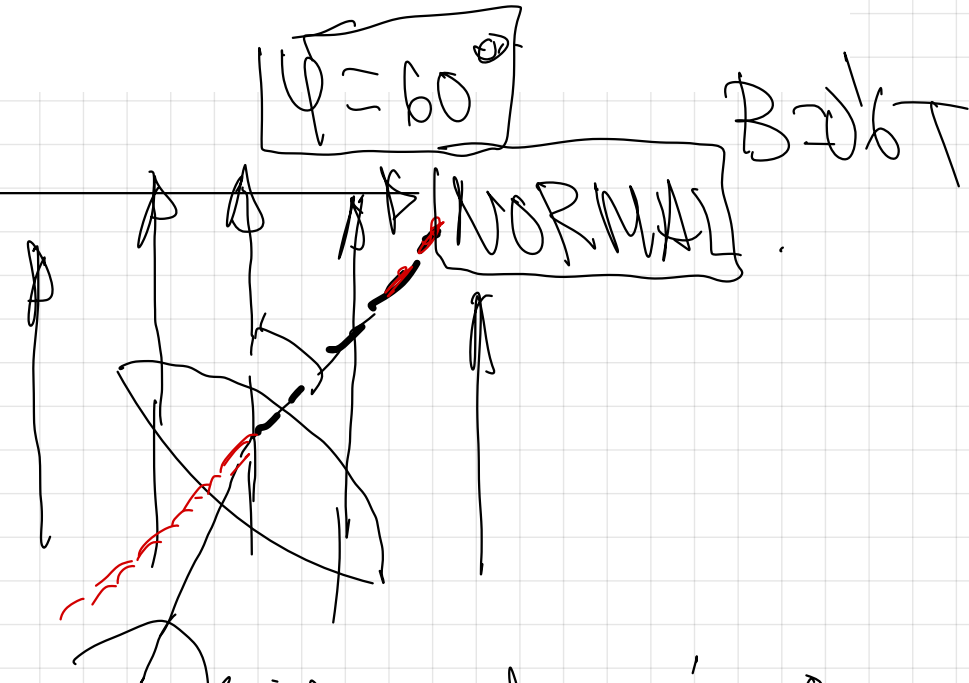
$$\epsilon_{\text{media}} = - \frac{9.42 \cdot 10^{-5} - 1.88 \cdot 10^{-4}}{0.02} \frac{\text{Vs}}{\text{s}} = \text{Volts}$$

$$\epsilon_{\text{media}} = + 4.69 \cdot 10^{-4} \text{ V}$$

b) Calcula la fuerza electromotriz media inducida en la espira suponiendo que, manteniendo el campo magnético uniforme de 0,6 T, la espira gire 60° en torno a un eje perpendicular al campo al cabo de 0,2 s



$$\Delta t = 0.2 \text{ s}$$



Se gira 60° y por lo tanto la normal girará 60° siendo $\psi = 60^\circ$ el ángulo que forma con el campo magnético vertical.

$$\Phi_{\text{inicial}} = 1.88 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$\Phi_{\text{final}} = B \cdot S \cdot \cos 60^\circ$$

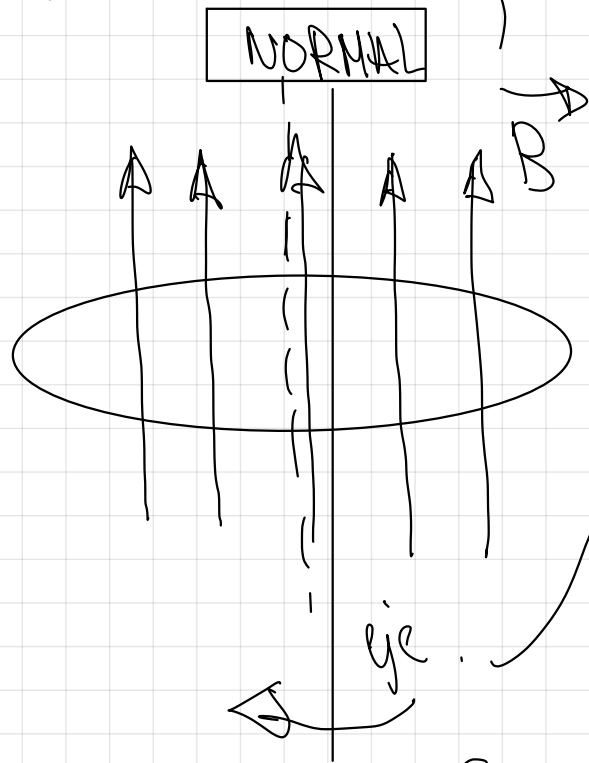
$$\Phi_{\text{final}} = 0.6 \text{ T} \cdot 10^{-4} \pi \cdot 0.5$$

$$\Phi_{\text{final}} = 9.42 \cdot 10^{-5} \text{ T} \cdot \text{m}^2$$

↑ ley de Faraday

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\text{media } \Delta t} = - \frac{\Phi_{\text{final}} - \Phi_{\text{inicial}}}{\Delta t} = - \frac{9'42 \cdot 10^{-5} - 1'88 \cdot 10^{-4}}{0.2} = + 4'69 \cdot 10^{-4} \text{ V}$$

Observaciones aparte del mismo ejercicio en se apartado c)



Si la esfera se hubiese girado en torno a un eje paralelo al campo $\vec{B}$ no cambiaría el número de líneas de campo que la atraviesan y tampoco el flujo magnético, por ello no existiría corriente inducida.

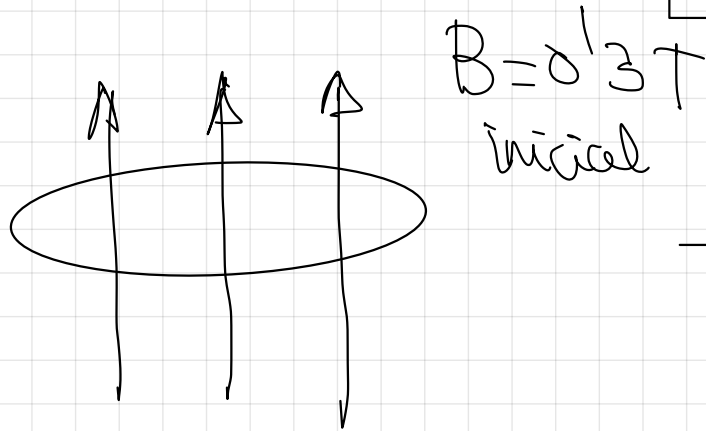
$$\Phi_{\text{inicial}} = \Phi_{\text{final}}$$

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 0 \rightarrow \text{no corriente inducida.}$$

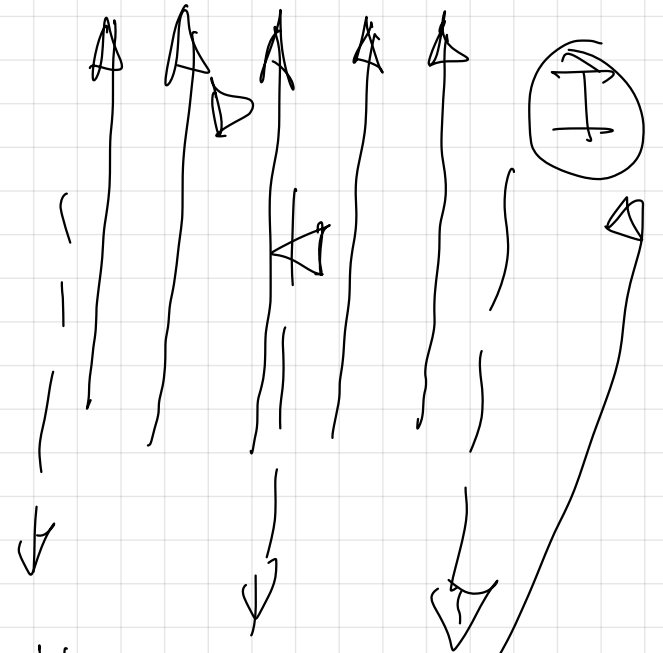
Traducido matemáticamente

Observaciones aparte del mismo ejercicio se se apartado b)

Si la situación fuese
a la inversa.



$B_{\text{final}} = 0.6 \text{ T}$

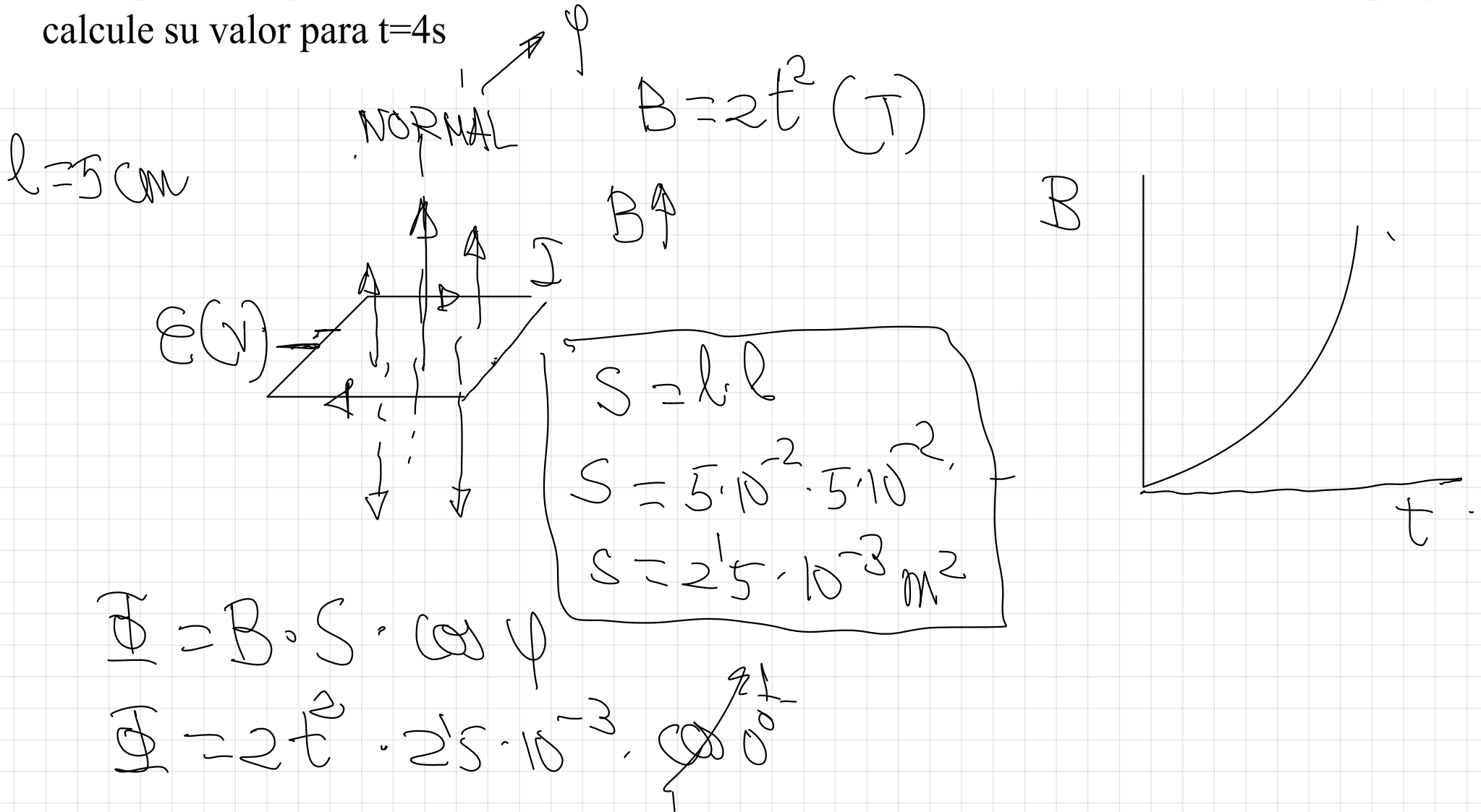


$$\mathcal{E} = - \frac{\Phi_{\text{final}} - \Phi_{\text{inicial}}}{\Delta t} = (+) 4.69 \cdot 10^{-4} \text{ V}$$

Nos indicara que la corriente inducida
crea el sentido contrario ya que hemos
descrito una situación opuesta
(aumento del flujo magnético inductor)

42. Una espira cuadrada de 5 cm de lado se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme, de dirección normal al plano de la espira y de intensidad variable con el tiempo $B = 2t^2$ T

- a) Deduzca la expresión del flujo magnético a través de la espira en función del tiempo
 b) Represente gráficamente la fuerza electromotriz inducida en función del tiempo y calcule su valor para $t=4$ s



$$\boxed{\Phi = 5 \cdot 10^{-3} t^2 \text{ (T} \cdot \text{m}^2 \text{) Vs}}$$

Law de Faraday

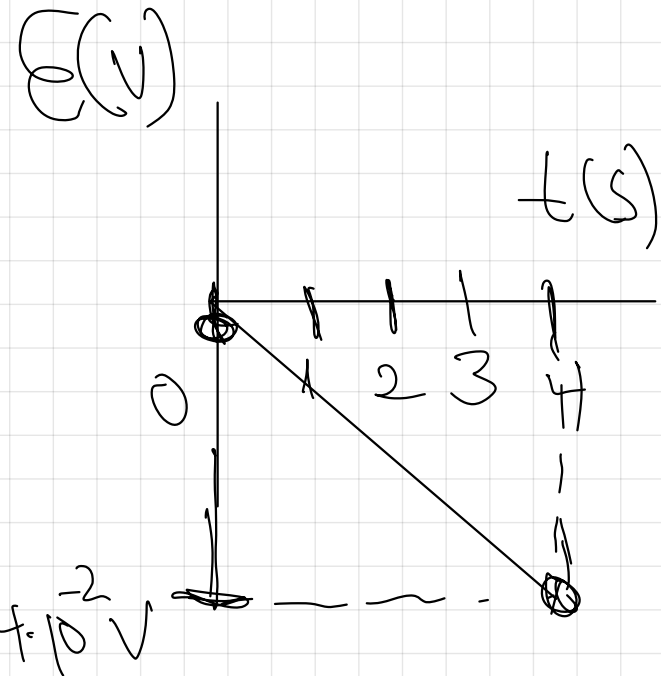
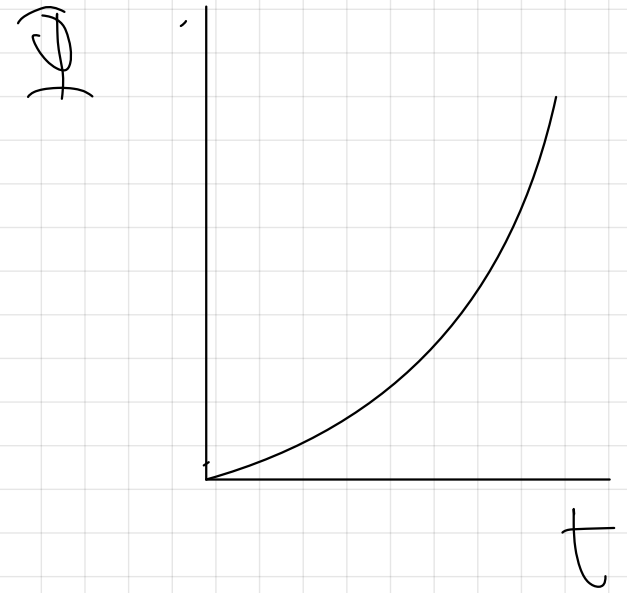
1a) $\Rightarrow \mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = -5 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot t \text{ (V)}$

$$\mathcal{E} = -10^{-2} t \text{ (V)}$$

$$\mathcal{E}(t) = -10^{-2} t \text{ (V)}$$

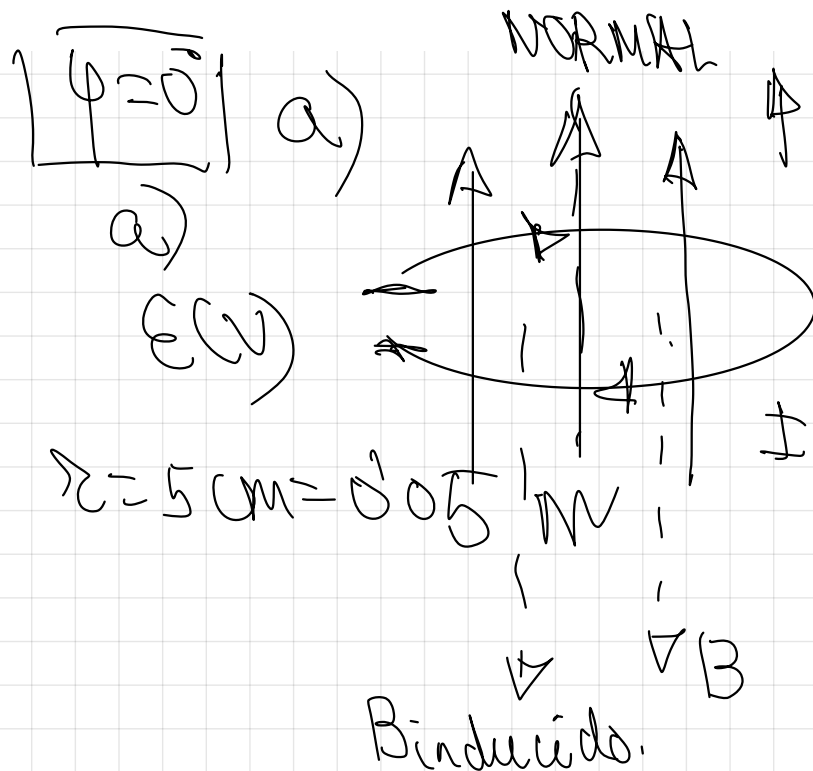
$t=4\text{s} \Rightarrow \mathcal{E}(t=4\text{s}) = -10^{-2} \cdot 4 \text{ (V)}$

$$\boxed{\mathcal{E} = -4 \cdot 10^{-2} \text{ V}}$$



46.- A una espira circular de radio $r = 5 \text{ cm}$ que descansa en un plano horizontal se le aplica en un intervalo de tiempo de 5 segundos un campo magnético variable con el tiempo y de valor $B = 0,1 t \text{ (T)}$ vertical y hacia arriba

- Represente el flujo magnético que atraviesa la espira en función del tiempo y calcule el flujo magnético máximo.
- Represente la f.e.m inducida en función del instante t y dibuje el sentido de la corriente inducida.
- Repita el apartado b) en el supuesto de que el campo magnético variable cambie de sentido.
- Repita los apartados a) y b) en el supuesto de que la espira sometida al campo magnético variable estuviese en el plano del papel.
- Suponiendo que la espira estuviese situada en un plano horizontal y sometida a un campo magnético uniforme, ¿existiría corriente inducida? . En caso negativo, explicar la manera de obtenerla. Citar una posible aplicación de dicha inducción electromagnética



$$B = 0,1 t \text{ (T)}$$

VER SOLUCIÓN POR EL LIBRO TAMBIÉN

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \varphi$$

$$\Phi = 0,1 t \cdot \pi r^2 \cdot \cos 0^\circ$$

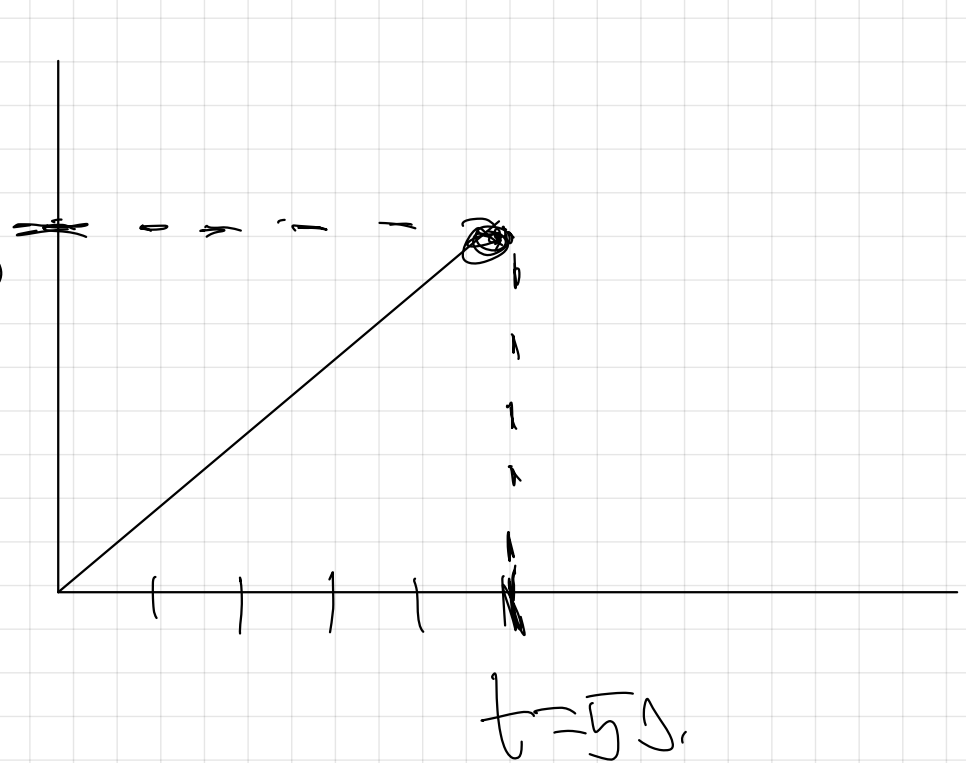
$$\Phi(t) = 0,1 t \cdot \pi \cdot (0,05)^2 \text{ (Wb)}$$

$$\Phi(t) = 2,5 \pi \cdot 10^{-4} t \text{ (Vs)}$$

$t = 5 \text{ s.}$ $\Phi_{\max} = 1,25 \cdot 10^{-3} \pi \text{ Vs}$

$$\Phi(t=5 \text{ s}) = 2,5 \pi \cdot 10^{-4} \cdot 5 \text{ Vs}$$

$$\Phi(t=5 \text{ s}) = 1,25 \cdot 10^{-3} \pi \text{ Vs} = \Phi_{\max}$$



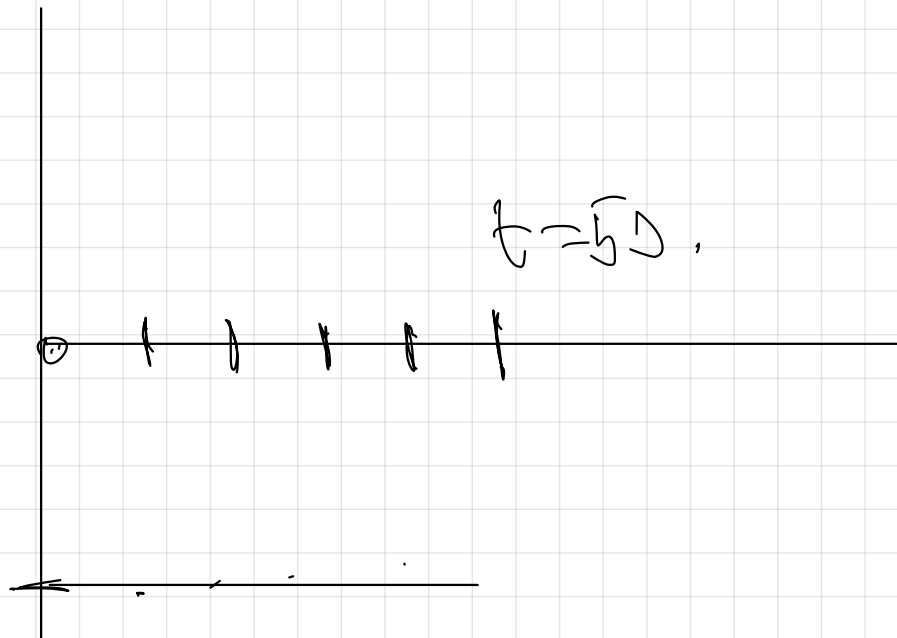
b) $\Phi(t) = 2,5 \pi \cdot 10^{-4} t \text{ (Vs)}$

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = -2,5 \pi \cdot 10^{-4} \text{ (V)}$$

$\mathcal{E}(V)$

$t = 50.$

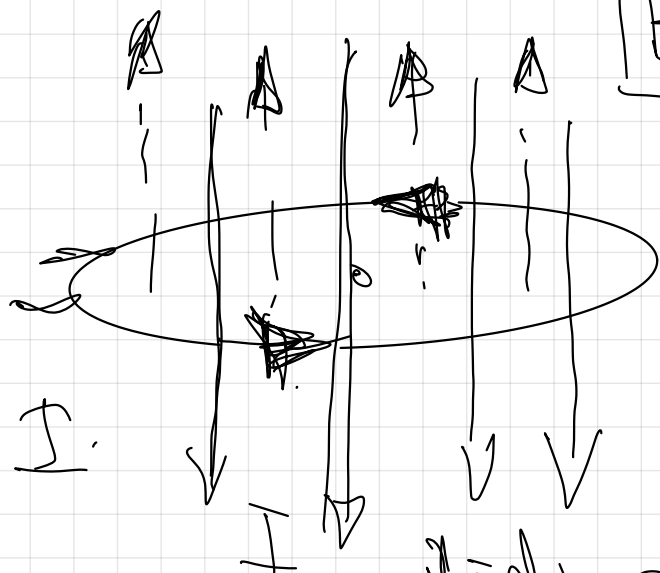
$$= 2.5\pi \cdot 10^{-4} V$$



c)

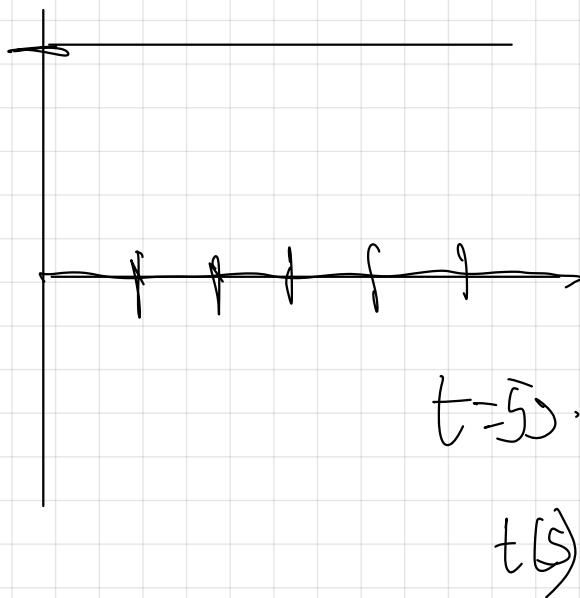
$$|B = 0.1 T(t)| \quad \mathcal{E}(V)$$

$$2.5\pi \cdot 10^{-4} V$$



sentido contrario em

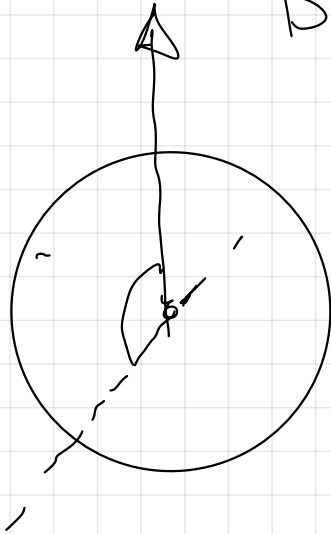
$$\mathcal{E} = 2.5\pi \cdot 10^{-4} (V)$$



1)

$$B = 0.1 \text{ T}$$

$$\varphi = 90^\circ$$



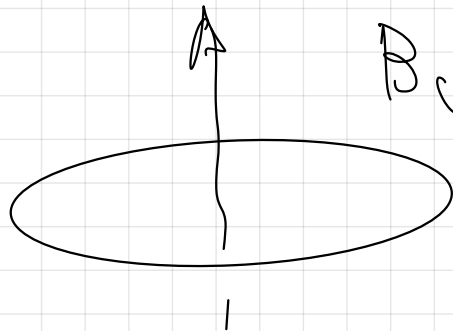
NORMAL.

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos 90^\circ$$

$$\Phi = 0$$

$$\mathcal{E} = 0 \text{ V}$$

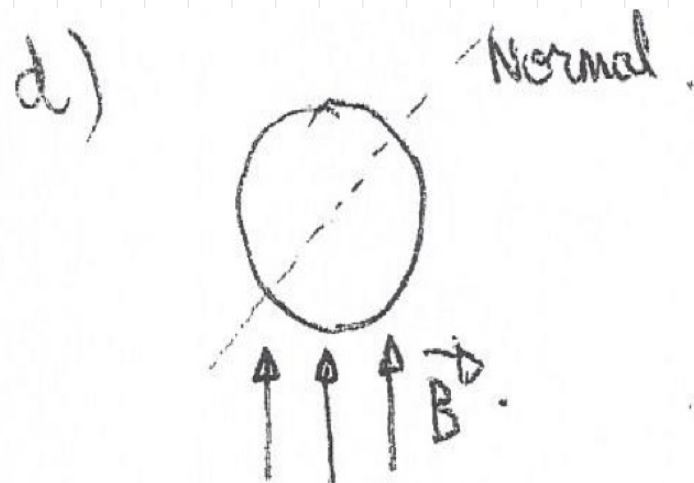
2)



$$B \text{ uniform} \Rightarrow \mathcal{E} = 0 \text{ V}$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \varphi$$

(N.D)



$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos 90 = 0$$

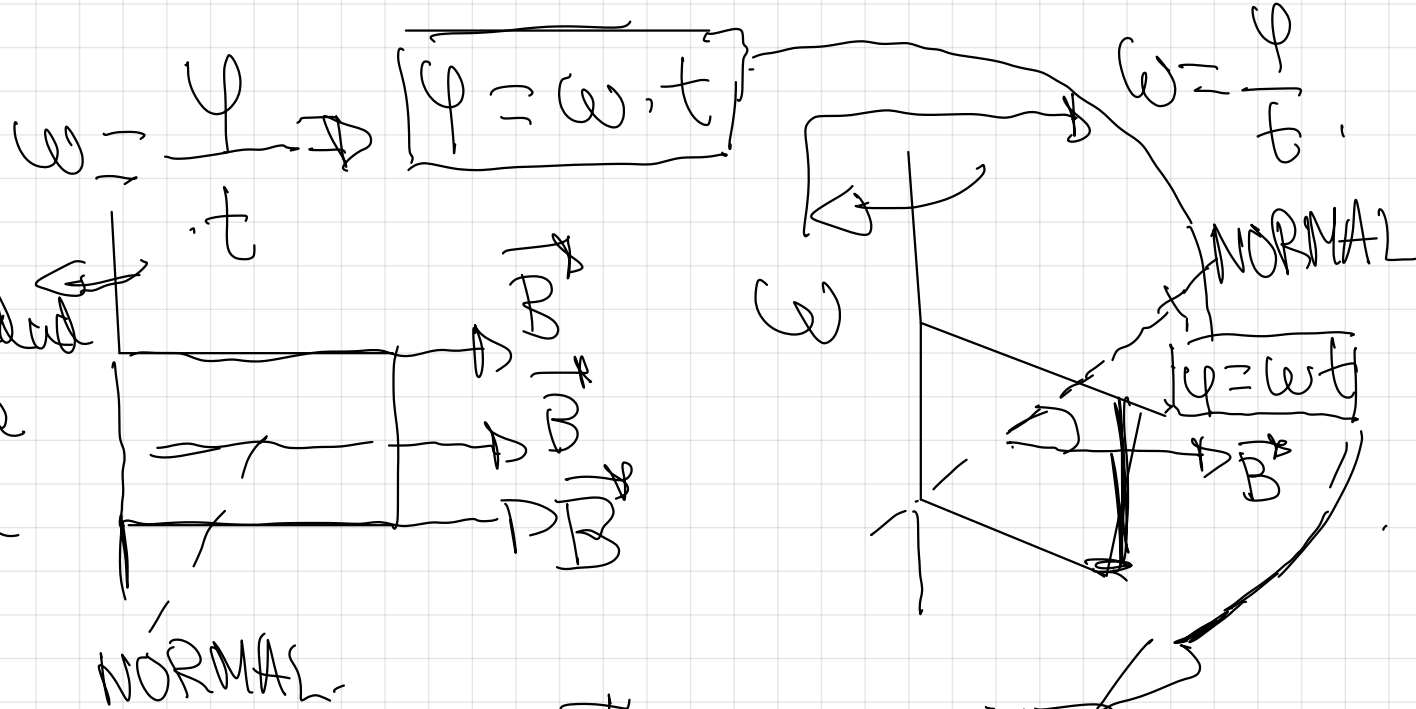
El flujo magnético que atraviesa la espira será nulo en cualquier instante, y por ello no se generará ni f.e.m. ni corriente inducida.

e) No, ya que al ser el campo magnético uniforme, no habría variación del flujo magnético, y por tanto no existiría corriente inducida.

$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$ Para obtener corriente inducida tendríamos que conseguir que el flujo variase, bien sea por la aplicación de un campo magnético variable, bien sea por la modificación de la superficie de la espira, bien sea por la modificación del ángulo α mediante la rotación en torno a un eje adecuado. Aplicación: generador de corriente alterna (ver teoría)

GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA

MIRAR
PRIMERO
LA PAG 93
DEL LIBRO



$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\varphi)$$

$$\boxed{\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\omega t)}$$

Ley de Faraday



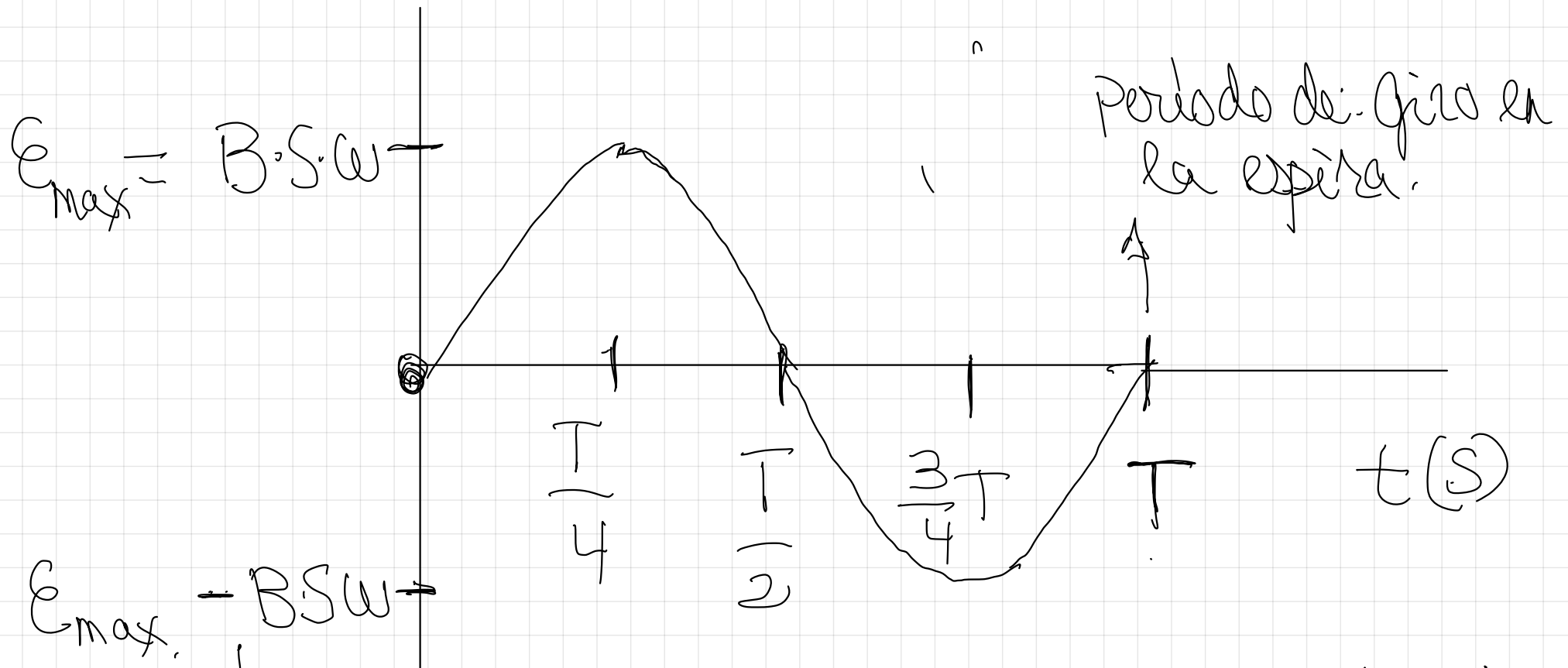
$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = - \left[B \cdot S \cdot (-\sin(\omega t)) \omega \right]$$

Hay cambio de signo ya que φ variará con el tiempo t . al moverse la espira

$$\mathcal{E}(t) = \boxed{B \cdot S \cdot \omega} \cdot \sin(\omega t)$$

$\mathcal{E}(V)$

$$\Rightarrow \mathcal{E}_{\max} = \pm B S \omega$$

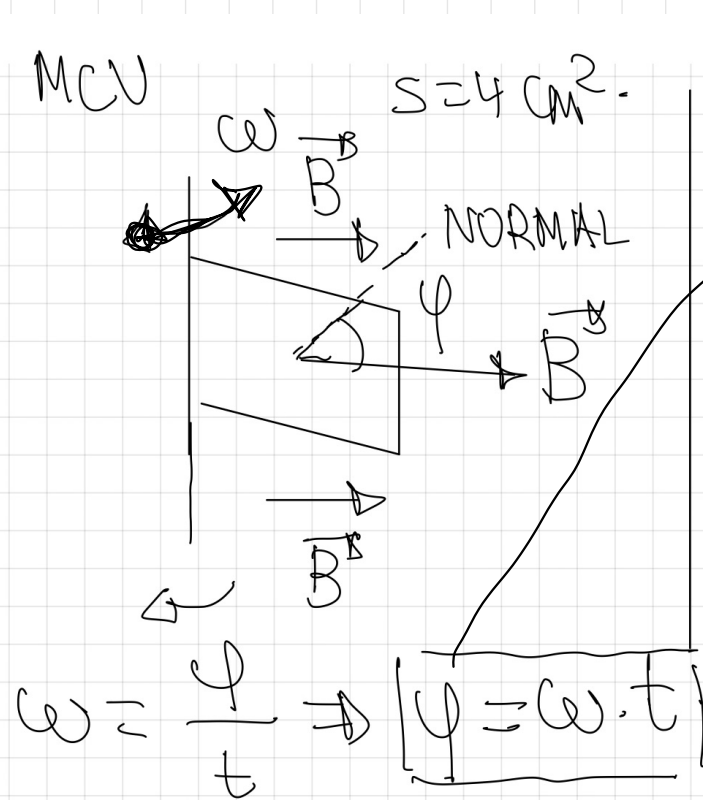


la corriente cambiará de sentido (corriente alterna) ya que en ciertos instantes el flujo irá en aumento, mientras que en otros irá en disminución.

43.- Una espira rectangular de 4 cm^2 de área gira dentro de un campo magnético uniforme de $0,5 \text{ T}$ en torno a uno de sus lados con una velocidad de rotación ω

a) Dar la expresión de la fuerza electromotriz inducida en función de ω y del instante t dato

b) Si la fuerza electromotriz máxima es de $0,05 \text{ V}$, ¿Cuánto valdrá ω ? ¿Cuál será la frecuencia de la rotación de la espira?, ¿Cuál será el período de rotación de la espira?



$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\varphi)$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\omega t)$$

ley de Faraday

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

$$E_{\text{instantanea}} = -B \cdot S \cdot [-\sin(\omega t)] \cdot \omega$$

$$E_{\text{instantanea}} = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin(\omega t)$$

$$4 \text{ cm}^2 \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{10^4 \text{ cm}^2} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$e(t) = 0.5 \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot \omega \cdot \sin(\omega t)$$

$$e(t) = 2 \cdot 10^{-4} \omega \cdot \sin(\omega t)$$

$$b) \quad \overline{E_{\text{max}} = 0.05 \text{ V}}$$

$$\epsilon_{\text{instantanea}} = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin(\omega t)$$

$$\epsilon_{\text{max}} = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin(\omega t) \rightarrow \pm 1$$

$$\epsilon_{\text{max}} = \pm B \cdot S \cdot \omega$$

$$\omega = \frac{\epsilon_{\text{max}}}{B \cdot S} = \frac{0.05 \text{ V}}{0.5 \text{ T} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 250 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega = \frac{\varphi}{t} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi \text{ rad}}{250 \text{ rad/s}} = 0.025 \text{ s}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.025} = 40 \text{ Hz}$$

Otra forma

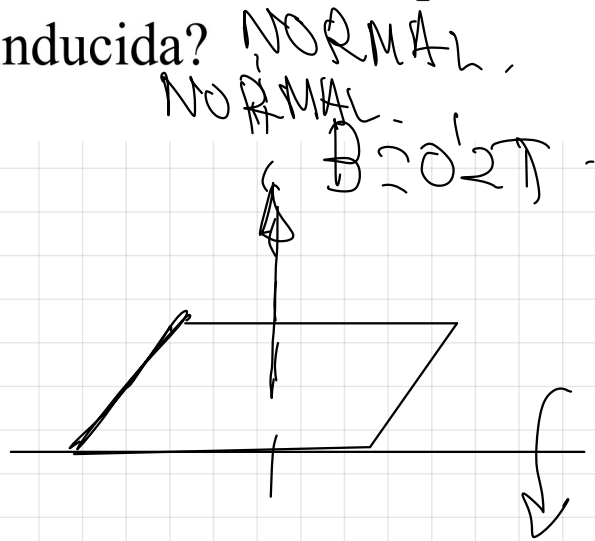
$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot \frac{1}{T} = 2\pi f$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{250} = 40 \text{ Hz}$$

44.- Una espira rectangular de área 50 cm^2 se hace girar en torno a uno de sus lados en una región en la que existe un campo magnético uniforme de $0,2\text{T}$.

a) Determine el valor del flujo magnético a través de la espira cuando su vector de superficie forma con el campo magnético 0° , 45° y 90° . ¿Cuál debería ser la velocidad angular de la espira para que se genere en ella una fuerza electromotriz inducida máxima de 20 mV ?

b) ¿Qué cambios habría que introducir en la experiencia para duplicar dicha f.e.m máxima inducida?

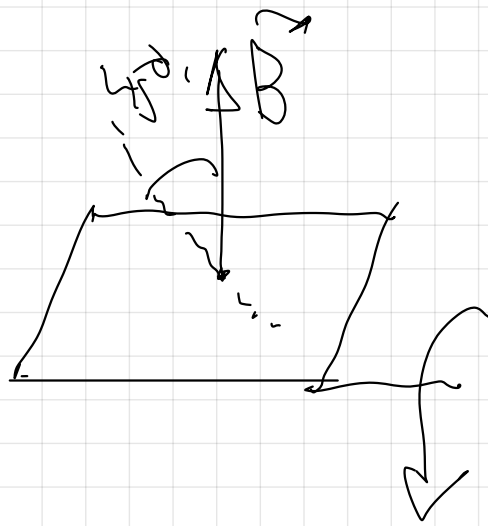


ángulo y que forma la normal al plano de la espira y el campo

$0^\circ \Rightarrow \Phi_{\text{max}} = B \cdot S \cdot \cos 0^\circ =$

$\Phi_{\text{max}} = 0,2\text{T} \cdot 50 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 10^{-3} \text{ T} \cdot \text{m}^2 = 10^{-3} \text{ Wb} \cdot (\text{T} \cdot \text{m}^2)$

$45^\circ \Rightarrow$



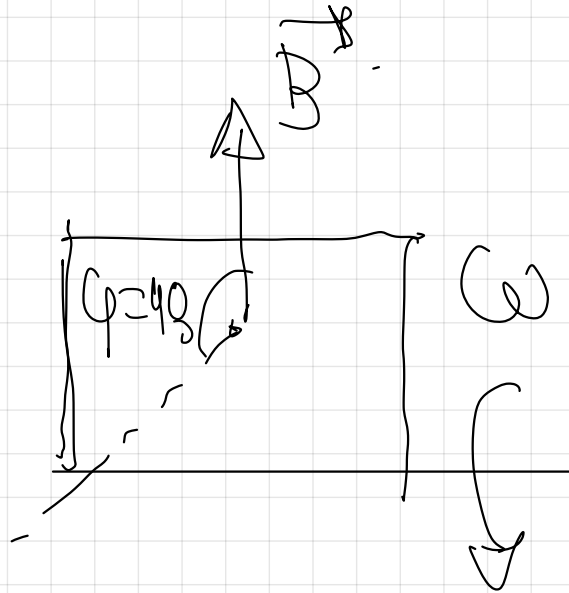
$$\varphi = 45^\circ$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos 45^\circ$$

$$\Phi = 0.27 \cdot 50 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\Phi_{\text{max}} = 7 \cdot 10^{-4} \text{ Vs} \quad (\text{T} \cdot \text{m}^2)$$

$90^\circ \Rightarrow$



$$\varphi = 90^\circ$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos 90^\circ$$

$$\Phi_{\text{min}} = 0 \text{ Vs} \quad (\text{T} \cdot \text{m}^2)$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\varphi)$$

$$\omega = \frac{\varphi}{t}$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\omega t)$$

$$\varphi = \omega \cdot t$$

by Faraday

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = - B \cdot S \cdot [-\sin(\omega t)] \cdot \omega$$

$$\mathcal{E} = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin(\omega t)$$

$$\mathcal{E}_{\max} = \pm B \cdot S \cdot [\omega]$$

$$\omega = \frac{\mathcal{E}_{\max}}{B \cdot S}$$

$$20 \text{ mV} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$

$$\omega = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{0,2 \cdot 50 \cdot 10^{-4}} = \left[20 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right]$$

$$\mathcal{E}_{\max} = B \cdot S \cdot \omega$$

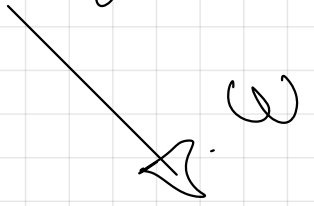
Según la expresión de la f.e.m máxima inducida, para duplicar la $\mathcal{E}_{\max}$ inducida podríamos actuar con los tres factores.



 Duplicar el campo magnético $\vec{B}$ que atraviesa a la espira.



 Duplicar la superficie de la espira.



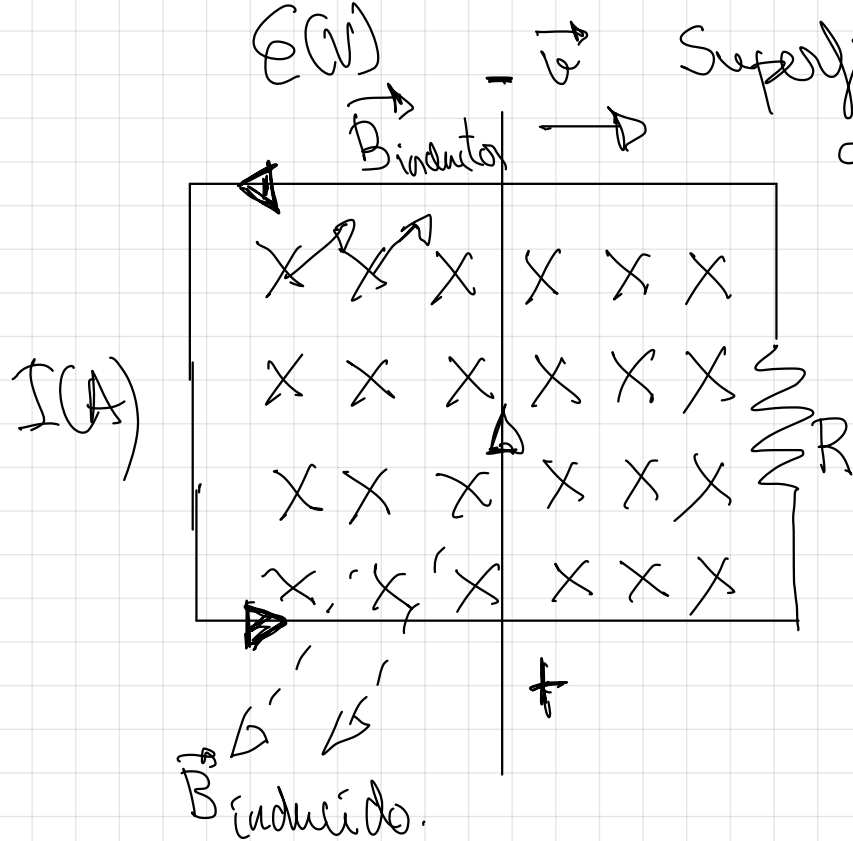
 Duplicar la velocidad angular ω de giro de la espira.



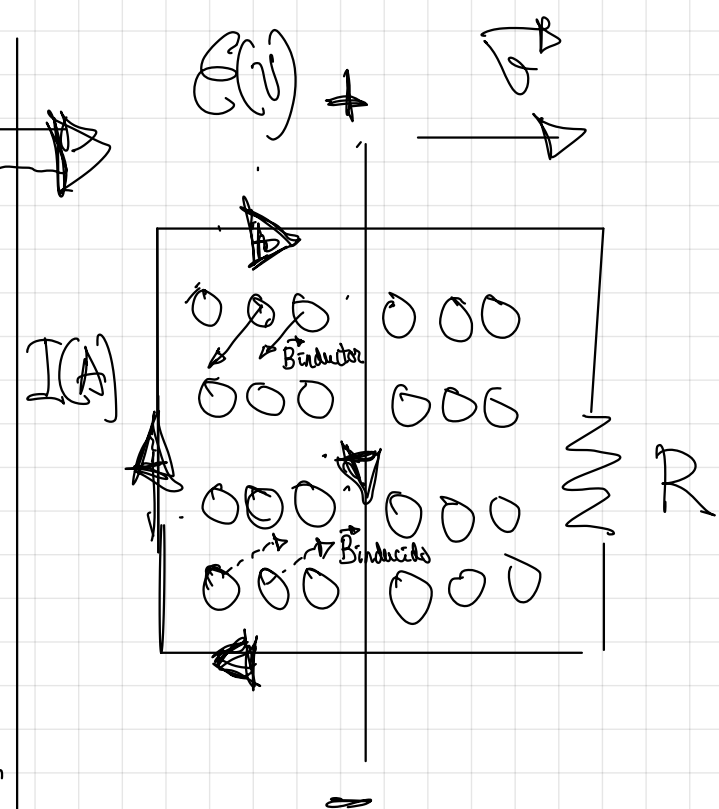
 Se verá en el anexo a publicar en classroom



 Siguiente página.



Superficie de la espira
atravesada por el
campo en aumento;
aumento del flujo
magnético inductor,
se crea corriente
inducida en el
sentido indicado.



La Intensidad de corriente (A) que circula por la espira,
la fuerza electromotriz inducida $E(V)$ y la resistencia R
(Ohmios, Ω), se relacionan mediante la ley de Ohm

$$I = \frac{E}{R}$$

45.- Una espira cuadrada de 10 cm de lado, inicialmente horizontal, gira a 1200 revoluciones por minuto, en torno a uno de sus lados, en un campo magnético uniforme vertical de 0,2 T

a) Calcule el valor máximo del flujo magnético que atraviesa la espira, así como el valor máximo de la f.e.m inducida en la espira y represente, en función del tiempo, el flujo magnético a través de la espira y la fuerza electromotriz inducida

b) ¿Cómo se modificaría la f.e.m inducida en la espira si se redujera la velocidad de rotación a la mitad?, ¿y si se invirtiese el sentido del campo magnético?

$B = 0.2 \text{ T}$

$\omega = 1200 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$ a $\frac{\text{rad}}{\text{s}}$

$\omega = 1200 \text{ rpm}$

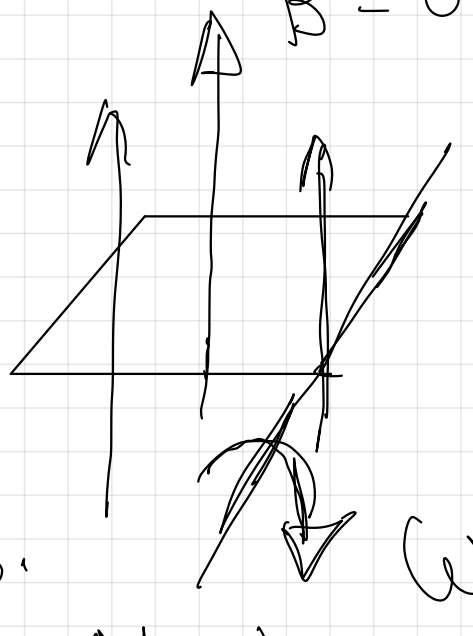
$t = 0$

MCV

$\omega = 1200 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$

$\omega = 40\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

$S = l \cdot l = 0.1 \text{ m} \cdot 0.1 \text{ m} = 10^{-2} \text{ m}^2$



The diagram shows a square loop of side length l rotating in a uniform magnetic field B directed vertically upwards. The loop is shown in two positions: one horizontal (at $t=0$) and one at an angle, with curved arrows indicating its rotation. The axis of rotation is one of the sides of the square.

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \varphi \quad \text{part.}$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\omega t)$$

$$\Phi_{\max} = B \cdot S \cdot \cos(\omega t) \quad \text{1}$$

$$\Phi_{\max} = B \cdot S = 0.27 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$\Phi_{\max} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Vs}$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\omega t)$$

$$\epsilon = - \frac{d\Phi}{dt} = -B \cdot S \cdot (-\sin(\omega t)) \cdot \omega$$

$$\epsilon = B S \omega \cdot \sin(\omega t)$$

$$\epsilon_{\max} = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin(\omega t) \quad \text{1}$$

$$\epsilon_{\max} = B \cdot S \omega$$

$$\epsilon_{\max} = 0.27 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot 40\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\epsilon_{\max} = 0.25 \text{ V}$$

$$\Phi_{\max} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\omega t)$$

$$\Phi = [2 \cdot 10^{-3}] \cos(40\pi t) (\text{Wb})$$

$\Phi_{\max}$

$\Phi (\text{Wb})$

$2 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$
 $\Phi_{\max}$

$t=0$

funktion a
 representation

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{2\pi}{T} \\ T &= \frac{2\pi}{\omega} \\ T &= \frac{2\pi}{40\pi} = \frac{1}{20} \text{ s} \end{aligned}$$

$$\epsilon_{\max} = 0.25 \text{ V}$$

$$\epsilon = - \frac{d\Phi}{dt} = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin(\omega t)$$

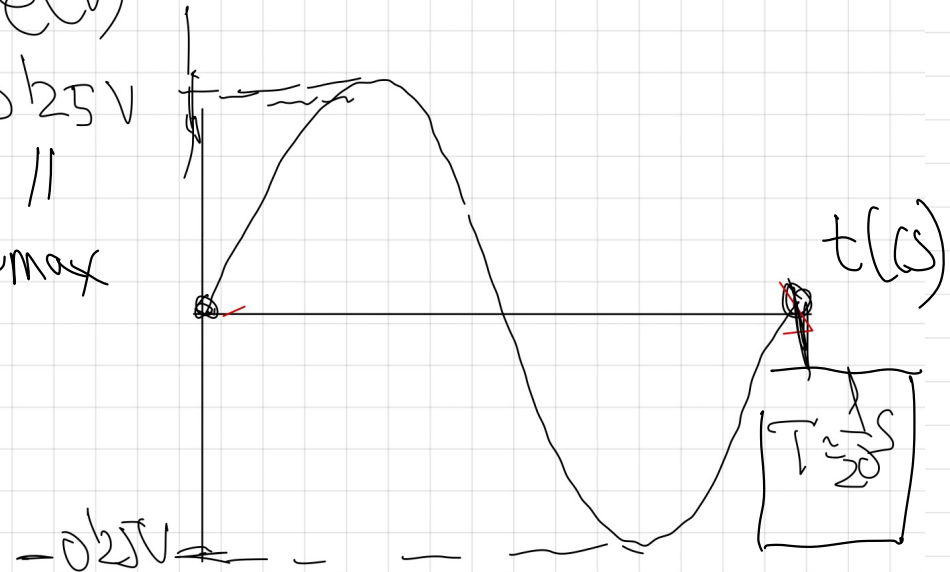
$$\epsilon = [B \cdot S \cdot \omega] \sin(\omega t)$$

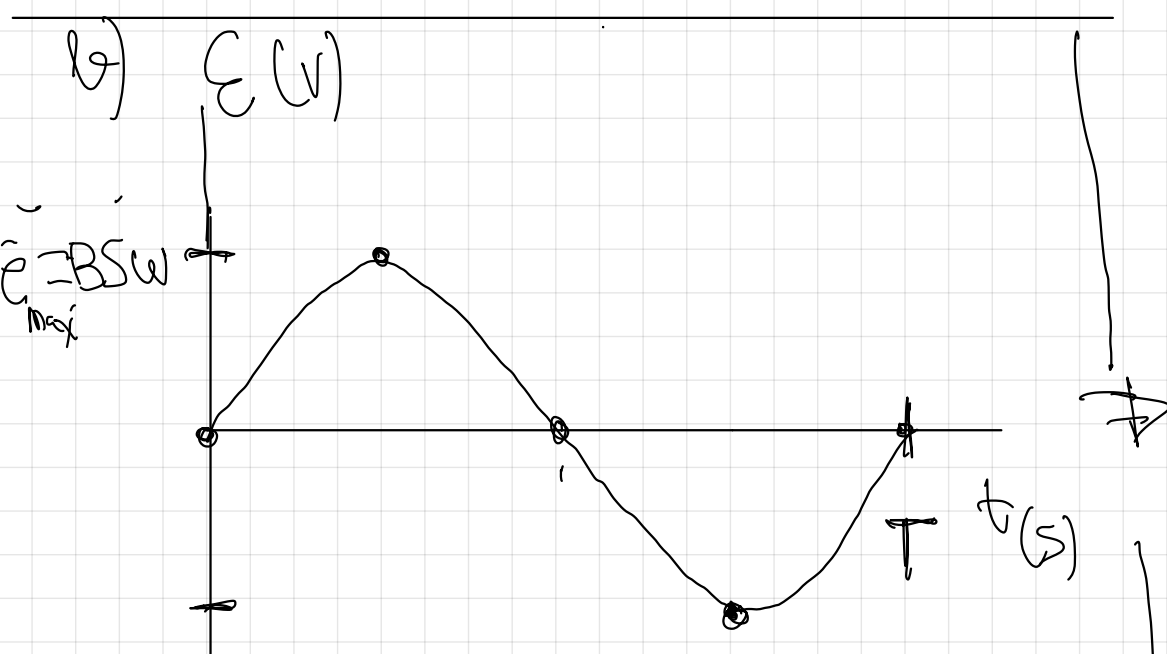
$$\epsilon = 0.2 \cdot 10^{-2} \cdot 40\pi \cdot \sin(40\pi t)$$

$$\epsilon = [0.25] \sin(40\pi t) (\text{V})$$

funktion a
 representation

$\epsilon (\text{V})$
 0.25 V
 $\epsilon_{\max}$





Al reducir ω a la mitad.

$$\epsilon_{\max} = BS\omega$$

$$\epsilon'_{\max} = BS \cdot \frac{\omega}{2}$$

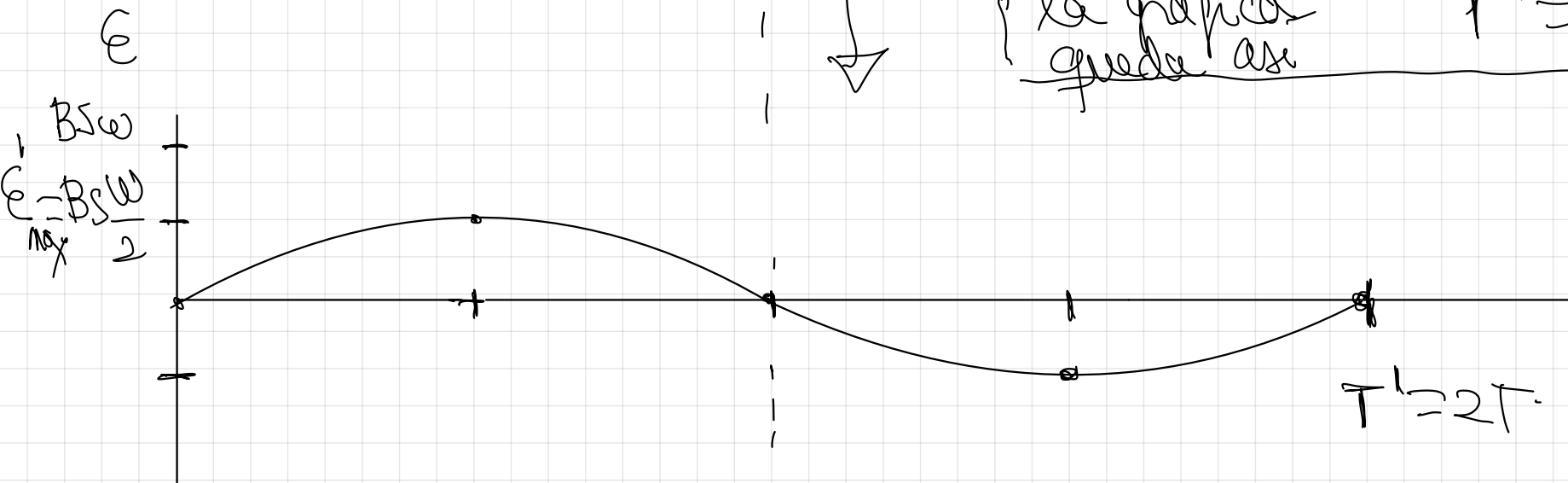
Sin embargo al reducir ω a la mitad el período será el doble

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$$

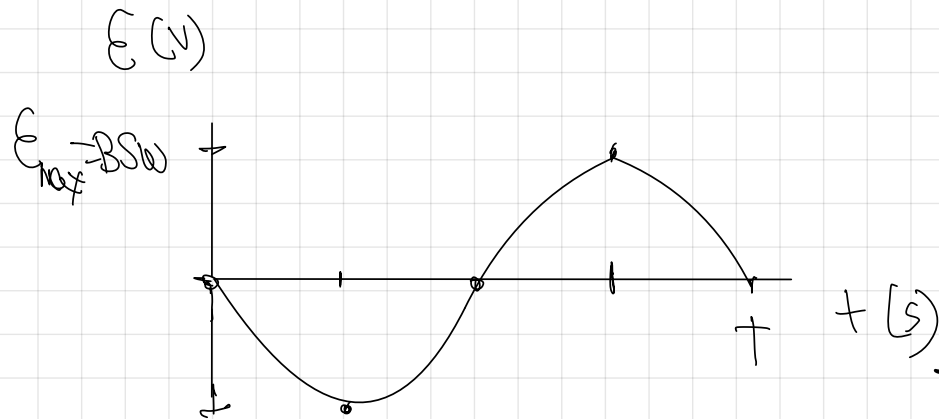
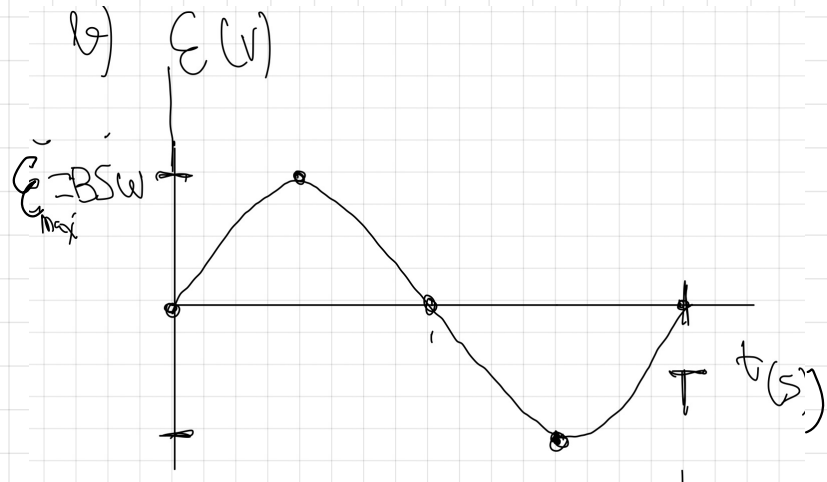
Combinando ambos cambios la gráfica queda así

$$T' = \frac{2\pi}{\omega/2} = 2 \cdot \frac{2\pi}{\omega}$$

$$T' = 2T$$

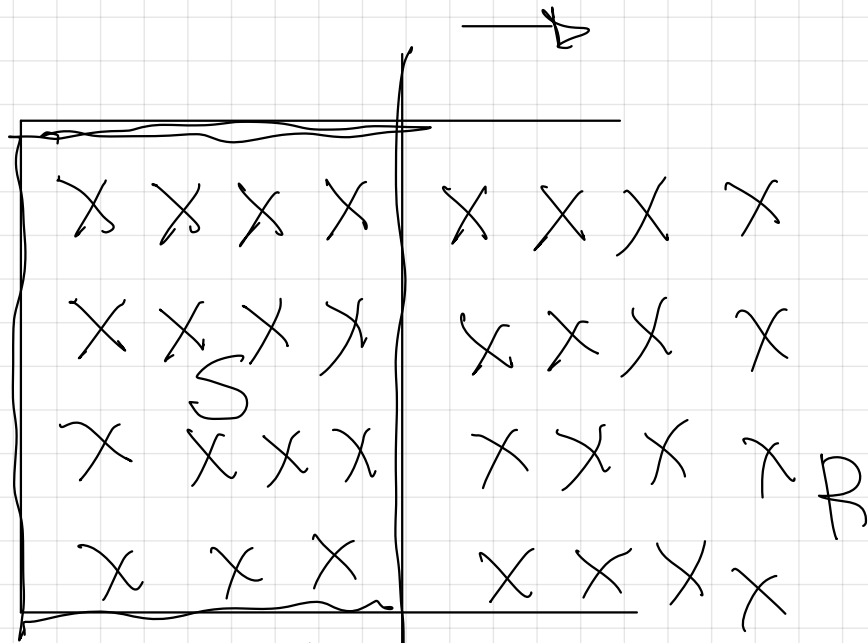


1

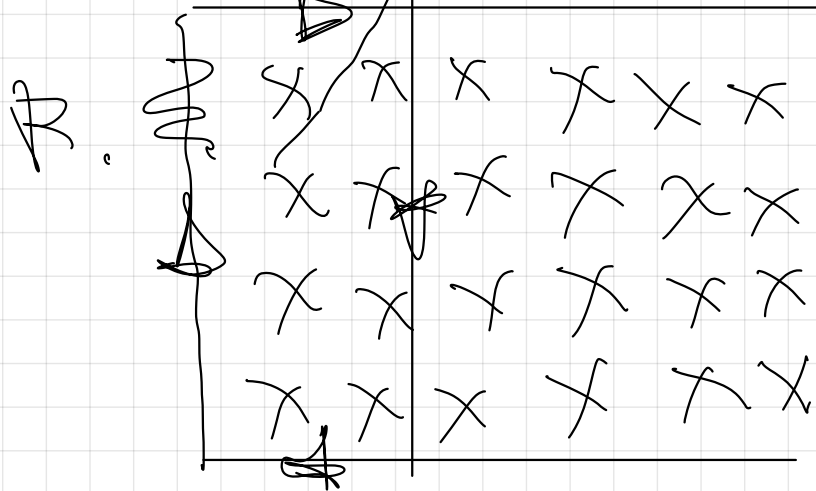


Al invertir el sentido del campo magnético $\vec{B}$, se invertirá también el sentido de la corriente inducida, de forma que la gráfica se modificará así.

41, 63, 67



$I = P_{\text{ch}}$



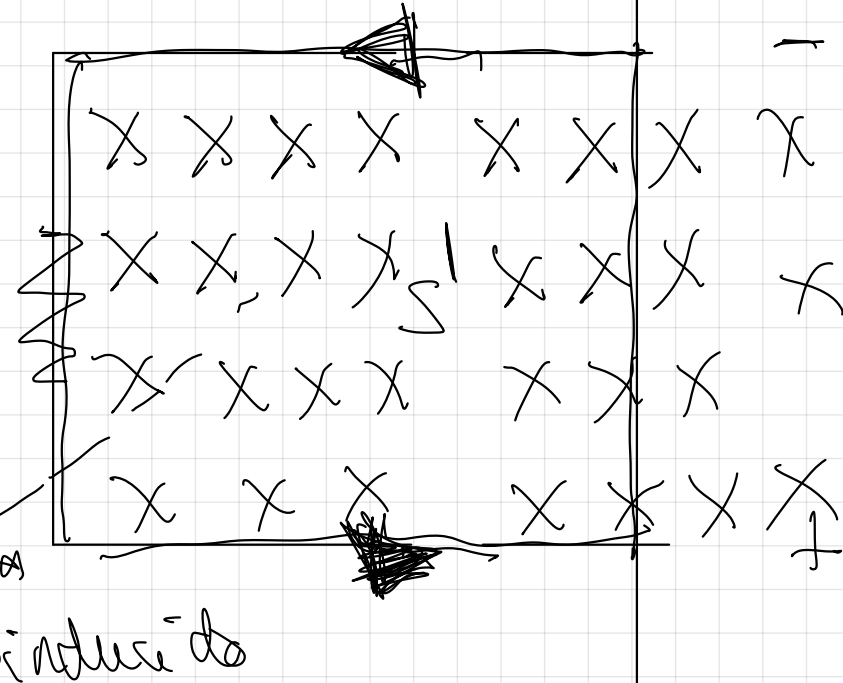
(A)

Bindu de

$$I = \frac{E(v)}{R(-\Omega)}$$

I

E



ANEXO.

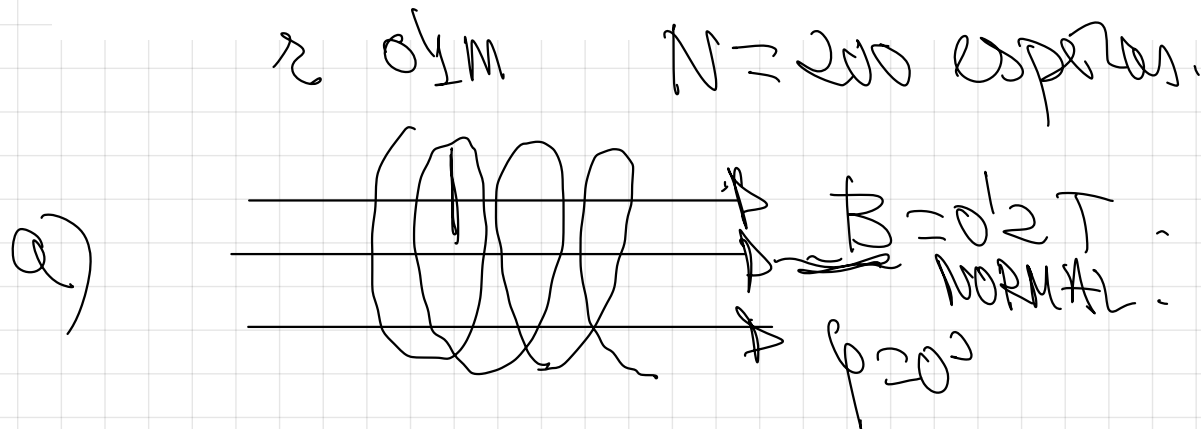
41. Una bobina de 200 espiras y radio $0,1 \text{ m}$ se coloca en un campo magnético uniforme de $0,2 \text{ T}$ de manera que el flujo magnético sea máximo. Halla la fuerza electromotriz media inducida en la bobina si en $0,1 \text{ s}$:

- El campo magnético pasa a valer $0,4 \text{ T}$
- Se gira la bobina 90° en torno a un eje paralelo al campo
- Se gira la bobina 90° en torno a un eje perpendicular al campo

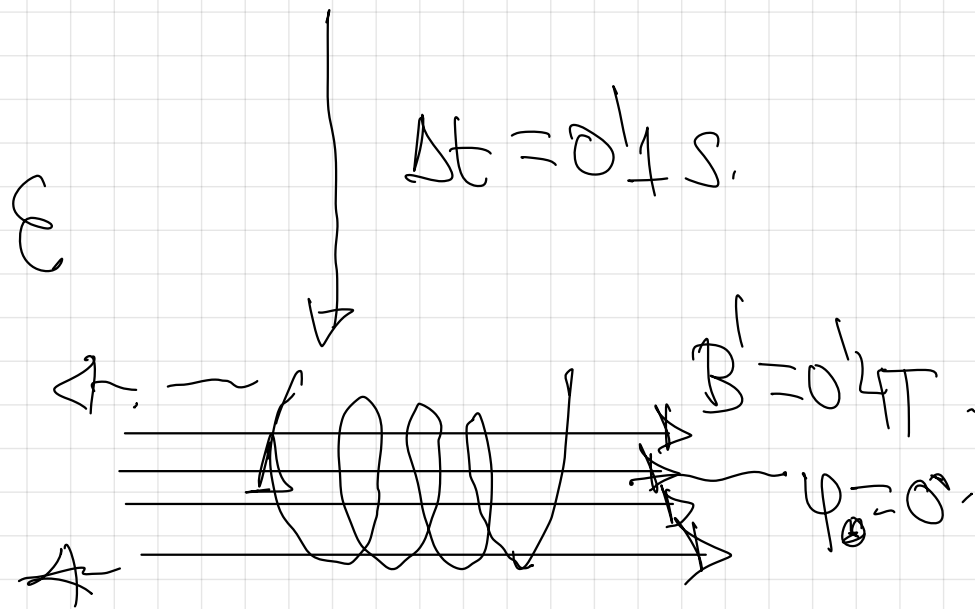
$$S = \pi r^2$$

$$S = \pi \cdot (0,1)^2$$

espiras



$$\Phi_{\text{inicial bobina}} = [N] \cdot B \cdot S \cdot \cos \phi$$



$$\Phi_{\text{inicial bobina}} = 200 \cdot 0,2 \cdot \pi \cdot (0,1)^2 \cos 0^\circ$$

$$\Phi_{\text{inicial bobina}} = [1,26 \text{ Wb}]$$

$$\Phi_{\text{max}} = N \cdot B \cdot S \cdot \cos \varphi$$

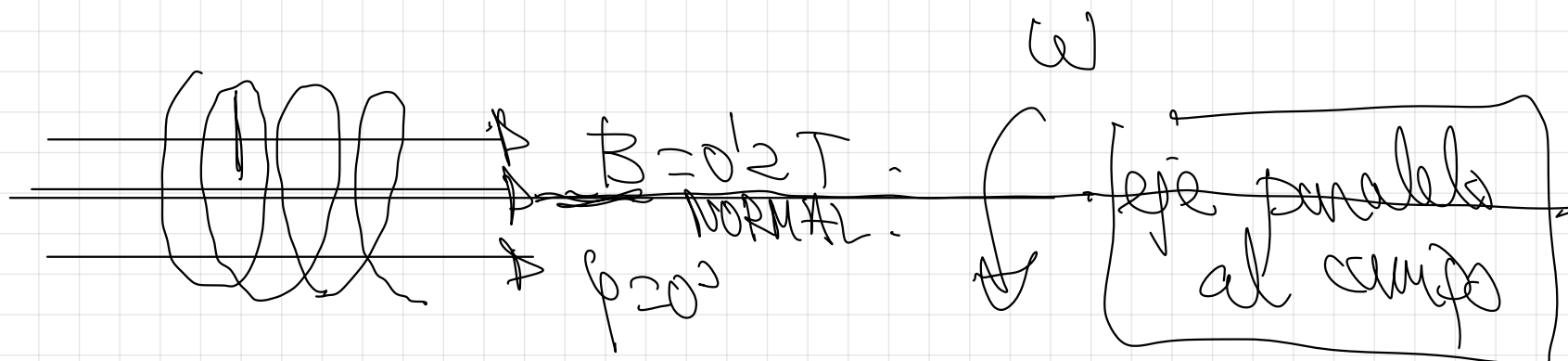
$$\Phi_{\text{max}} = 200 \cdot 0{,}4 \cdot \pi \cdot (0{,}1)^2 \cdot \cos 0^\circ$$

$$\Phi_{\text{max}} = 2{,}52 \text{ Vs}$$

$$E_{\text{media bobina}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi_{\text{max}} - \Phi_{\text{min}}}{\Delta t} = - \frac{(2{,}52 - 1{,}26)}{0{,}2}$$

$$E_{\text{media bobina}} = \boxed{-12{,}56 \text{ V}}$$

b)



$$\Phi_{\text{inicial}} = 1.26 \text{ Wb}$$

bolina

$$\Phi_{\text{final}} = 1.26 \text{ Wb}$$

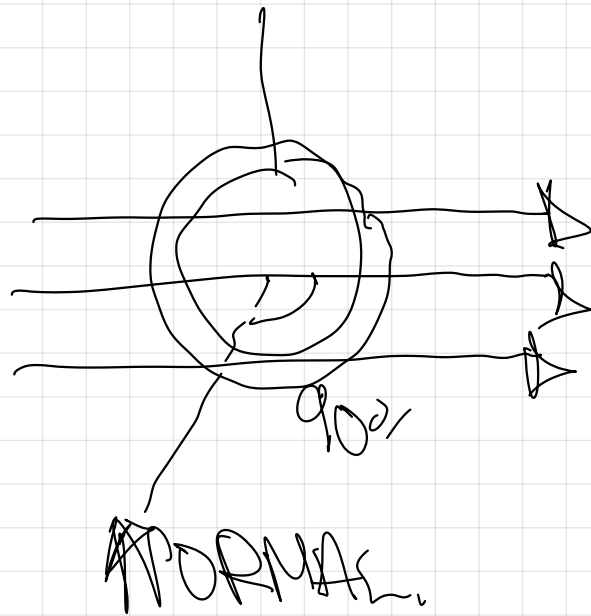
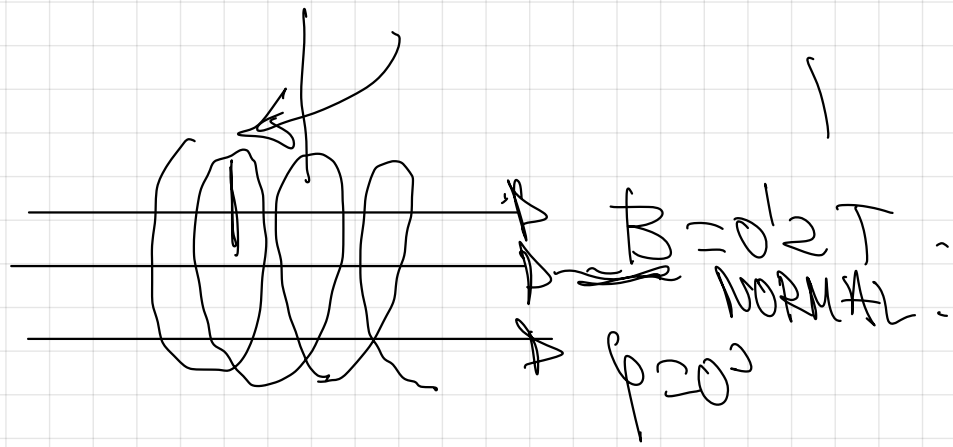
bolina

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} = 0 \text{ V}$$

NORMAL

c)



$$B = 0.2 \text{ T}$$

$$\Phi_{\text{final}} = N \cdot B \cdot S \cdot \cos 90^\circ$$

$$\Phi_{\text{final}} = 0 \text{ Wb}$$

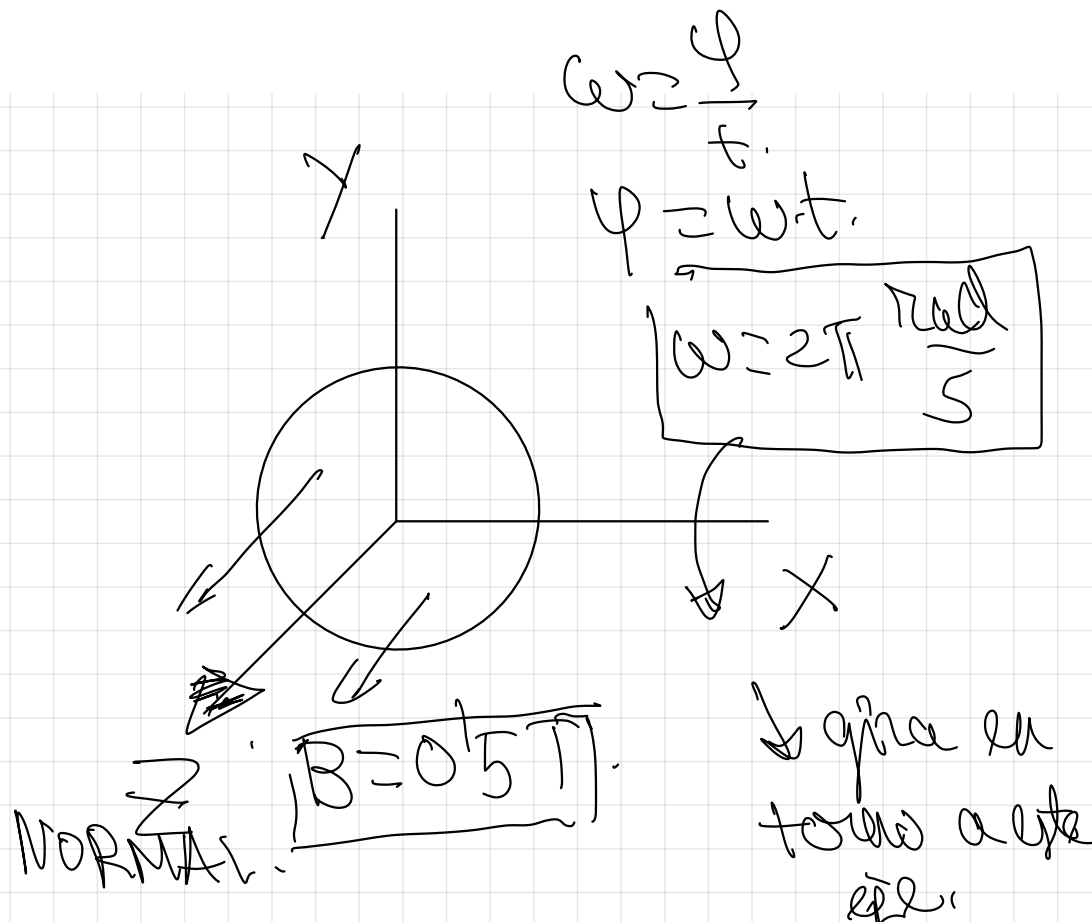
$$\mathcal{E}_{\text{media}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi_{\text{final}} - \Phi_{\text{initial}}}{\Delta t}$$

$$= \frac{0 - 126 \text{ V}}{0.1 \text{ S}} = +126 \text{ V}.$$

67.- Una espira circular de 1 cm de radio está situada inicialmente en el plano XY de una región en donde existe un campo magnético uniforme de 0,5 T dirigido según el sentido positivo del eje Z. Si la espira gira en torno al eje X con una velocidad angular de 2π rad/s

a) Representar el flujo magnético en función del tiempo y la f.e.m inducida en función del tiempo.

b) ¿Cómo cambiarían las representaciones anteriores si la espira hubiese girado en torno al eje Z?



$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \phi$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\omega t)$$

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

$$\mathcal{E} = - B \cdot S \cdot [-\sin(\omega t)] \cdot \omega$$

$$\boxed{\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\omega t)}$$

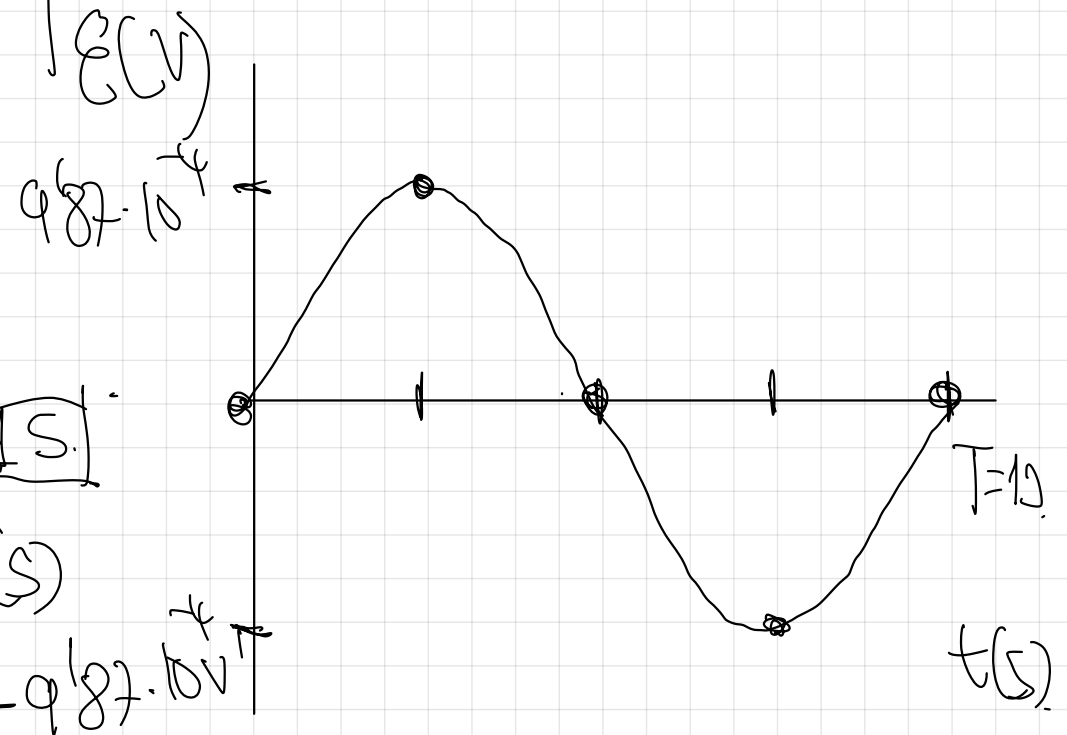
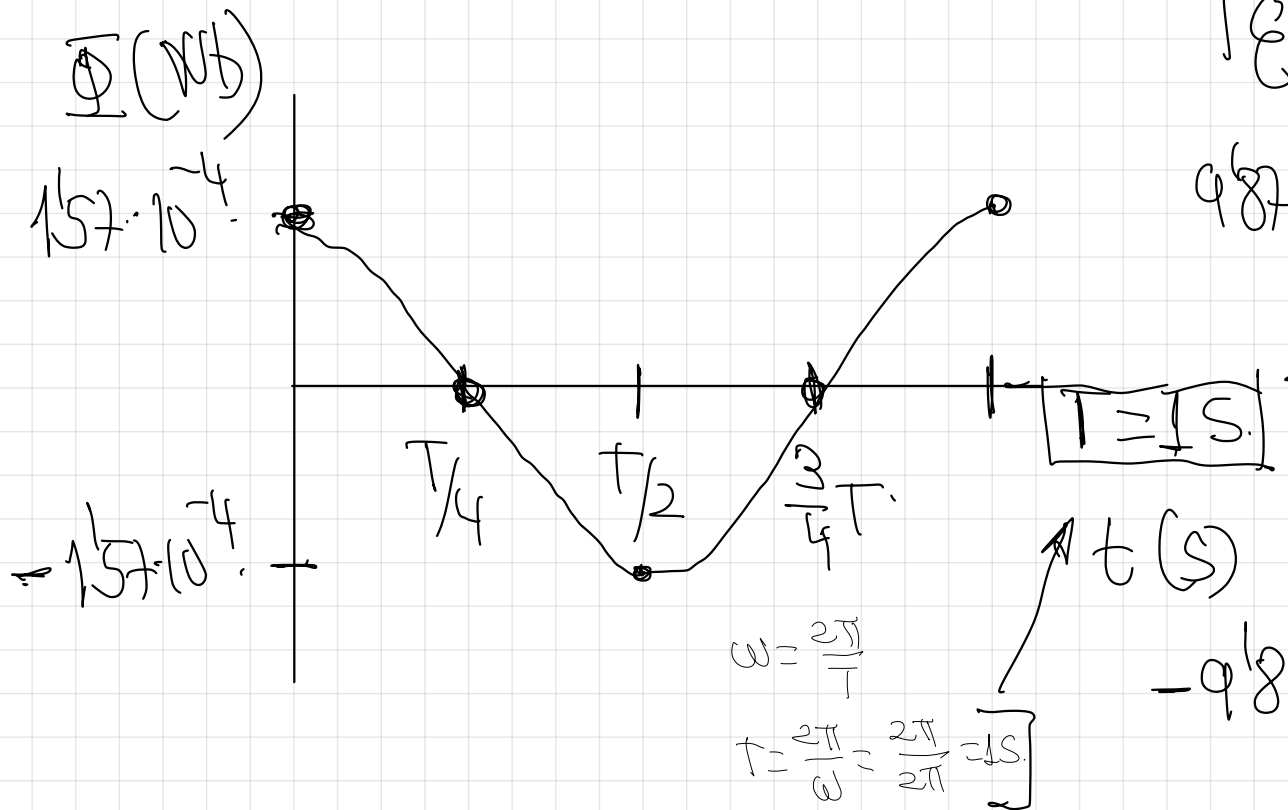
$$\Phi = 0.5 \cdot \pi \cdot (0.01)^2 \cdot \cos(2\pi t)$$

$$\Phi = 1.57 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(2\pi t) \text{ (Wb)}$$

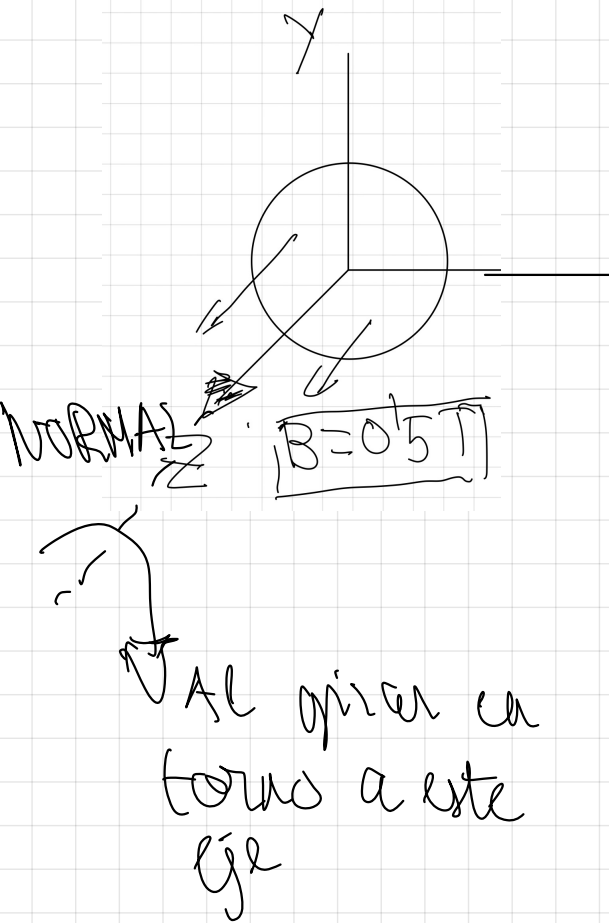
$$\boxed{\mathcal{E} = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin(\omega t)}$$

$$\mathcal{E} = 0.5 \cdot \pi \cdot (0.01)^2 \cdot 2\pi \cdot \sin(2\pi t)$$

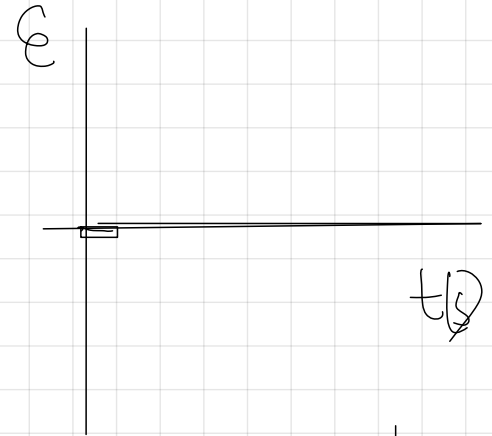
$$\mathcal{E} = 9.87 \cdot 10^{-4} \cdot \sin(2\pi t) \text{ (V)}$$



b)



$$\frac{\Phi (\text{Wb})}{1157 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}}$$



$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos 0^\circ$$

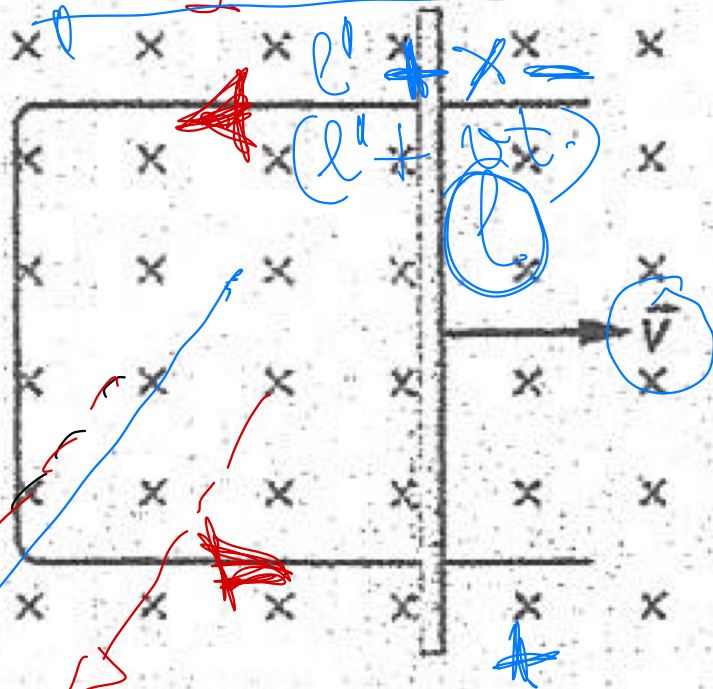
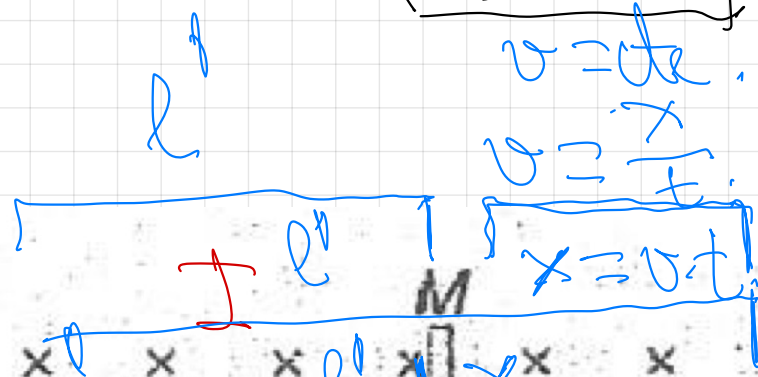
$$\Phi = 1157 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$\epsilon = - \frac{d\Phi}{dt} = 0$$

El flujo magnético permanece siempre en su valor máximo y por tanto no habría corriente inducida ($\epsilon = 0$).

(ANEXO)

PÁGINA WEB.



$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos 0^\circ$$

lado $\times$ lado

$$\Phi = B \cdot (l \cdot (l' + vt))$$

$$\Phi = B \cdot [l \cdot l' + lvt]$$

$$\Phi = Bl l' + Blvt$$

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

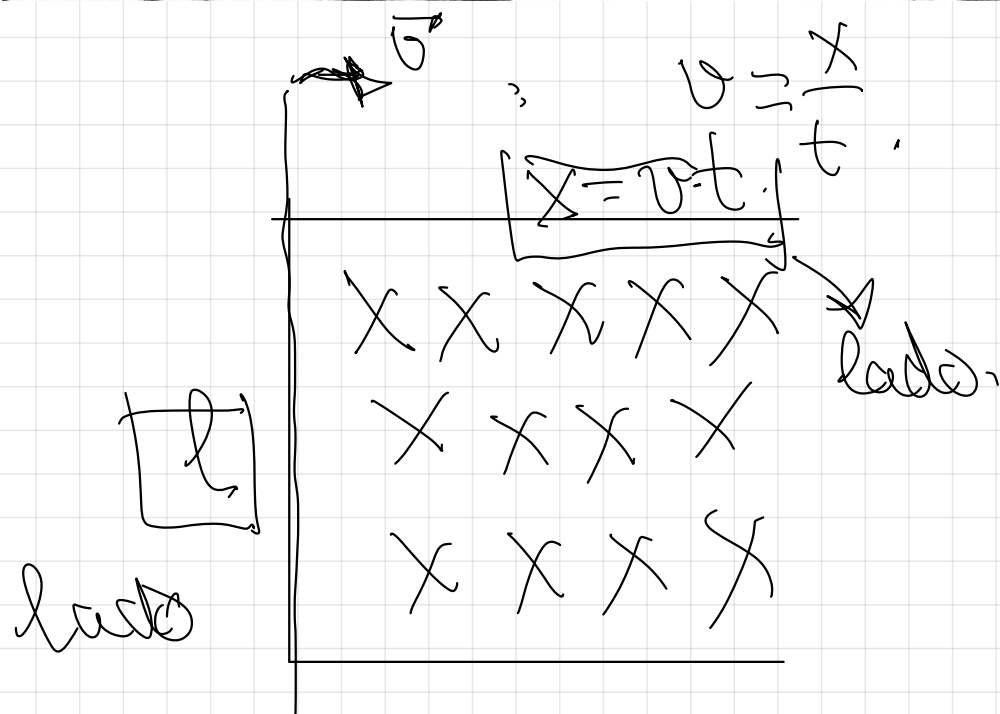
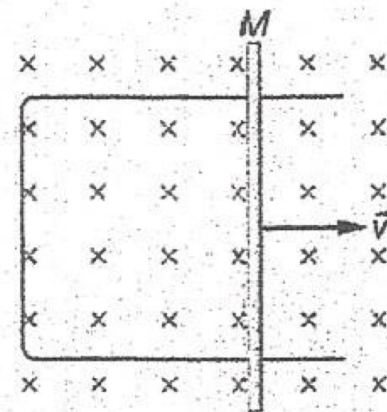
NORMAL $\cdot \hat{\phi} = 0$



a) Enuncia las leyes de Faraday y Lenz.

b) Sobre el conductor metálico en forma de C se puede desplazar la barra metálica M . Todo el conjunto se encuentra en un plano en presencia de un campo magnético uniforme de módulo B y dirección perpendicular al plano y entrante, como se observa en la figura. La barra se desliza con velocidad constante v , por lo que se induce una corriente en el circuito.

Di, razonando la respuesta, en qué sentido circula la corriente en el conductor.

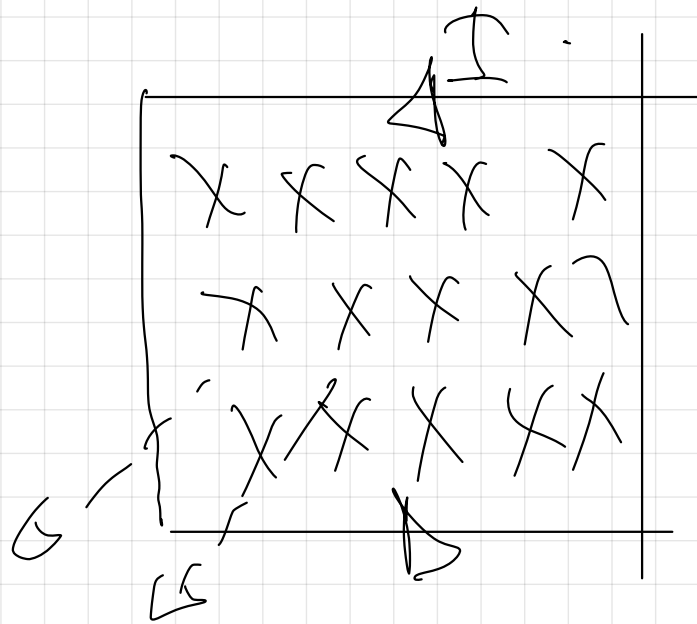


$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \theta$$

$$\Phi = B \cdot [l \cdot vt]$$

$$\Phi = Blvt$$

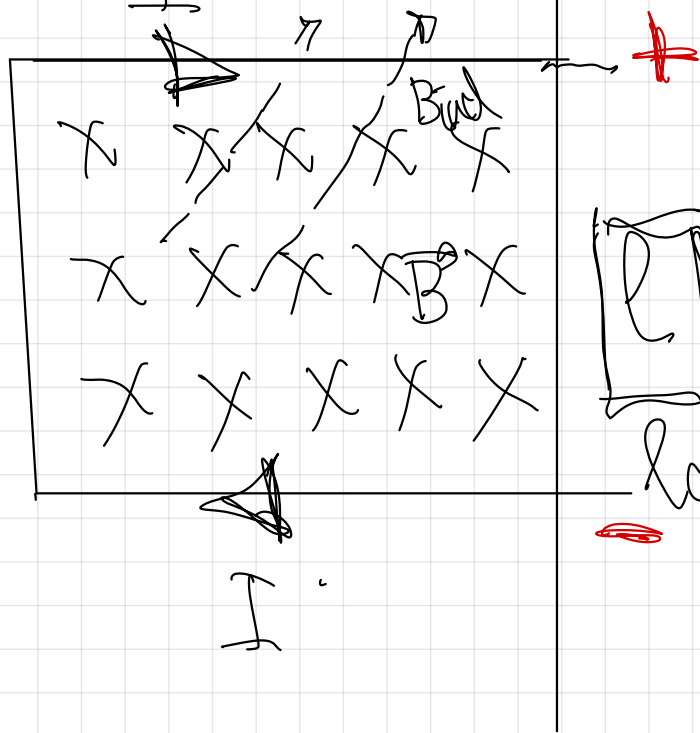
Bind



$$E = - \frac{d\Phi}{dt} = - Blv(v)$$

$$l' = \sqrt{1 - v^2/c^2} \cdot l$$

$$v = \frac{x}{t} \Rightarrow x = vt$$



$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \theta$$

$$\Phi = B \cdot (l \times [l' - vt])$$

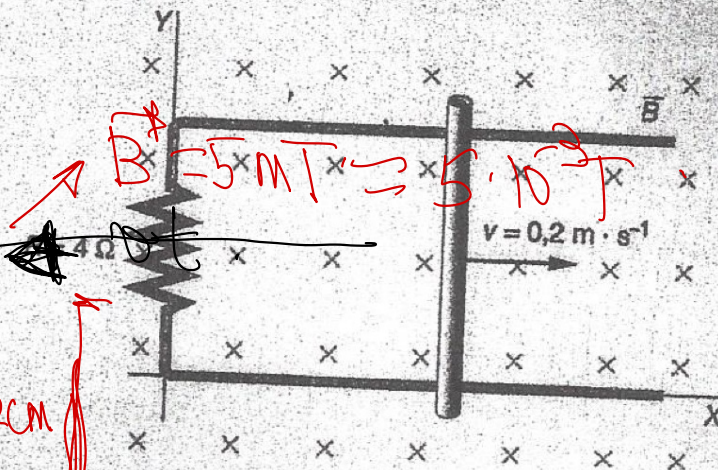
$$\Phi = B(l l' - l v t)$$

$$\Phi = B l l' - B l v t$$

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = + B l v$$

3

Una varilla conductora desliza sin rozamiento con una velocidad de $0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ sobre unos raíles también conductores separados 2 cm , tal y como se indica en la figura. El sistema se encuentra en el seno de un campo magnético constante de 5 mT , perpendicular y entrante al plano definido por la varilla y los raíles. Sabiendo que la resistencia del sistema es de 4Ω , determina:



- El flujo magnético en función del tiempo a través del circuito formado por la varilla y los raíles, y el valor de la fuerza electromotriz inducida en la varilla.
- La intensidad y el sentido de la corriente eléctrica inducida.

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \frac{\pi}{2}$$

$$\Phi = B \cdot [l \cdot (l' + vt)]$$

$$\Phi = B[l l' + l vt]$$

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

$$\mathcal{E} = -Blv$$

$$\mathcal{E} = -5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,02 \text{ m} \cdot 0,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Phi = B l l' + B l v t$$

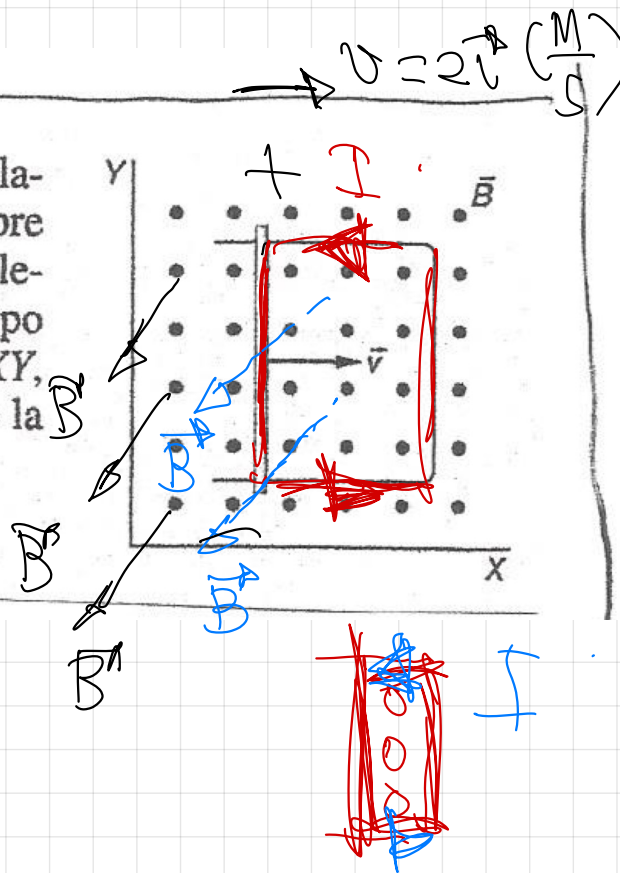
$$\mathcal{E} = -2 \cdot 10^{-5} \text{ V.}$$



$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{2 \cdot 10^{-5} \text{ V.}}{4 \Omega} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ A.}$$

2

Una varilla metálica de 1 m de longitud se desplaza con una velocidad constante $v = 2 \cdot \vec{i}$ m/s, sobre un alambre metálico doblado en forma de U paralelo al plano XY . En la región hay definido un campo magnético $\vec{B} = 0,4 \cdot \vec{k}$ (T) perpendicular al plano XY , según se indica en la figura adjunta. ¿Cuánto vale la f.e.m. inducida en el circuito?



$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \theta$$

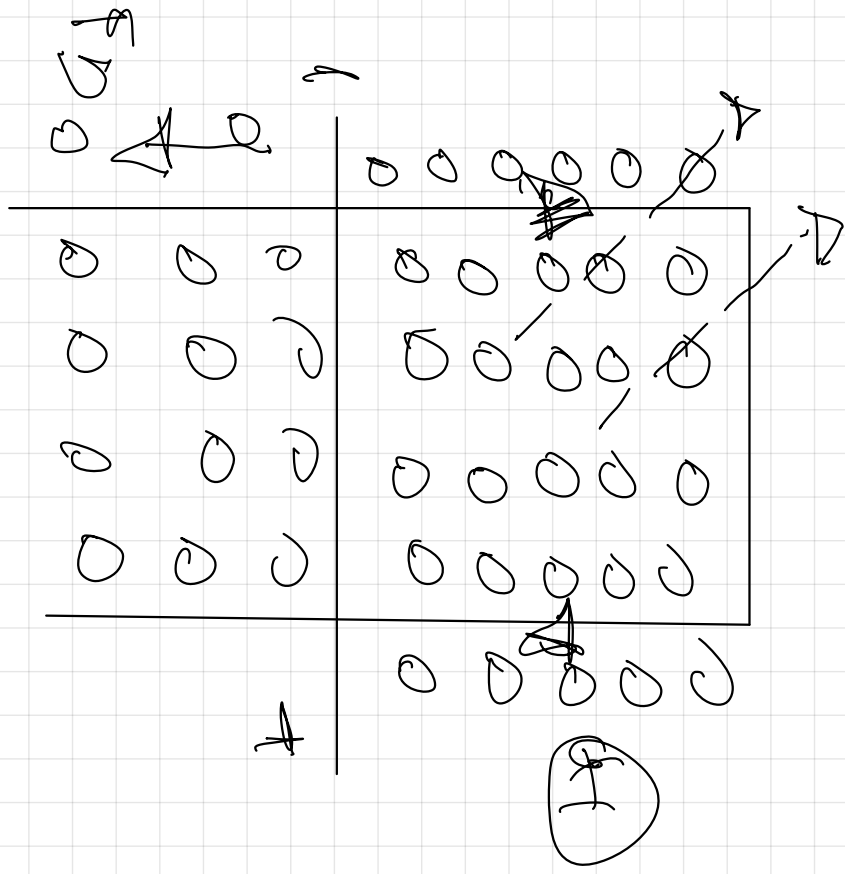
$$\Phi = B \cdot (l \times [l' - vt])$$

$$\Phi = B (ll' - lvt)$$

$$\Phi = Bll' - Blvt$$

$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = +Blv = 0.4 \cdot 1 \cdot 2$$

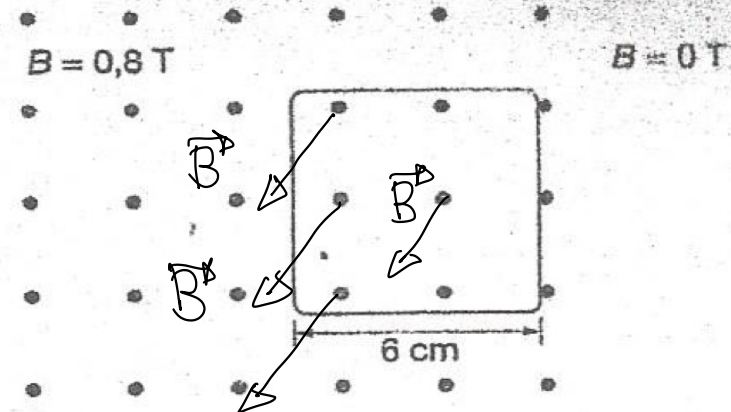
$$\boxed{\mathcal{E} = 0.8 \text{ V}}$$



4

Una espira cuadrada de 6 cm de lado está en el interior de un campo magnético uniforme (véase la figura en la página siguiente). Sabiendo que el valor del campo magnético B (perpendicular al papel y dirigido hacia afuera) es de 0,8 T, determina el valor de la f.e.m. inducida e indica el sentido de la corriente en la espira en los siguientes casos:

- El valor del campo magnético se duplica en 4 segundos.
- El campo magnético cambia de sentido en 2 segundos.
- La espira se mueve hacia la derecha con una velocidad de 2 cm/s durante 1 s.



a) $B = 0,8 \text{ T} \cdot 6 \text{ cm}$

$\Delta t = 4 \text{ s.}$

$S = l \times l.$

$\varphi = 0^\circ.$

$S = 36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

$B' = 1,6 \text{ T}$

B_{ind}

I

NORMAL

$$\Phi_{\text{initial}} = B \cdot S \cdot \cos \theta$$

$$\epsilon = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\Phi_{\text{final}} = B' \cdot S \cdot \cos \theta$$

$$\Phi_{\text{initial}} = 0.87 \cdot 36 \cdot 10^{-4}$$

$$\Phi_{\text{final}} = 1.67 \cdot 36 \cdot 10^{-4}$$

$$\Phi_{\text{initial}} = 2.88 \cdot 10^{-3} \text{ Vs}$$

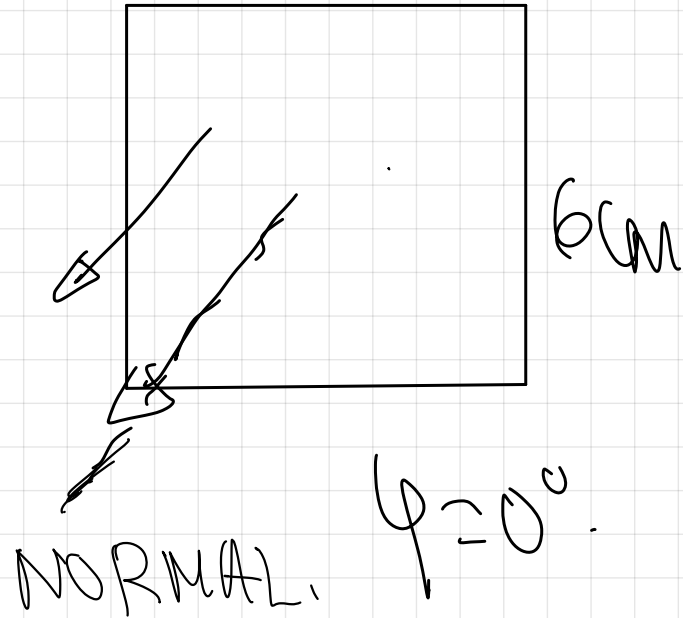
$$\Phi_{\text{final}} = 5.76 \cdot 10^{-3} \text{ Vs}$$

$$\epsilon_{\text{media}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi_{\text{final}} - \Phi_{\text{initial}}}{\Delta t}$$

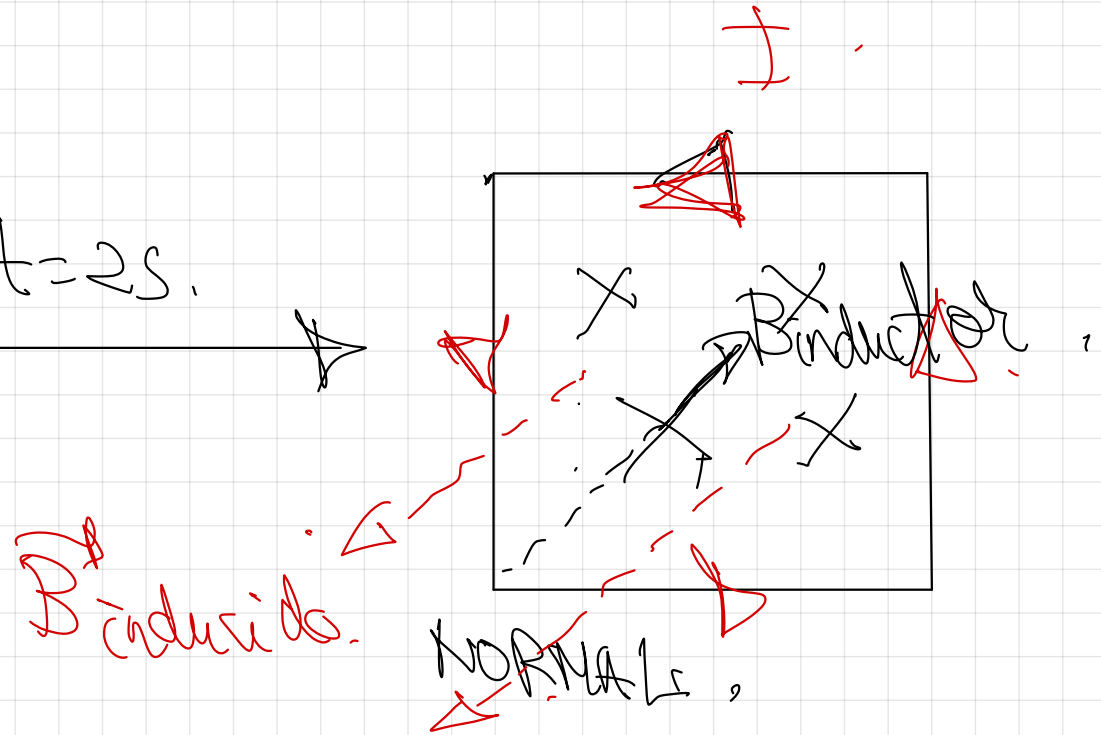
$$\epsilon_{\text{media}} = - \frac{(5.76 \cdot 10^{-3} - 2.88 \cdot 10^{-3})}{\Delta t}$$

$$\epsilon_{\text{media}} = 7.2 \cdot 10^4 \text{ V/s}$$

b) $B = 0.8 \text{ T} \cdot 6 \text{ cm}$



$\Delta t = 2 \text{ s}$



$\Phi_{\text{initial}} = B \cdot S \cdot \cos 0^\circ$

$\Phi_{\text{inc}} = 0.8 \text{ T} \cdot 36 \cdot 10^{-4}$

$\Phi_{\text{initial}} = 2.88 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$

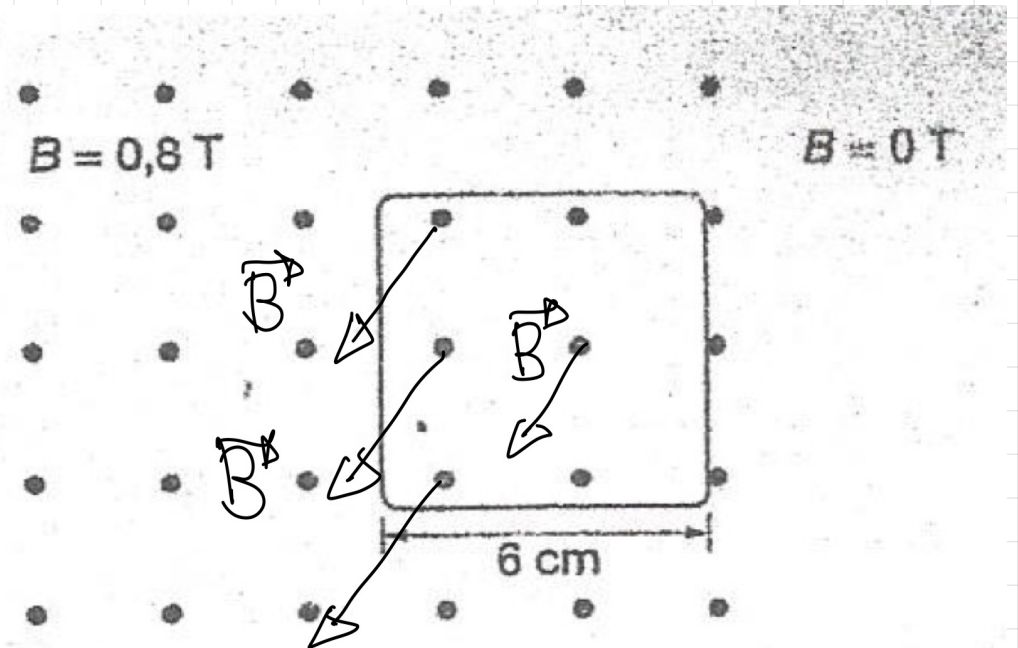
$\Phi_{\text{final}} = B \cdot S \cdot \cos 180^\circ$

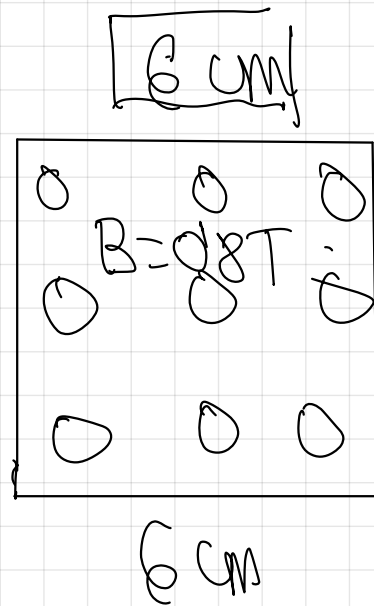
$\Phi_{\text{final}} = -0.8 \text{ T} \cdot 36 \cdot 10^{-4}$

$\Phi_{\text{final}} = -2.88 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi_{\text{final}} - \Phi_{\text{inicial}}}{\Delta t} \\ &= - \frac{[-2,88 \cdot 10^{-3}] - 2,88 \cdot 10^{-3}}{2} = 2,88 \cdot 10^{-3} \text{ V} \end{aligned}$$

- El valor del campo magnético se duplica en 4 segundos.
- El campo magnético cambia de sentido en 2 segundos.
- La espira se mueve hacia la derecha con una velocidad de 2 cm/s durante 1 s.





$$v = 2 \text{ cm/s}$$

$$\rightarrow$$

$$t = 1 \text{ s.}$$

$$v = \frac{S}{t}$$

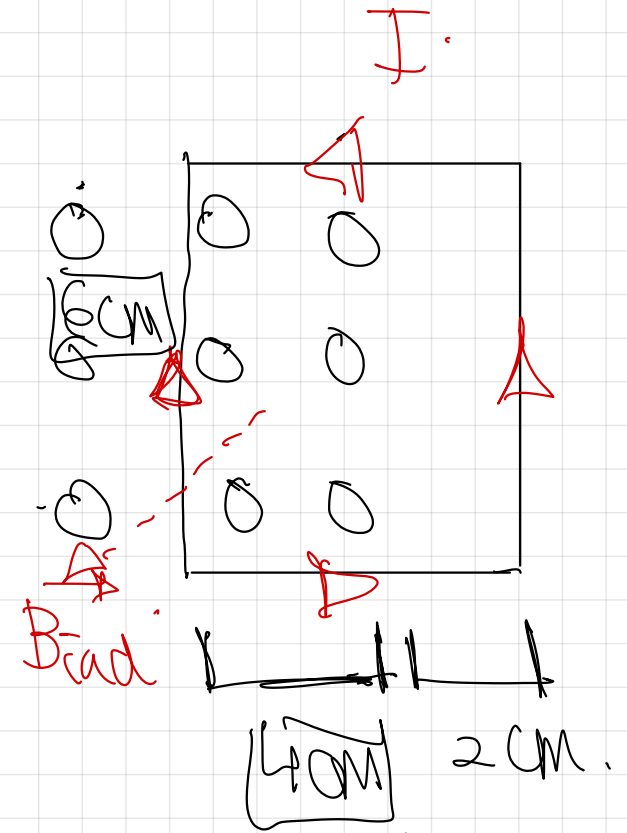
$$S = v \cdot t = 2 \text{ cm} \cdot 1 \text{ s}$$

$$\underline{S = 2 \text{ cm}}$$

$$\Phi_{\text{inicial}} = 2.88 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$\epsilon = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi_{\text{final}} - \Phi_{\text{inicial}}}{\Delta t}$$

$$= - \frac{1.92 \cdot 10^{-3} - 2.88 \cdot 10^{-3}}{1 \text{ s}} = 9.6 \cdot 10^{-4} \text{ V}$$



$$\Phi_{\text{final}} = B \cdot S'$$

$$\Phi_{\text{final}} = 0.8 \text{ T} \cdot [4 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 6 \cdot 10^{-2} \text{ m}]$$

$$\Phi_{\text{final}} = 1.92 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

pag 106 del libro.

60.- Una espira cuadrada, de 30 cm de lado, se mueve con una velocidad constante de 10 m s^{-1} y penetra en un campo magnético de 0,05 T perpendicular al plano de la espira.

- a) Explique, razonadamente, qué ocurre en la espira desde que comienza a entrar en la región del campo hasta que toda ella está en el interior del campo. ¿Qué ocurriría si la espira, una vez en el interior del campo, saliera del mismo?
- b) Calcule la fuerza electromotriz inducida en la espira mientras está entrando en el campo.

a)

$v = 10 \text{ m/s}$ $B = 0,05 \text{ T}$

30 cm →

I

B_{ind}

$S = 9 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$

b)

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \theta$$

initial.

$$\Phi_{\text{initial}} = 0 \text{ Wb}$$

$$\Phi_{\text{final}} = B \cdot S \cdot \cos \theta$$

$$\Phi_{\text{final}} = 0.05 \text{ T} \cdot 9 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$\Phi_{\text{final}} = 4.5 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$v = \frac{s}{t}$$

$$t = \frac{s}{v} = \frac{0.3 \text{ m}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$t = 0.03 \text{ s}$$

$$\epsilon = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi_{\text{final}} - \Phi_{\text{initial}}}{\Delta t} = - \frac{4.5 \cdot 10^{-3} - 0}{0.03 \text{ s}}$$

$$\epsilon_{\text{media}} = -0.15 \text{ V}$$

58.- Un campo magnético, cuyo módulo viene dado por: $B = 2 \cos 100t$ (S.I.), forma un ángulo de 45° con el plano de una espira circular de radio $R = 12$ cm.

a) Calcule la fuerza electromotriz inducida en la espira en el instante $t = 2$ s.

b) ¿Podría conseguirse que fuera nula la fuerza electromotriz inducida girando la espira?

Razone la respuesta.

$$B = 2 \cdot \cos(100t) \text{ (S.I.)}$$

$$R = 12 \text{ cm}$$

$$S = \pi R^2$$

$$S = \pi \cdot (0.12 \text{ m})^2$$

$$S = 0.045 \text{ m}^2$$



$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos 45^\circ$$

$$\Phi = 2 \cdot \cos(100t) \pi \cdot 0.045 \text{ m}^2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\Phi = 0.064 \cdot \cos(100t) \text{ (S.I.)} \left(\frac{\text{Wb}}{\text{T}} \right)$$

$$E_{\text{instantanea}} = - \frac{d\Phi}{dt} = -0.064 \cdot [-\sin(100t)] = 100.$$

$$E = 6.4 \cdot \sin(100t) \text{ (SI) (V)}$$

$$E(t=2s) = 6.4 \cdot \sin(100 \cdot 2) \text{ SI (V)}$$

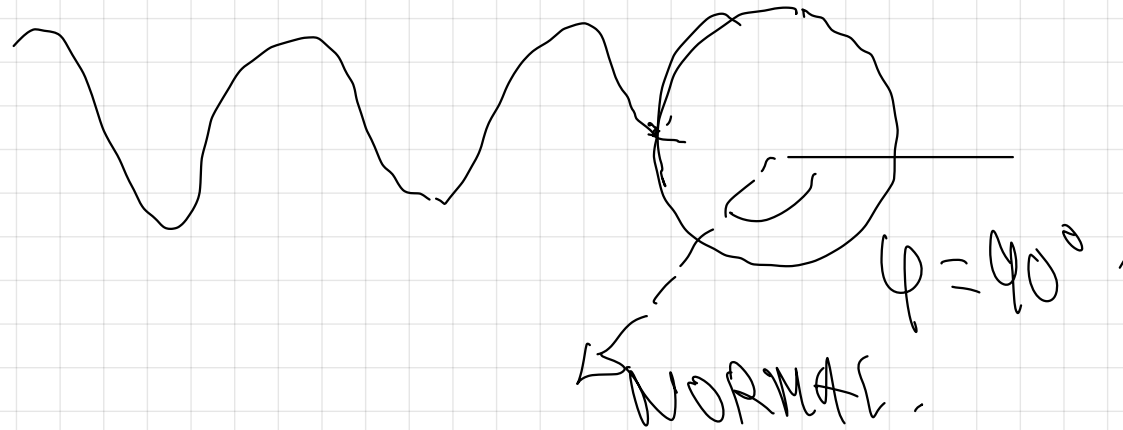
$$E(t=2s) = 6.4 \cdot \sin(5732^\circ)$$

$$\boxed{E(t=2s) = -5.58 \text{ V}}$$

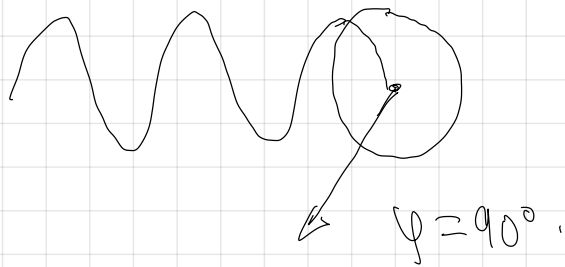
$$\begin{aligned} &\rightarrow 10j0! \sin(200 \text{ rad}) \\ &\quad \swarrow 6.28 \text{ rad} \\ &2\pi \text{ rad} \rightarrow 360^\circ \\ &200 \text{ rad} \rightarrow x \end{aligned}$$

$$x = 5732^\circ$$

b)



$$B = 2 \text{ W (root) (SI)}$$



$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \varphi = 0, \quad \text{no value,} \quad E = 0,$$

61.- Considere las dos experiencias siguientes: i) un imán frente a una espira con un amperímetro y ii) la espira con amperímetro frente a otra espira con un generador de corriente eléctrica y un interruptor:

a) Copie y complete el cuadro siguiente:

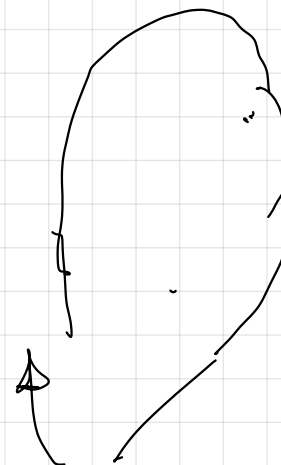
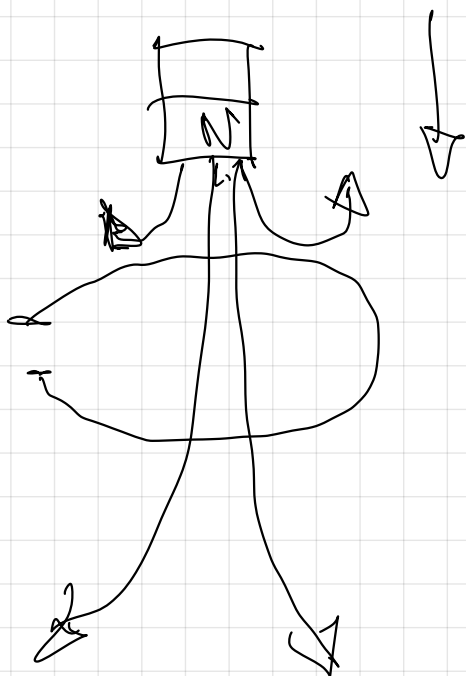
		¿Existe B en la espira?	¿Varía el flujo magnético a través de la espira?	¿Existe corriente inducida en la espira?
i)	imán acercándose	SI.	SI.	SI.
	imán quieto	SI.	NO	NO.
	imán alejándose	SI.	SI	SI.
ii)	interruptor abierto	NO.	NO	NO.
	interruptor cerrado	SI	NO*	NO*.
	Al abrir o cerrar el interruptor	SI.	SI.	SI.

b) A partir de los resultados del cuadro anterior razone, con la ayuda de esquemas, la causa de la aparición de corriente inducida en la espira

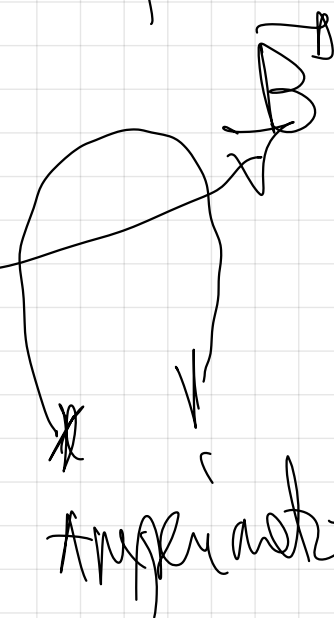
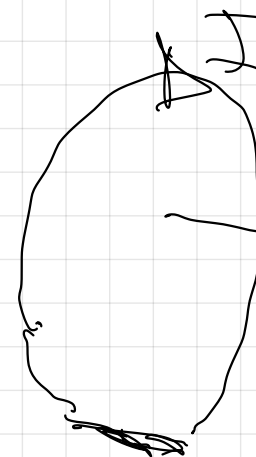
Corriente alterna

SI. SI SI

Ampere meter



Ampere meter



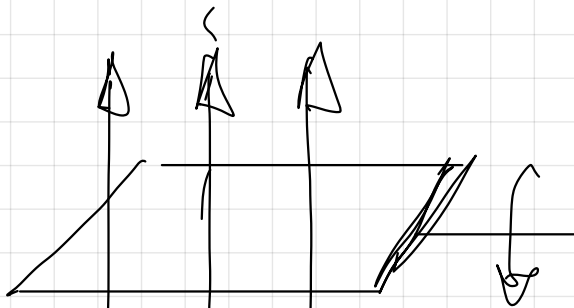
Ampere meter

62.- Una espira conductora de 40 cm^2 se sitúa en un plano perpendicular a un campo magnético uniforme de $0,3\text{T}$

a) Calcule el flujo magnético a través de la espira y explique cuál sería el valor del flujo si se girara la espira un ángulo de 60° en torno a un eje perpendicular al campo

b) Si el tiempo invertido es de $3 \cdot 10^{-2}\text{s}$, ¿cuánto vale la fuerza electromotriz media inducida en la espira?. Explique qué habría ocurrido si la espira se hubiese girado en sentido contrario.

NORMAL.

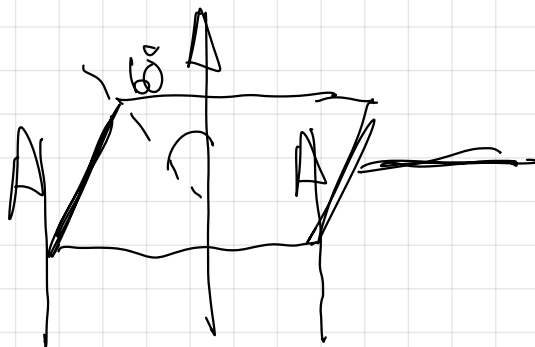


$$40 \text{ cm}^2 \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{10^4 \text{ cm}^2} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\Phi_{\text{inicial}} = B \cdot S \cdot \cos 0^\circ$$

$$\Phi_{\text{inicial}} = 0,3\text{T} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\Phi_{\text{inicial}} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$



$$\Phi_{\text{final}} = B \cdot S \cdot \cos 60^\circ$$

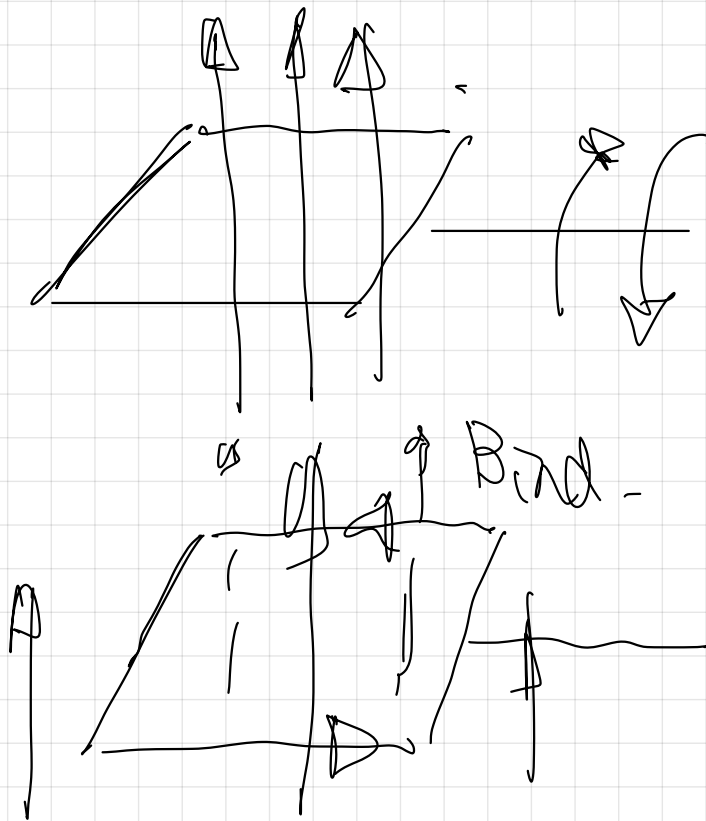
$$\Phi_{\text{final}} = 0,3\text{T} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5$$

$$\Phi_{\text{final}} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ Wb.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{medida}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{6 \cdot 10^{-4} \text{ Wb} - 12 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}}{3 \cdot 10^{-2} \text{ s}} = 0.02 \text{ V.}$$

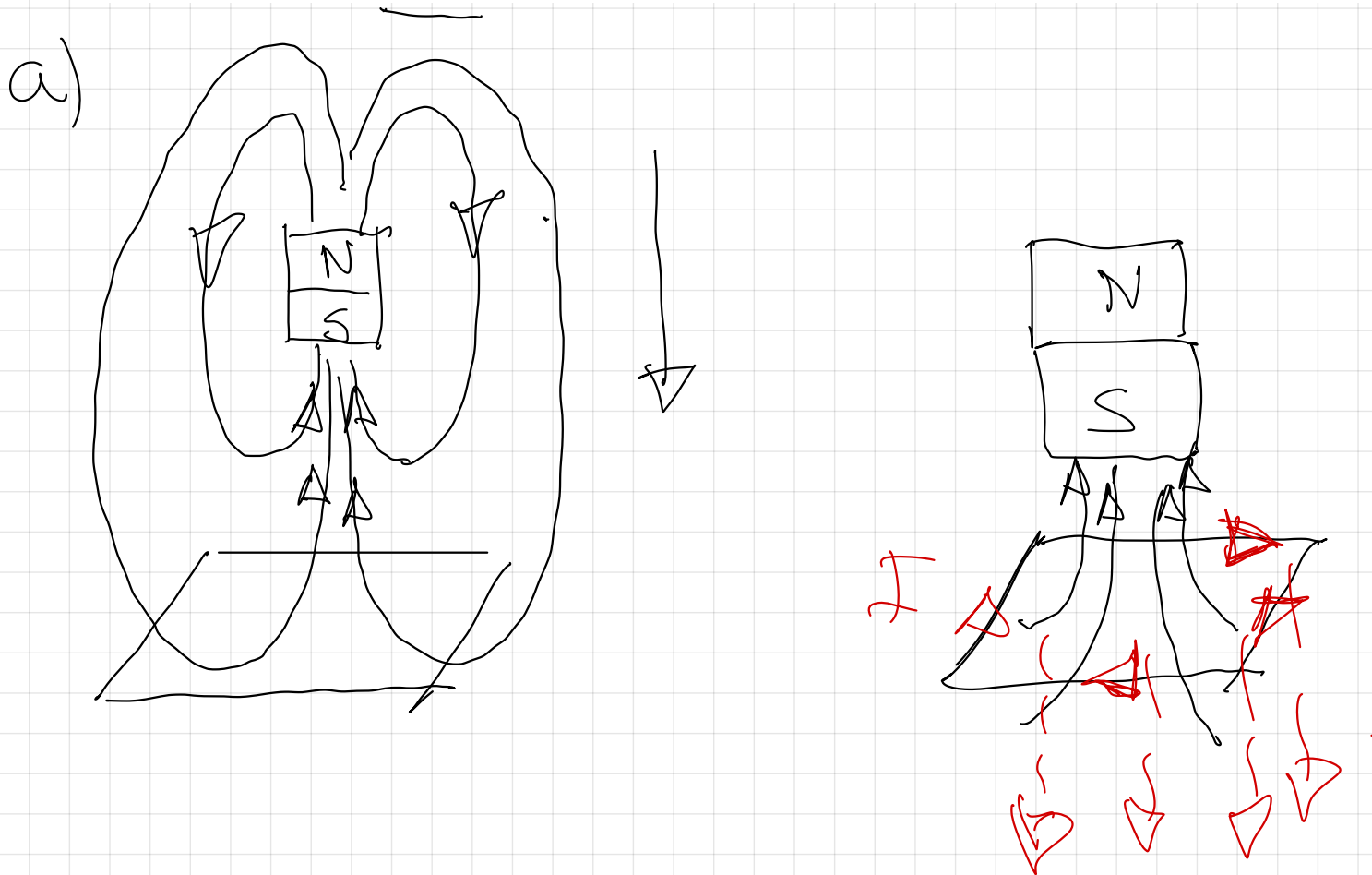


Se generaría una corriente inducida en el mismo sentido que la anterior.

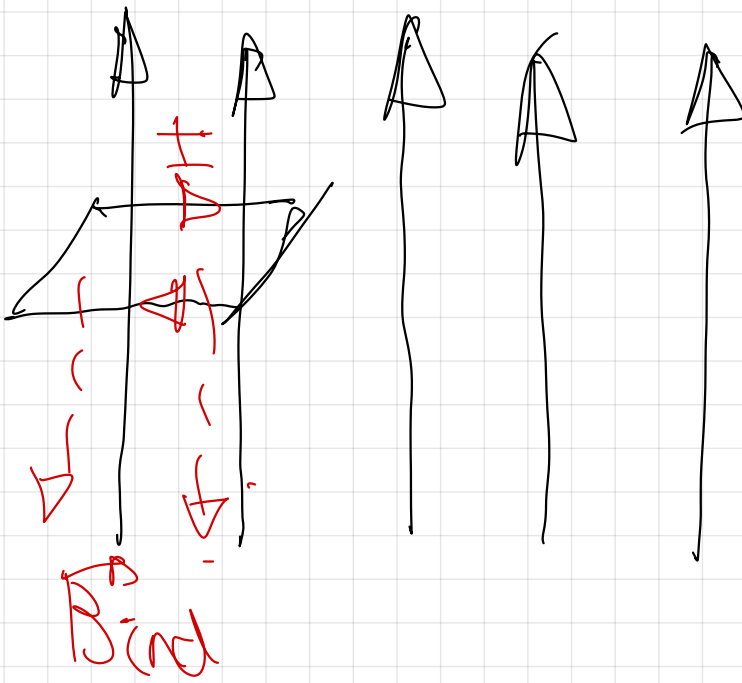


63.- Justifique razonadamente, con la ayuda de un esquema, el sentido de la corriente inducida en una espira en cada uno de los siguientes supuestos:

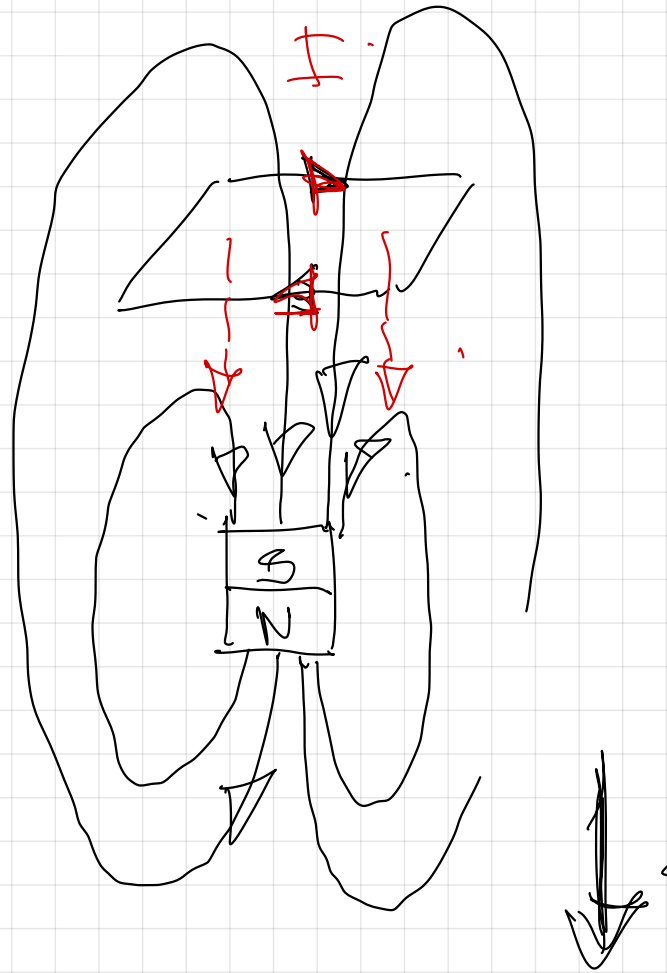
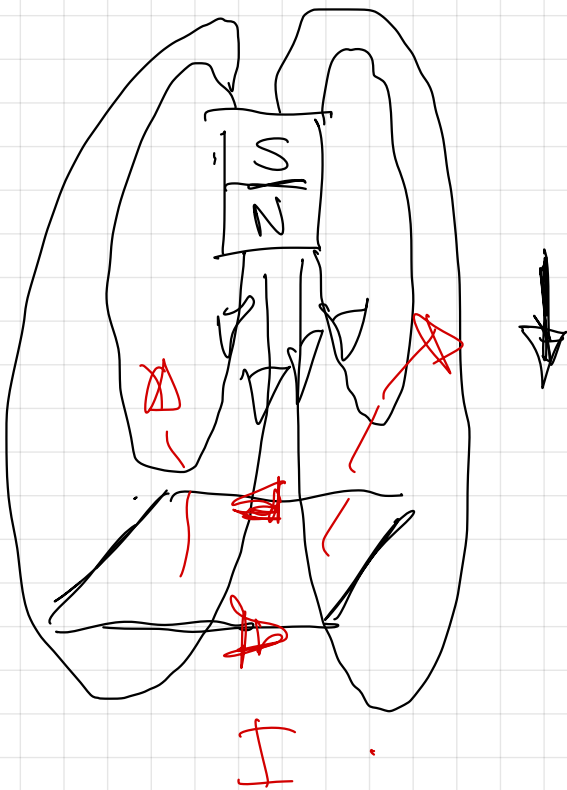
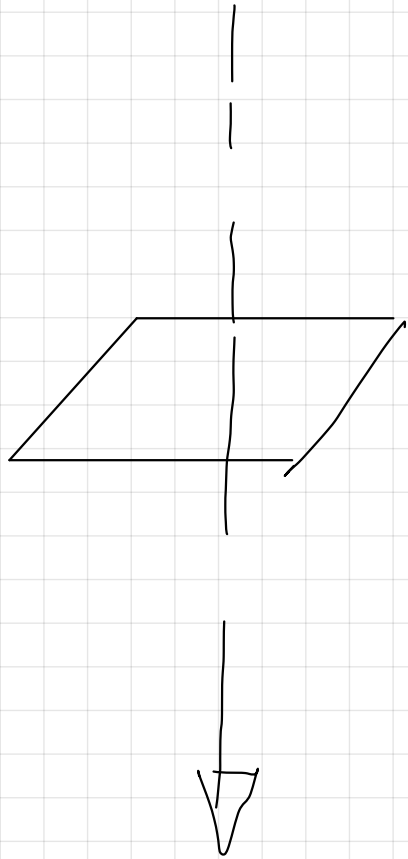
- a) La espira está en reposo y se le acerca, perpendicularmente al plano de la misma, un imán por su polo sur
- b) La espira está penetrando en una región en la que existe un campo magnético uniforme, vertical y hacia arriba, manteniéndose la espira horizontal



b)



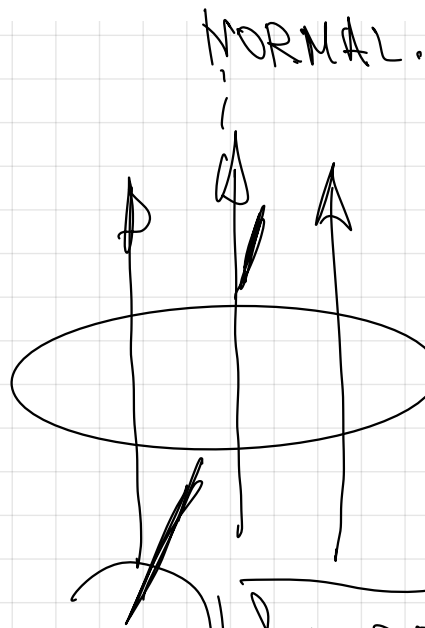
Aperte.



66.- Una espira de 10 cm de radio se coloca en un campo magnético uniforme de 0,4 T y se hace girar con una frecuencia de 20 Hz. En el instante inicial, el plano de la espira es perpendicular al campo:

a) Escribe la expresión del flujo magnético que atraviesa la espira en función del tiempo y determina el valor máximo de la f.e.m inducida.

b) Explica cómo cambiarían los valores máximos del flujo magnético y la f.e.m inducida si se duplicase el radio de la espira. ¿Y si se duplicara la frecuencia de giro?



$$f = 20 \text{ Hz}$$

$$\omega = \frac{\varphi}{t} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \varphi \quad \varphi = \omega t$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\omega t)$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(2\pi f t)$$

$$\Phi = 0,4 \cdot \pi \cdot (0,1)^2 \cdot \cos(40\pi t) \text{ (SI)}$$

$$\Phi = 1,25 \cdot 10^{-2} \cdot \cos(40\pi t) \text{ (SI)}$$

$$\omega = 2\pi \cdot \frac{1}{T}$$

$$\boxed{\omega = 2\pi f}$$

leg de Faraday - law:

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = - B \cdot S \cdot [-\sin(2\pi f t)] \cdot 2\pi f$$

$$\mathcal{E} = \boxed{B \cdot S \cdot 2\pi f} \cdot \sin(2\pi f t)$$

$$\mathcal{E}_{\max} = \pm B S \cdot 2\pi f = \pm 1,57 \text{ V}$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(2\pi f t)$$

$$\Phi_{\max} = B \cdot \pi r^2$$

$$\Phi' = B \cdot \pi (2r)^2$$

$$r' = 2r$$

$$\Phi' = 4 \Phi$$

se multiplica -

$$E_{\max} = \pm B \cdot S \cdot 2\pi f$$

$$E_{\max} = \pm B \cdot \pi r^2 \cdot 2\pi f$$

$$r' = 2r$$

$$E'_{\max} = 4 E_{\max}$$

$$\epsilon_{\max} = \pm B \cdot (2\pi)^2 2\pi f$$

Si se duplica la f de giro.

$$\Phi_{\max} = B \cdot S$$

$$\Phi'_{\max} = \Phi_{\max}$$

$$\epsilon_{\max} = \pm B S \omega = \pm B S 2\pi f$$

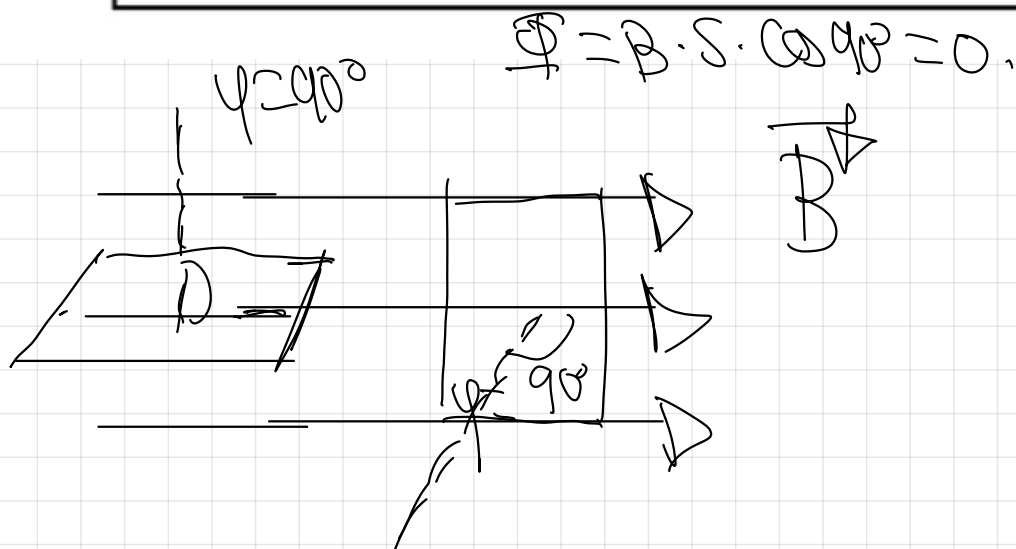
$$\epsilon'_{\max} = \pm B S 2\pi 2f$$

$$\epsilon'_{\max} = 2 \epsilon_{\max}$$

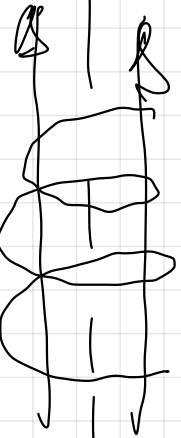
a) Responda razonadamente a las siguientes cuestiones: i) ¿Puede ser nulo el flujo magnético a través de una espira colocada en una región en la que existe campo magnético?; ii) El hecho de que la f.e.m. inducida en una espira sea nula en un instante determinado, ¿implica que no hay flujo magnético en la espira en ese instante?.

b) Una bobina formada por 100 espiras circulares de radio 5 cm está situada en el interior de un campo magnético uniforme dirigido en la dirección del eje de la bobina y de módulo $B(t) = 0'1 - 0'1t^2$ (S.I.). Determine razonadamente: i) el flujo magnético en la bobina para $t = 2$ s; ii) la fuerza electromotriz inducida en la bobina para $t = 2$ s; iii) el instante de tiempo en el que la fuerza electromotriz inducida es nula.

FISICA. 2024. JUNIO. EJERCICIO B1



✓ Puede haber flujo magnético zero no cambia -

$$B(t) = 0.1 - 0.1 t^2 \quad (s^{-1})$$


$$\Phi_{\text{spring}} = N \cdot B \cdot S \cdot \cos \theta$$

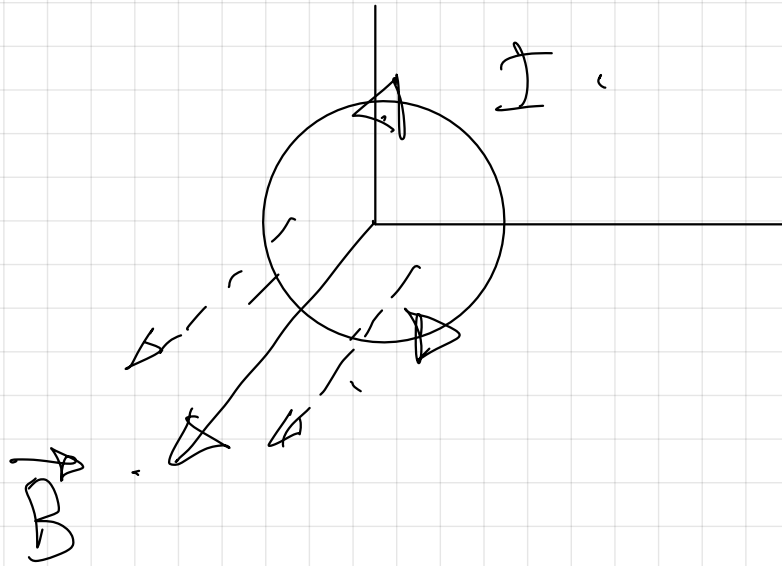
$$\Phi_{\text{spring}} = N \cdot [0.1 - 0.1 t^2] \cdot \pi r^2$$

$$t = 2s \rightarrow$$

(65), (32), (59)

la espira en reposo.

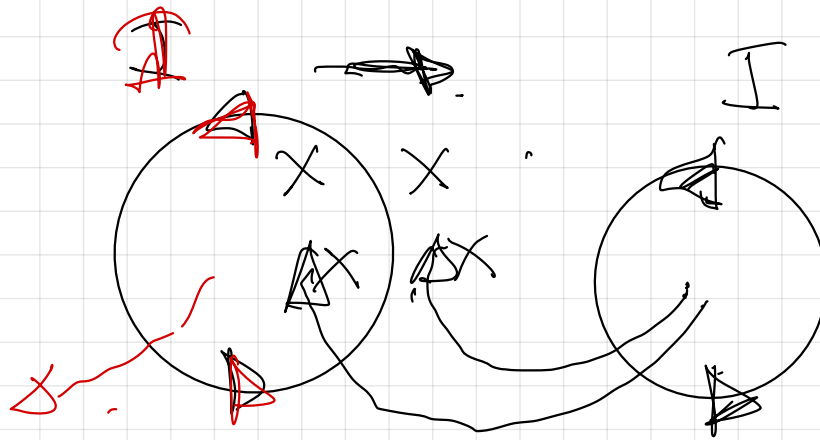
b) Una espira circular de 5 cm de radio se encuentra situada en el plano XY. En esa región del espacio existe un campo magnético dirigido en la dirección positiva del eje Z. Si en el instante inicial el valor del campo es de 5 T y a los 15 s se ha reducido linealmente a 1 T, calcule: (i) El cambio de flujo magnético producido en la espira en ese tiempo; (ii) la fuerza electromotriz inducida; (iii) la intensidad de corriente que circula por ella si la espira tiene una resistencia de 0,5 Ω .



$$\begin{aligned} t=0 &\Rightarrow \boxed{B=5\text{ T}} \\ t=15\text{ s} &\Rightarrow \boxed{B=1\text{ T}} \end{aligned}$$

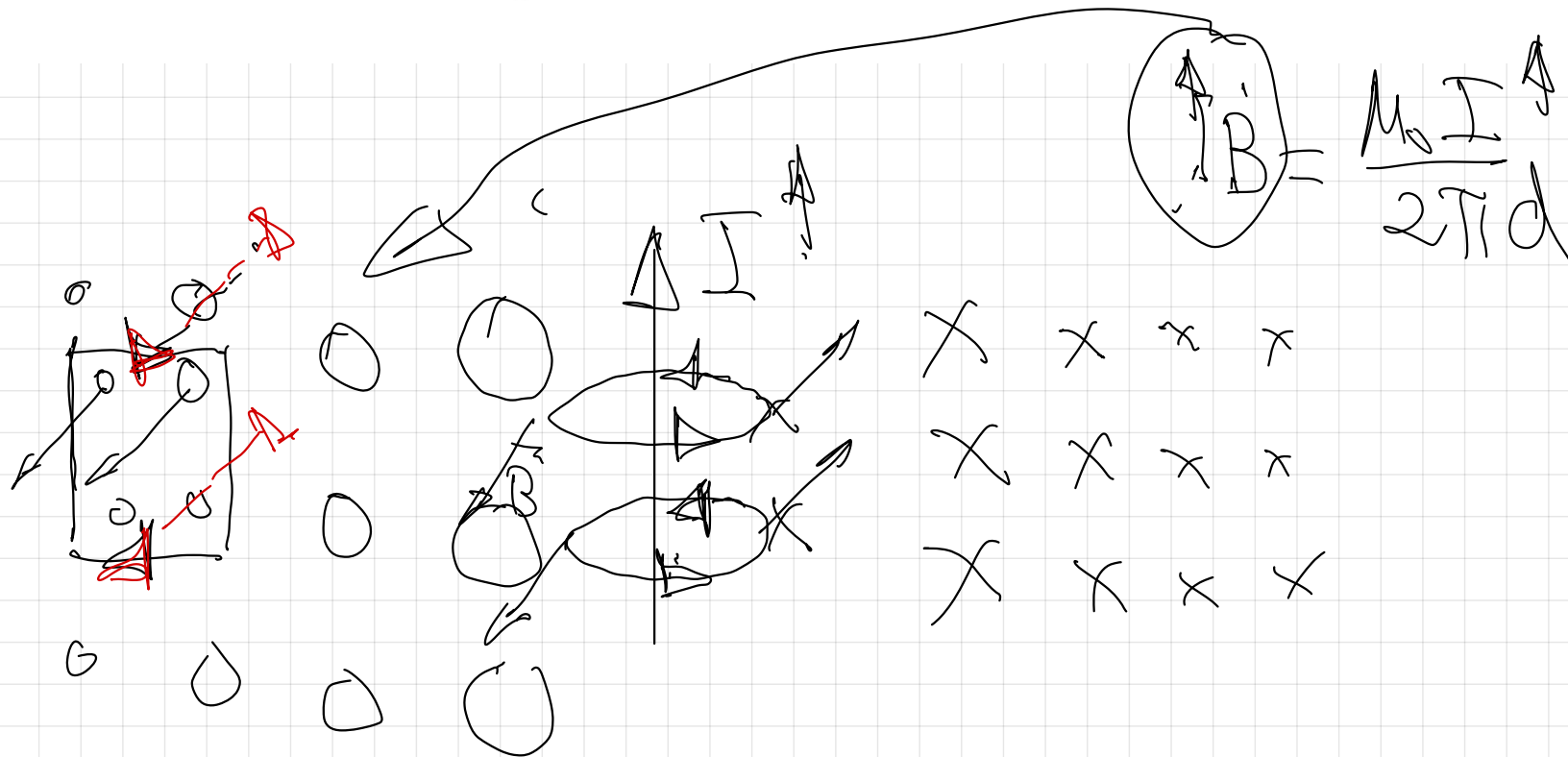
Una flecha vertical hacia abajo indica la disminución del campo magnético.

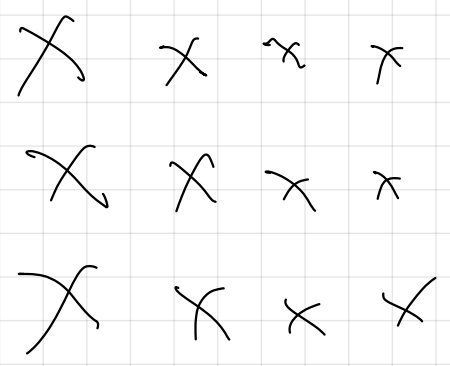
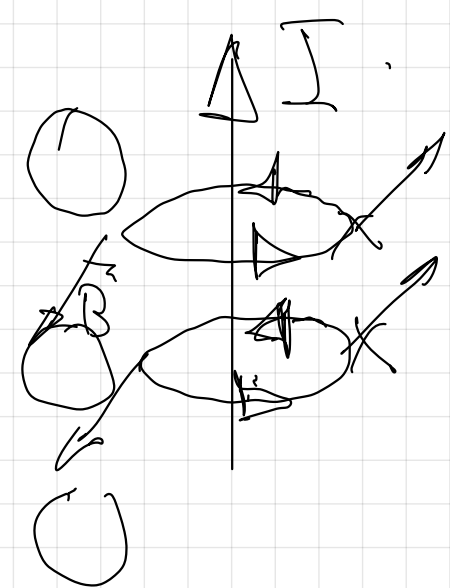
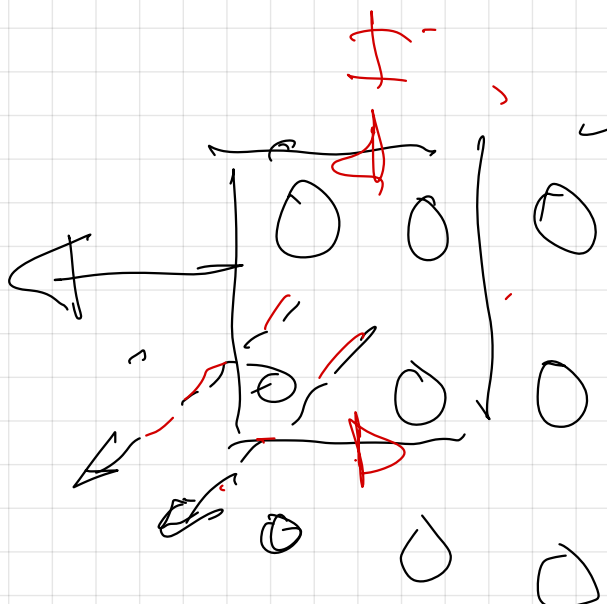
1) (18-R) a) Una espira circular por la que circula una cierta intensidad de corriente se encuentra en reposo en el plano XY. Otra espira circular situada en el mismo plano XY se acerca con velocidad constante. Justifique si se inducirá una corriente eléctrica en la espira en movimiento y, en caso afirmativo, explique cuál será la dirección y sentido de la misma. Repita los razonamientos para el caso en que la espira en movimiento se aleje de la espira en reposo.



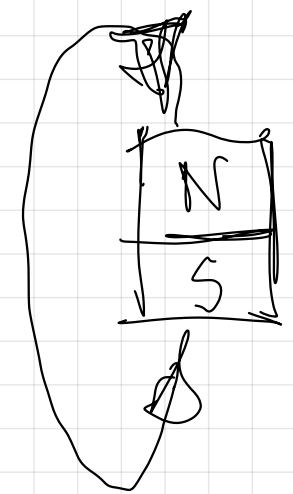
59.- Una espira cuadrada está cerca de un conductor, recto e indefinido, recorrido por una corriente I . La espira y el conductor están en un mismo plano. Con ayuda de un esquema, razone en qué sentido circula la corriente inducida en la espira:

- Si se aumenta la corriente en el conductor.
- Si, dejando constante la corriente en el conductor, la espira se aleja de éste manteniéndose en el mismo plano.





$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} \hat{A}$$

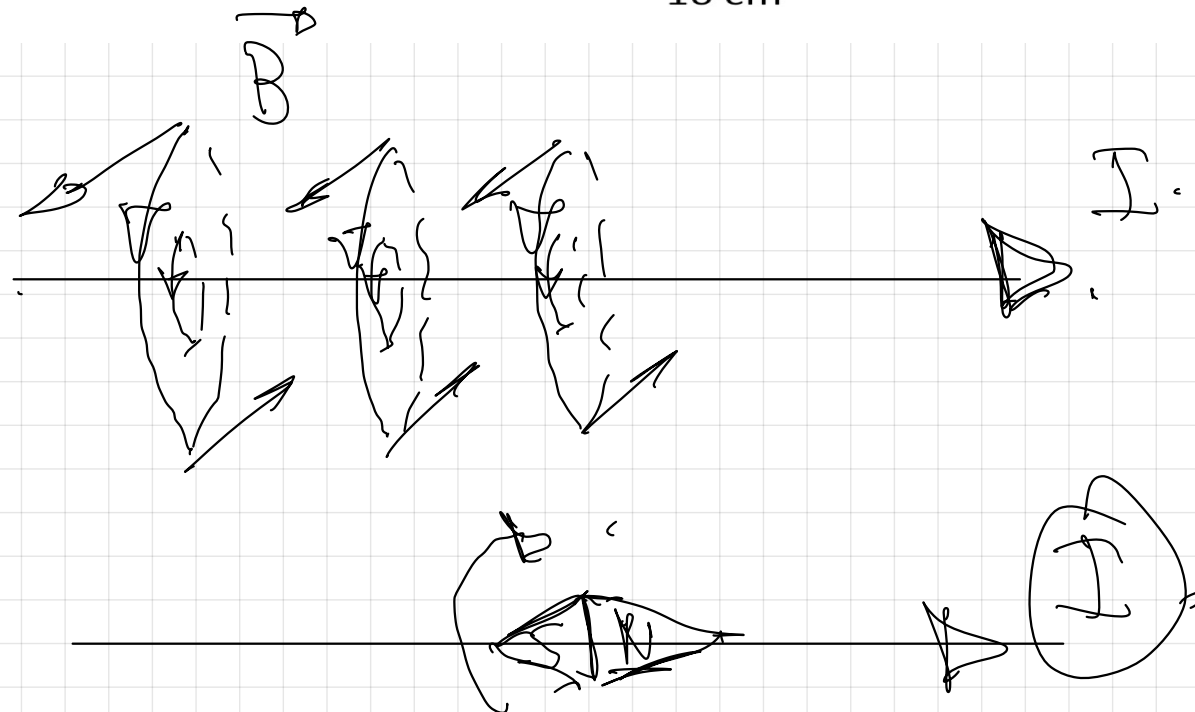
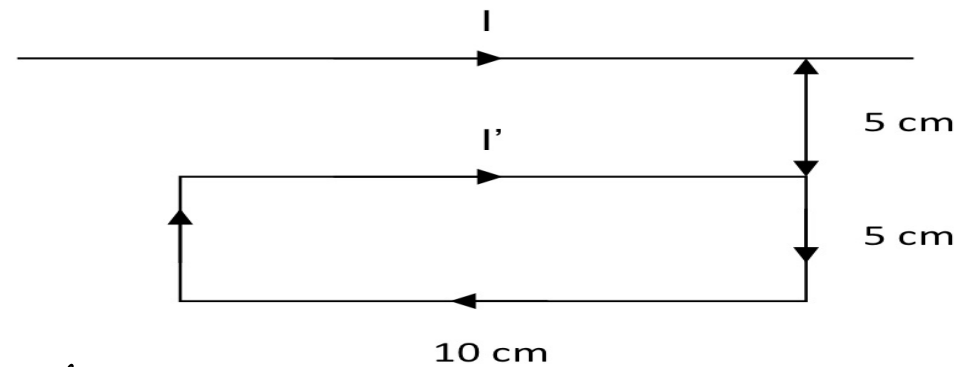


32.- Por un conductor rectilíneo de gran longitud circula una intensidad de corriente de $I=2\text{ A}$

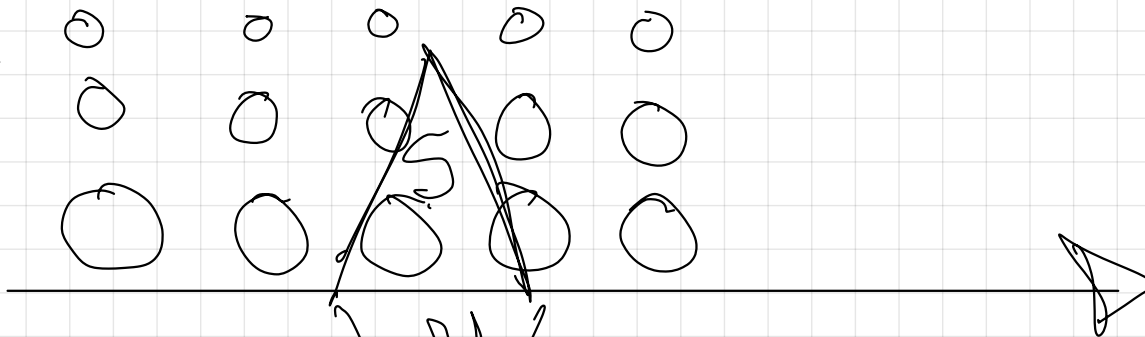
a) Dibuja las líneas del campo magnético creado por esta corriente. Si en las proximidades del conductor situamos una brújula que puede orientarse libremente en cualquier dirección. ¿Cómo se orientará?

b) Situamos junto al conductor anterior una espira rectangular rígida por la que circula una corriente $I'=1\text{ A}$, tal y como se indica en la figura. Calcula la fuerza (módulo y orientación) que ejercerá el anterior conductor sobre cada uno de los dos lados de la espira paralelos a él

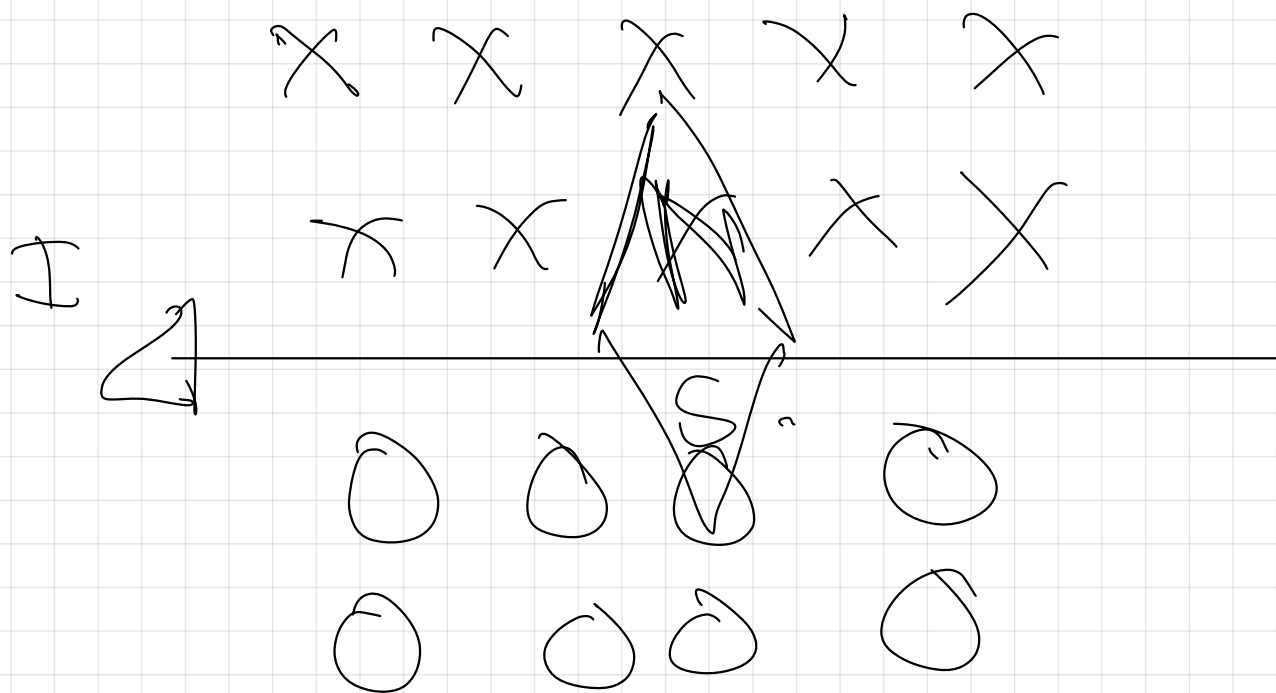
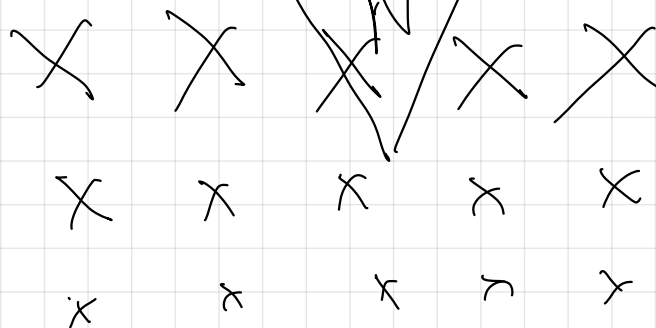
$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$$



CARA NORTE



CARA SUR

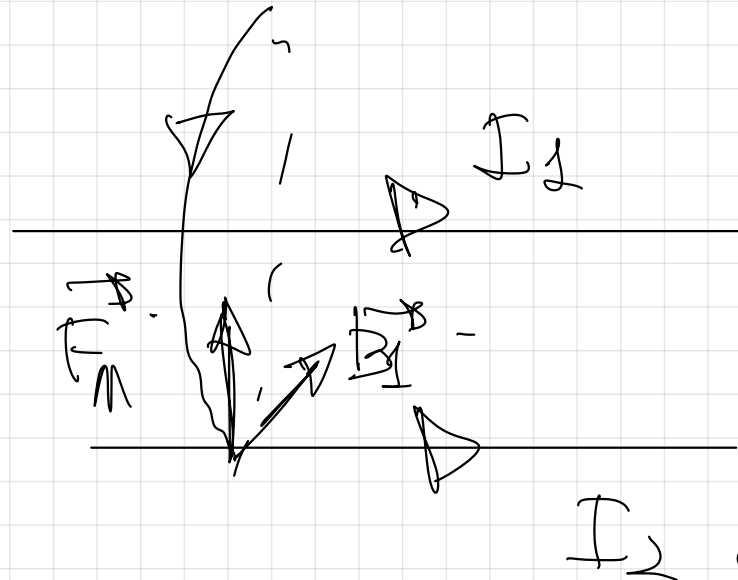
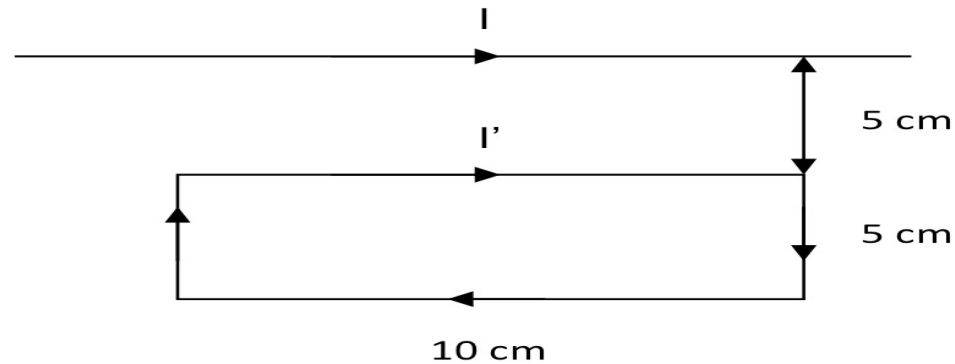


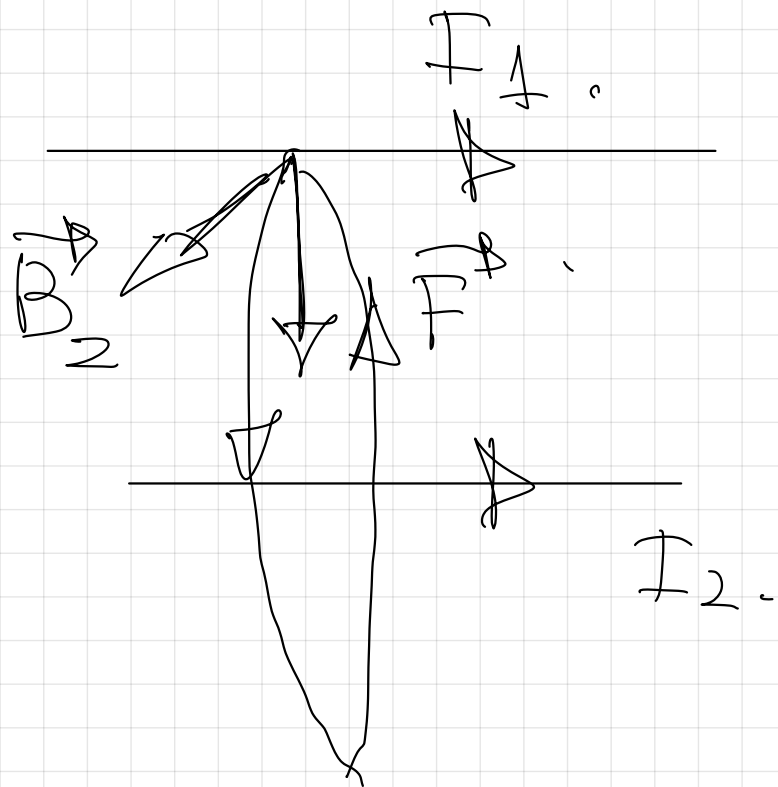
32.- Por un conductor rectilíneo de gran longitud circula una intensidad de corriente de $I=2\text{ A}$

a) Dibuja las líneas del campo magnético creado por esta corriente. Si en las proximidades del conductor situamos una brújula que puede orientarse libremente en cualquier dirección. ¿Cómo se orientará?

b) Situamos junto al conductor anterior una espira rectangular rígida por la que circula una corriente $I'=1\text{ A}$, tal y como se indica en la figura. Calcula la fuerza (módulo y orientación) que ejercerá el anterior conductor sobre cada uno de los dos lados de la espira paralelos a él

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





165 (19-E) a) Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones: i) Si las intensidades de corriente que circulan por dos conductores rectilíneos, indefinidos, paralelos y separados por una distancia, d , ~~se duplican~~ también se duplicará la fuerza por unidad de longitud que actúa sobre cada conductor. ii) Si lo que se duplicase fuese la distancia, entonces, la fuerza por unidad de longitud que actúa sobre cada conductor se reduciría a la mitad.

b) Por un hilo conductor situado paralelo al ecuador terrestre pasa una corriente eléctrica que lo mantiene suspendido en esa posición debido al magnetismo de la Tierra. Sabiendo que el campo magnético es paralelo a la superficie y vale $5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ y que el hilo tiene una densidad longitudinal de masa de $4 \cdot 10^{-3} \text{ g/m}$, calcule la intensidad de corriente que debe circular por el conductor ayudándose del esquema correspondiente.

$$g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$$

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 \cdot l}{2\pi d}$$

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$$

$$\left(\frac{F}{l}\right) = 4 \frac{F}{l} \quad \text{Falsa}$$

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 2I_1 2I_2}{2\pi d}$$

$$\left(\frac{F}{l}\right) = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi 2d}$$

$$\left(\frac{F}{l}\right) = \frac{F/l}{2}$$

Verdadera.

resistencia eléctrica es de 0,2 Ω .

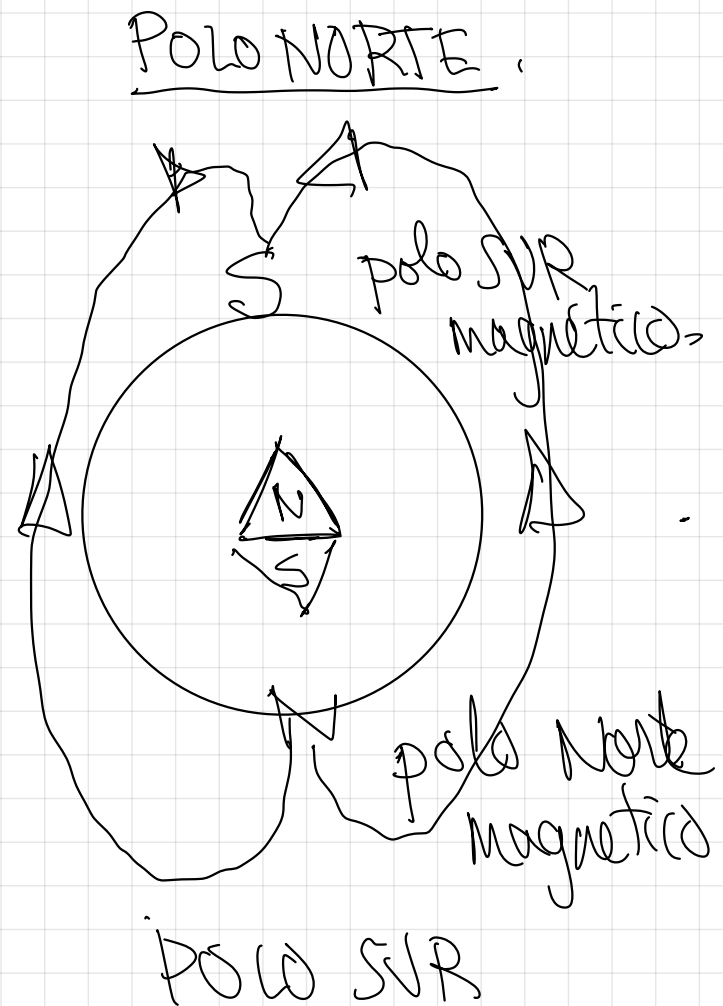
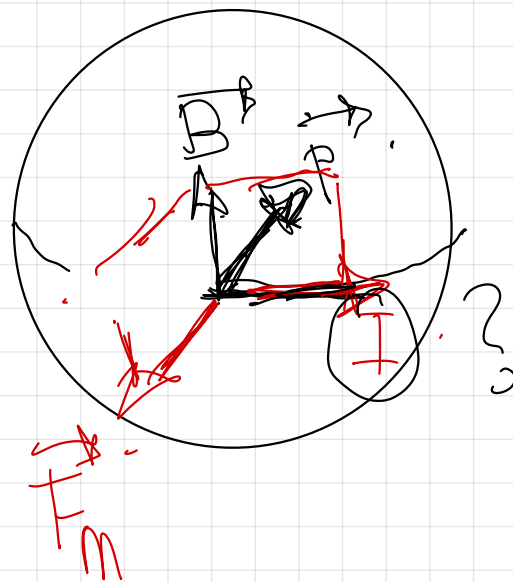
165 (19-E) a) Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones: i) Si las intensidades de corriente que circulan por dos conductores rectilíneos, indefinidos, paralelos y separados por una distancia, d , se duplican también se duplicará la fuerza por unidad de longitud que actúa sobre cada conductor. ii) Si lo que se duplicase fuese la distancia, entonces, la fuerza por unidad de longitud que actúa sobre cada conductor se reduciría a la mitad.

b) Por un hilo conductor situado paralelo al ecuador terrestre pasa una corriente eléctrica que lo mantiene suspendido en esa posición debido al magnetismo de la Tierra. Sabiendo que el campo magnético es paralelo a la superficie y vale $5 \cdot 10^{-5}$ T y que el hilo tiene una densidad longitudinal de masa de $4 \cdot 10^{-3}$ g/m, calcule la intensidad de corriente que debe circular por el conductor ayudándose del esquema correspondiente.

$$g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$$

$$B = 5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$\frac{m}{l} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ g/m}$$



$$|\vec{F}_m| = |\vec{P}|$$

$$\vec{P} \cdot \vec{B} \text{ teroeste } 90^\circ = m \cdot g$$

$$\textcircled{I} = \frac{m \cdot g}{l \cdot B \sin \alpha}$$

$$\frac{m}{l} = 4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{m}}$$

$$I = \frac{m}{l} \cdot \frac{g}{B}$$

$$I = 4 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{9.8}{5 \cdot 10^{-2}}$$

$$I = 0.784 \text{ A}$$

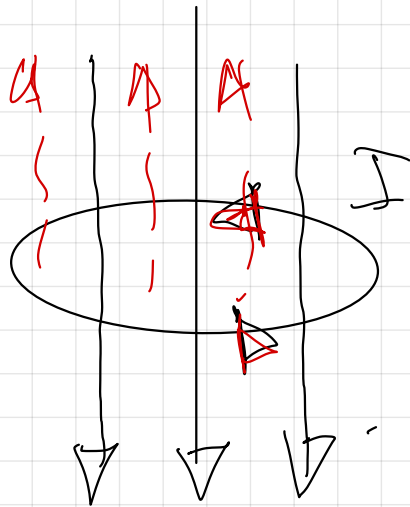
$$4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{m}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} =$$

$$= 4 \cdot 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

65.- Una espira circular de 45 mm de radio está situada perpendicularmente a un campo magnético uniforme. Durante un intervalo de tiempo de $120 \cdot 10^{-3}$ s el valor del campo aumenta linealmente de 250 mT a 310 mT.

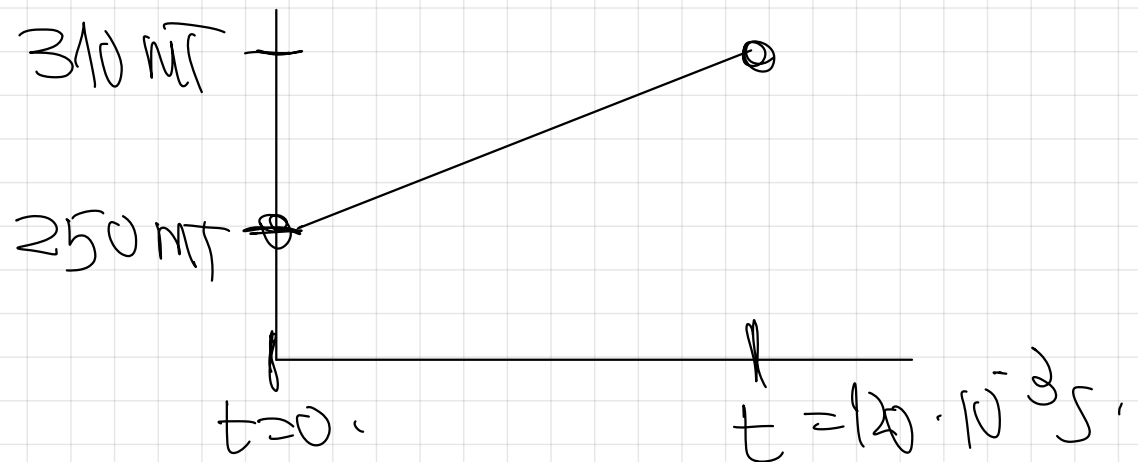
a) Calcule ^{la variación de flujo,} el flujo del campo magnético que atraviesa la espira durante dicho intervalo y la fuerza electromotriz inducida en la espira.

b) Dibuje en un esquema el campo magnético y el sentido de la corriente inducida en la espira. Explique el razonamiento seguido.



B_0 250 mT
 $t = 0 \text{ s.}$

—————> 310 mT
 $t = 120 \cdot 10^{-3} \text{ s.}$



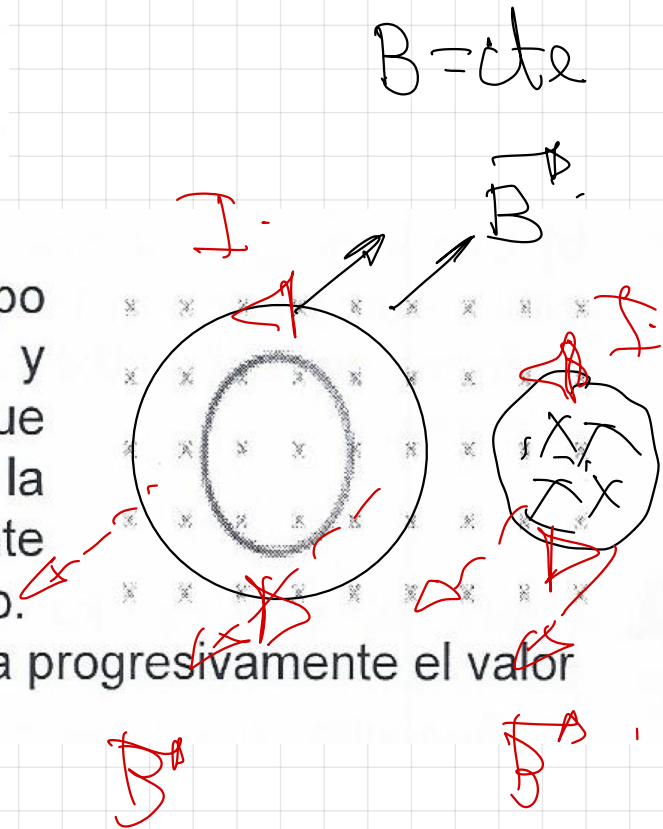
$$\Phi_{\text{inicial}} = B \cdot S \cdot \cos 0^\circ = 250 \cdot 10^{-3} \cdot 635 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 158 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$\Phi_{\text{final}} = B' \cdot S \cdot \cos 0^\circ = 310 \cdot 10^{-3} \cdot 635 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 196 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$\mathcal{E}_{\text{media}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi_{\text{final}} - \Phi_{\text{inicial}}}{\Delta t} = - \frac{196 \cdot 10^{-3} - 158 \cdot 10^{-3}}{120 \cdot 10^{-3}}$$

$$\mathcal{E}_{\text{media}} = -316 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$

- 166 (19-E) a) Se coloca una espira circular dentro de un campo magnético uniforme B_0 perpendicular al plano de la espira y dirigido hacia adentro tal como se muestra en la figura. Explique razonadamente en qué sentido circulará la corriente inducida en la espira en los siguientes casos: i) Si se aumenta progresivamente el radio de la espira permaneciendo constante el valor del campo. ii) Si se mantiene el valor del radio de la espira, pero se aumenta progresivamente el valor del campo.



$$\Phi = B \cdot S \cdot \cancel{\omega} \omega^1$$

$$\Phi = B \cdot \pi \omega^2$$

$$\omega \Rightarrow \omega$$

$$\omega \Rightarrow \omega$$

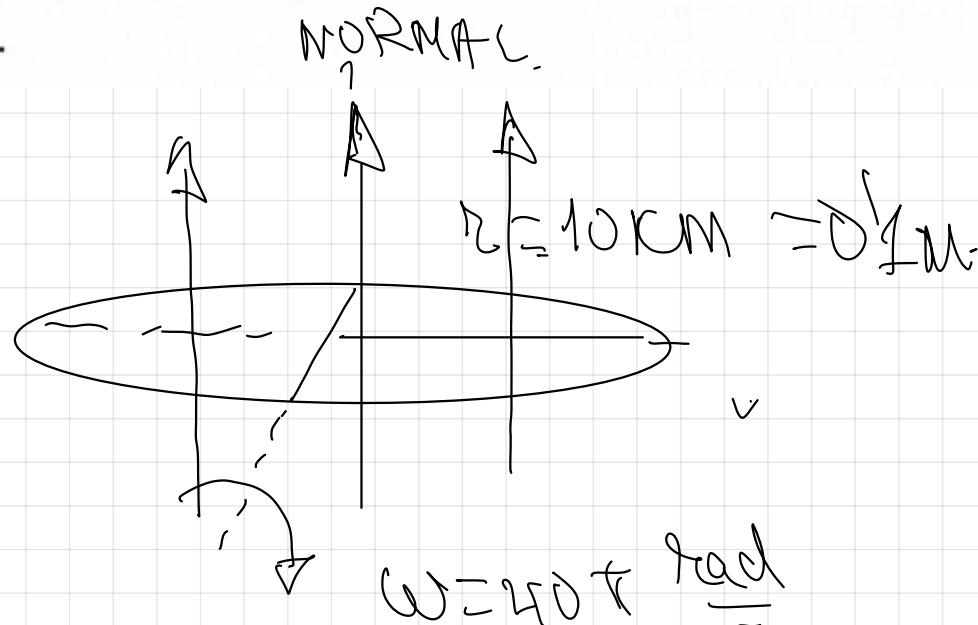
$$\omega \Rightarrow \omega$$

$$E = - \frac{\partial \Phi}{\partial t}$$

Dudas.

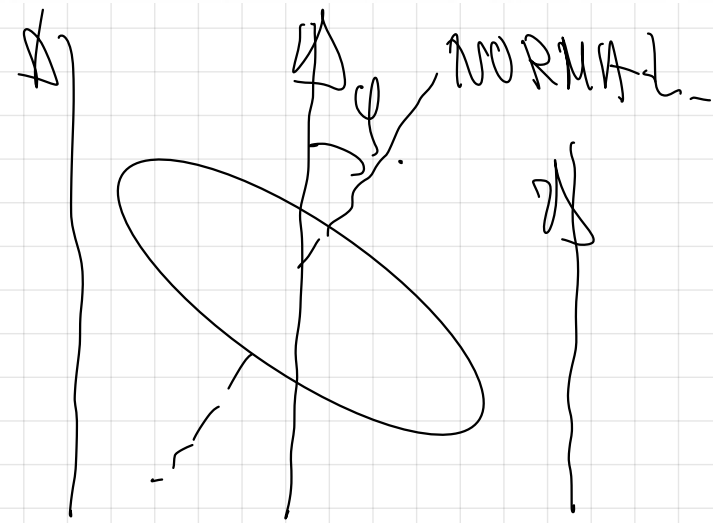
(18-R) a) Una espira circular se encuentra en reposo en una región del espacio. Indique, razonadamente y con ayuda de un esquema, cuál será el sentido de la corriente inducida cuando: (i) El polo norte de un imán se acerca perpendicularmente a la espira por el polo norte; (ii) el imán está en reposo y orientado perpendicularmente a la superficie de la espira a 10 cm de su centro.

b) Una espira circular de 10 cm de radio, inicialmente contenida en un plano horizontal, gira a $40\pi \text{ rad s}^{-1}$ en torno a uno de sus diámetros en el seno de un campo magnético uniforme vertical de 0,4 T. Calcule el valor máximo de la fuerza electromotriz inducida en la espira.



$$\omega = 40\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega = \frac{\varphi}{t} \Rightarrow \varphi = \omega t$$



$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\varphi)$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\omega t)$$

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = - B \cdot S \cdot [-\sin(\omega t)] \cdot \omega$$

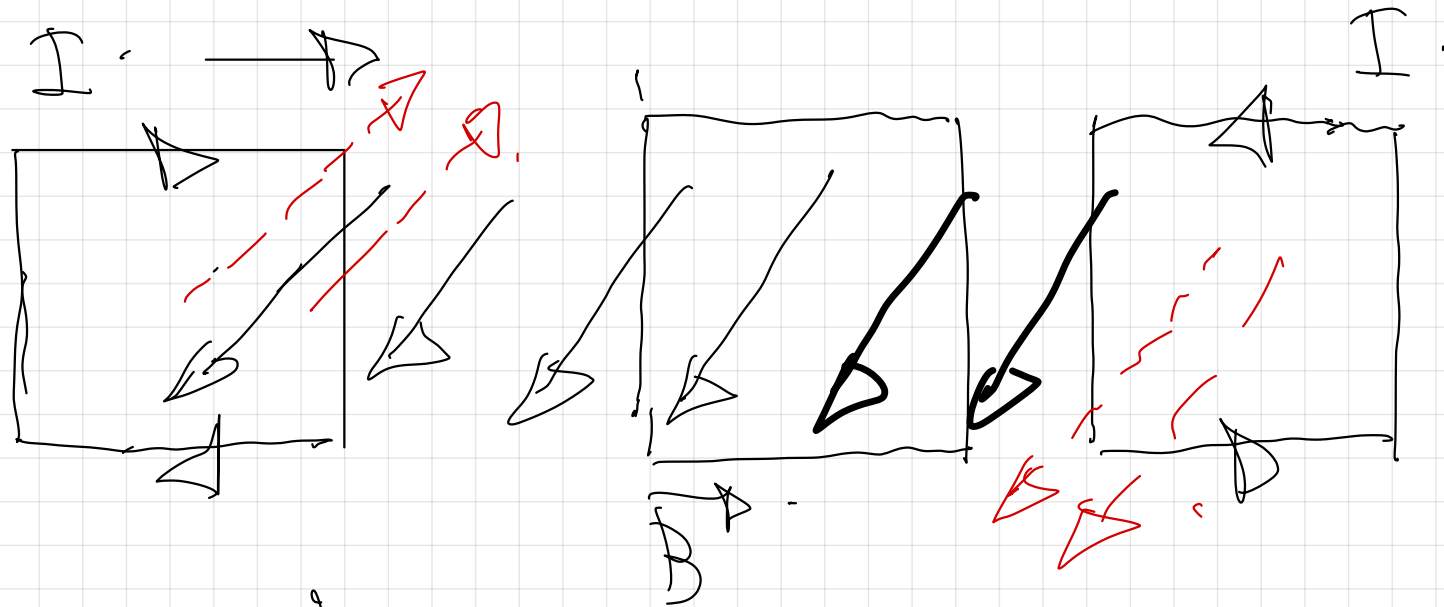
$$\mathcal{E}_{\max} = \boxed{BS\omega} \cdot \sin(\omega t) = \pm 1$$

$$\mathcal{E}_{\max} = \pm BS\omega = 0.4 \cdot \pi \cdot (0.1)^2 \cdot 40\pi$$

$$\mathcal{E}_{\max} =$$

70

(19-R) Una espira cuadrada, situada en el plano vertical, se mueve horizontalmente atravesando una región en donde hay un campo magnético uniforme perpendicular a la misma. Razone, ayudándose de esquemas, si se induce corriente eléctrica en la espira y el sentido de circulación de la misma cuando: i) La espira está entrando en el campo. ii) la espira se desplaza en el seno del campo. iii) La espira está saliendo del campo.



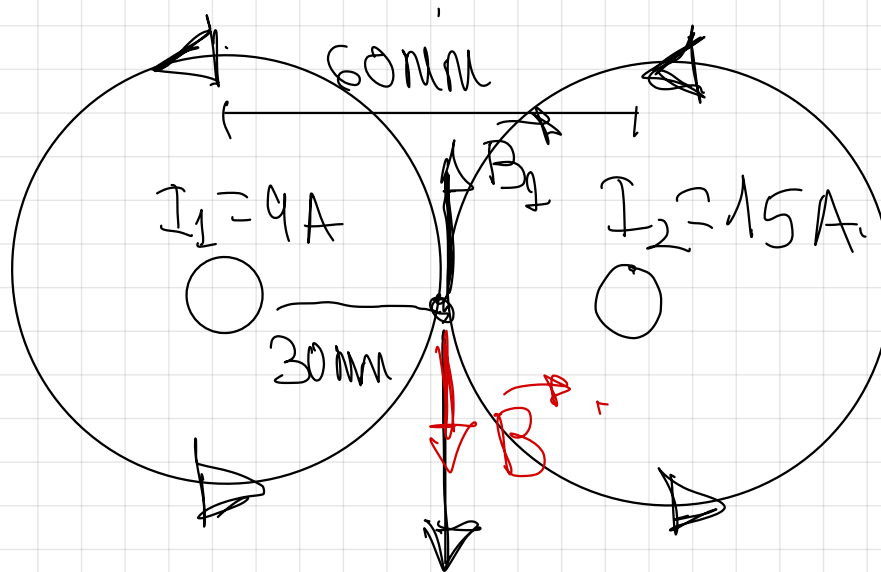
$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \theta$$

Suponga dos hilos metálicos largos, rectilíneos y paralelos, perpendiculares al plano del papel y separados 60 mm, por los que circulan corrientes de 9 y 15 A en el mismo sentido.

a) Dibuje en un esquema el campo magnético resultante en el punto medio de la línea que une ambos conductores y calcule su valor.

b) En la región entre los conductores, ¿a qué distancia del hilo por el que circula la corriente de 9 A será cero el campo magnético?

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



$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d}$$
$$B_1 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 9}{2\pi (30 \cdot 10^{-3} \text{ m})}$$
$$B_1 = 6 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

$$\vec{B}_2$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d}$$

$$B_2 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 15}{2\pi \cdot (30 \cdot 10^{-3})}$$

$$B_2 = 10^{-5} \text{ T}$$

$$\vec{B}_2 = -10^{-5} \vec{j} \text{ (T)}$$

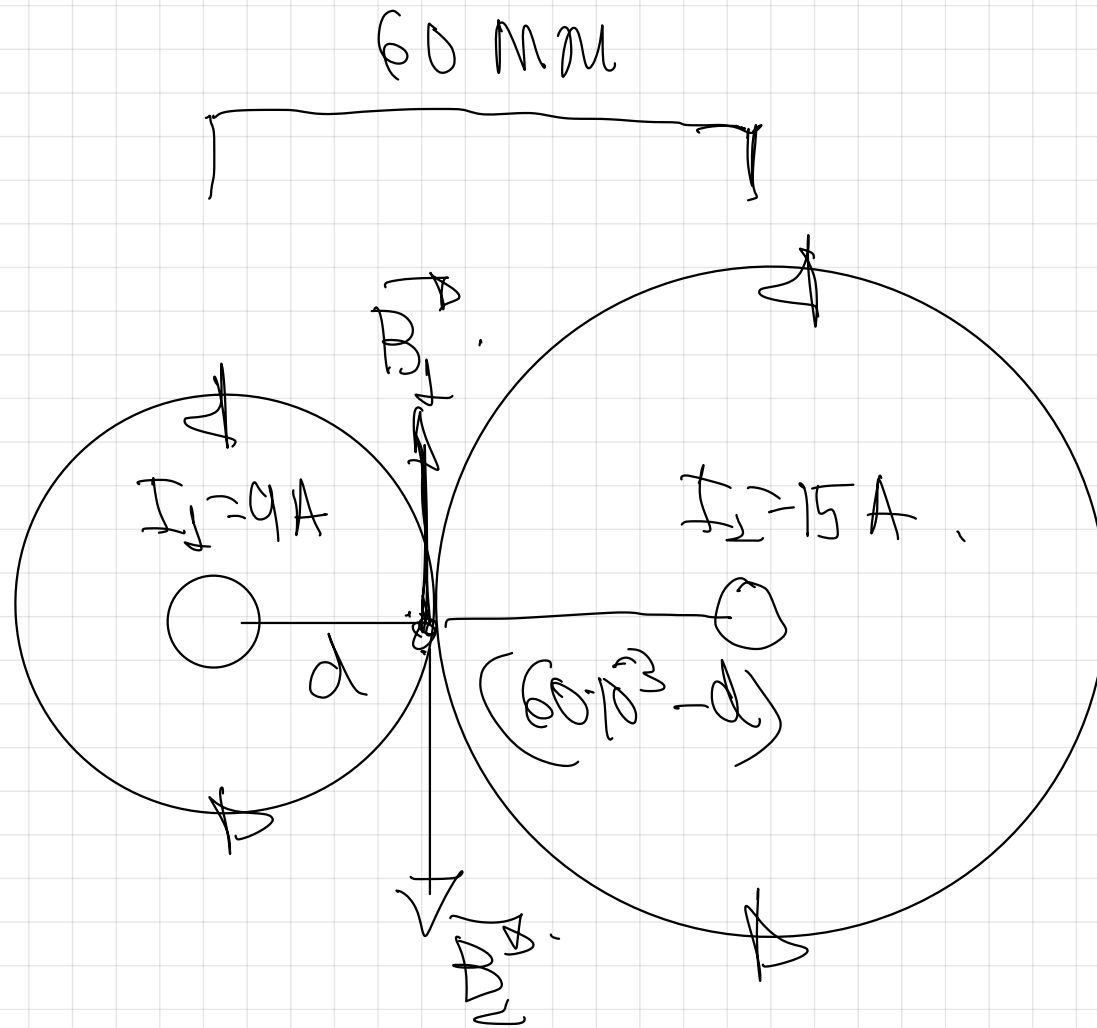
$$\vec{B}_1 = 6 \cdot 10^{-6} \vec{j} \text{ (T)}$$

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

$$\vec{B} = 6 \cdot 10^{-6} \vec{j} - 10^{-5} \vec{j}$$

$$\vec{B} = -4 \cdot 10^{-6} \vec{j} \text{ (T)}$$

$$|\vec{B}| = 4 \cdot 10^{-6} \vec{j} \text{ (T)}$$



$$\vec{B} = 0$$

$$|\vec{B}_1| = |\vec{B}_2|$$



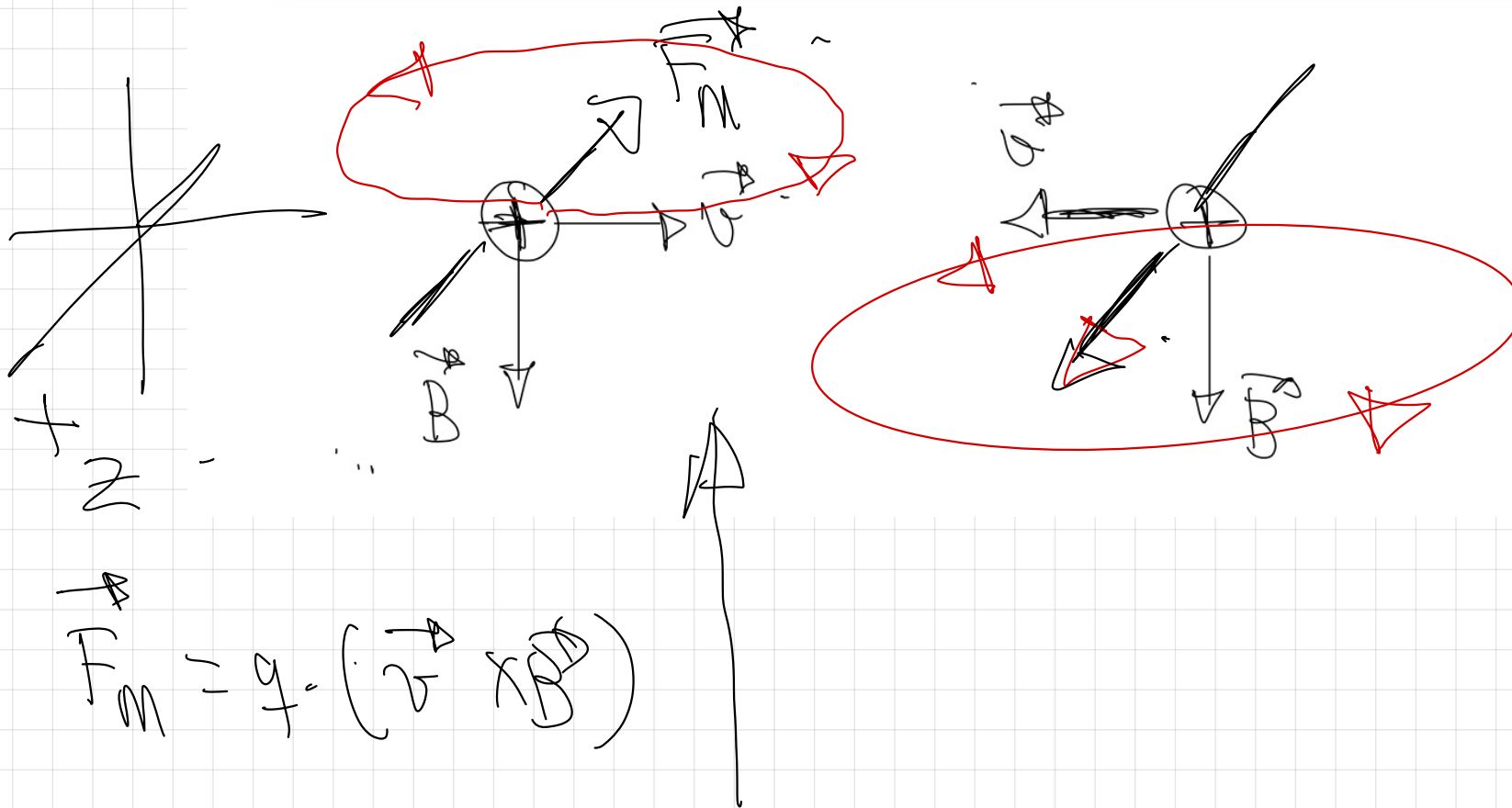
$$\frac{\mu_0 I_1}{2\pi d} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi (60 \cdot 10^{-3} - d)}$$

$$\frac{q}{d} = \frac{15}{(60 \cdot 10^{-3} - d)}$$

$$q \cdot (60 \cdot 10^{-3} - d) = 15 d$$

$$d = 0.0225 \text{ m}$$

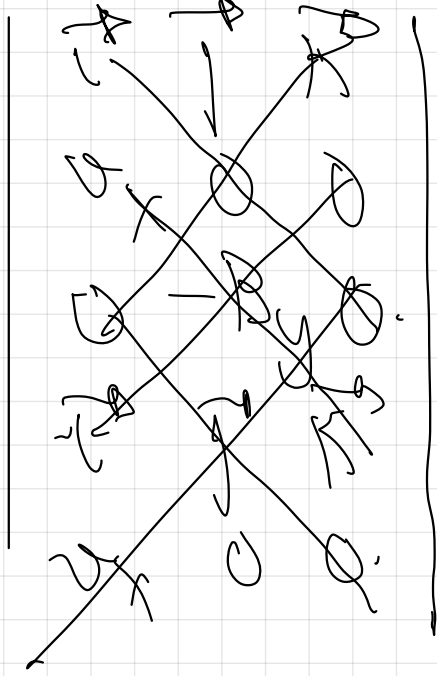
- 2) a) Un haz de electrones atraviesa una región del espacio sin desviarse, ¿se puede afirmar que en esa región no hay campo magnético? De existir, ¿cómo tiene que ser?
- b) En una región existe un campo magnético uniforme dirigido verticalmente hacia abajo. Se disparan dos protones horizontalmente en sentidos opuestos. Razone qué trayectorias describen, en qué plano están y qué sentidos tienen sus movimientos.



$$\begin{array}{c} \text{TH} \\ \text{m} \end{array} \parallel \begin{array}{c} \text{f} \\ \text{C}_X \text{ y} \end{array} \left| \begin{array}{c} \text{f} \\ \text{C}_X \text{ y} \end{array} \right| \begin{array}{c} \text{f} \\ \text{C}_X \text{ y} \end{array} \left| \begin{array}{c} \text{f} \\ \text{C}_X \text{ y} \end{array} \right| \begin{array}{c} \text{f} \\ \text{C}_X \text{ y} \end{array}$$

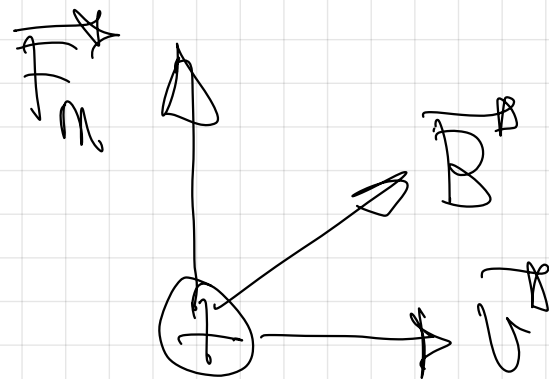
$$\parallel \text{f}(\text{C}_X) \left(\text{f} \text{B}_i \right) \text{f}$$

$$\begin{array}{c} \text{TH} \\ \text{m} \end{array} \parallel \text{f} \cdot \text{C}_X \text{B}_y \cdot \text{f}$$



$$\vec{F}_M = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$

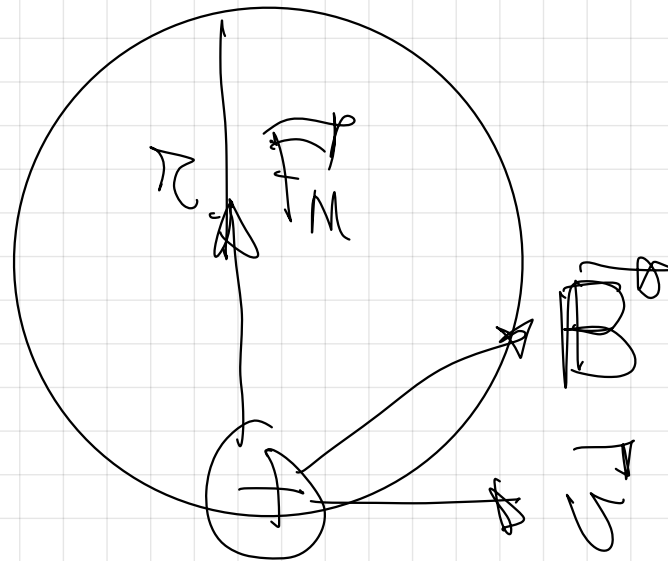
$$F_M = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$$



$$F_M = F_n$$

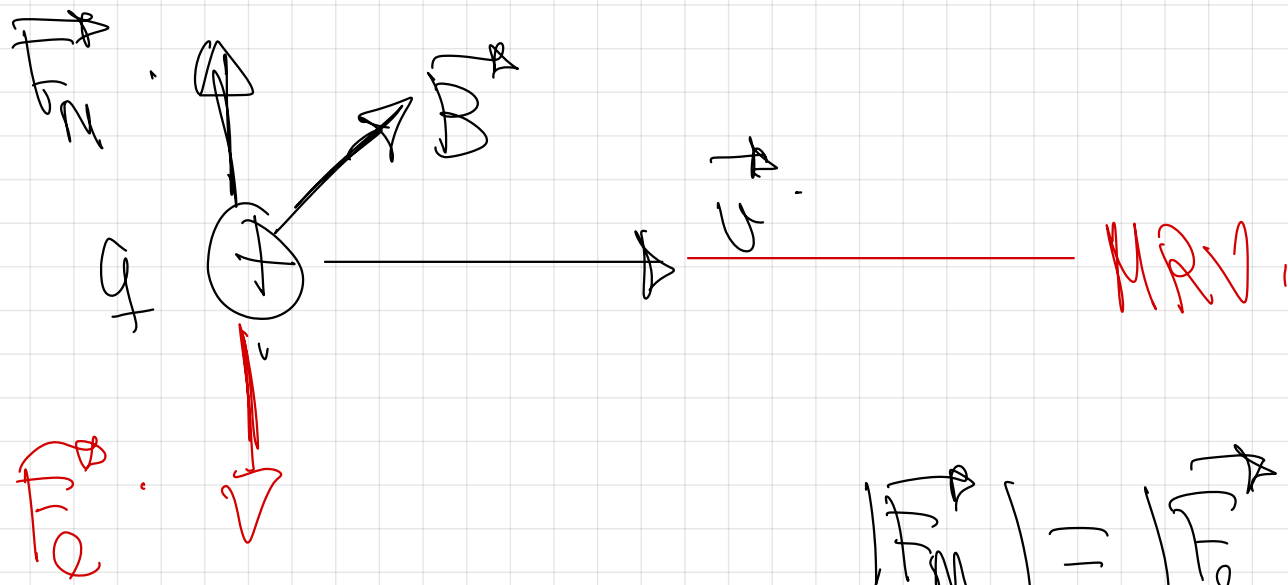
$$q v B \cdot \sin 90^\circ = m \cdot \left[\frac{v^2}{r} \right]$$

$\uparrow$ a_n



$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

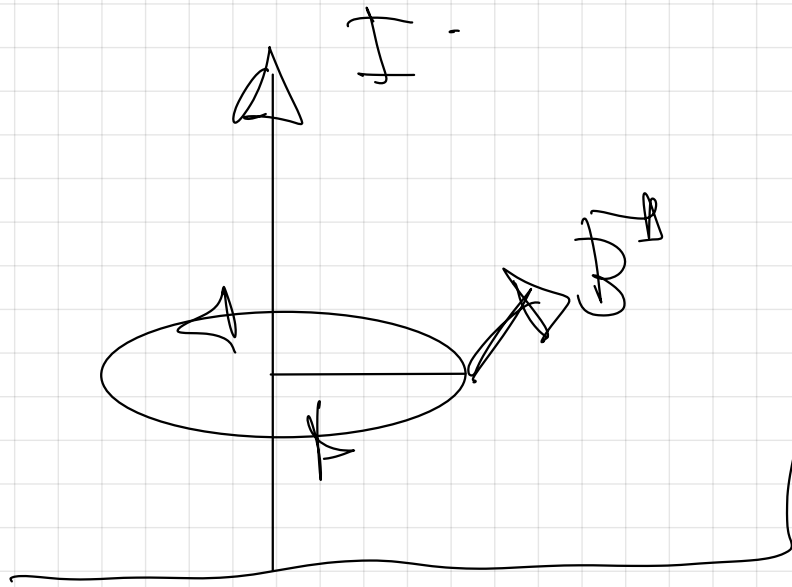
$$f = \frac{1}{T}$$



$$|\vec{F}_m| = |\vec{F}_e|$$

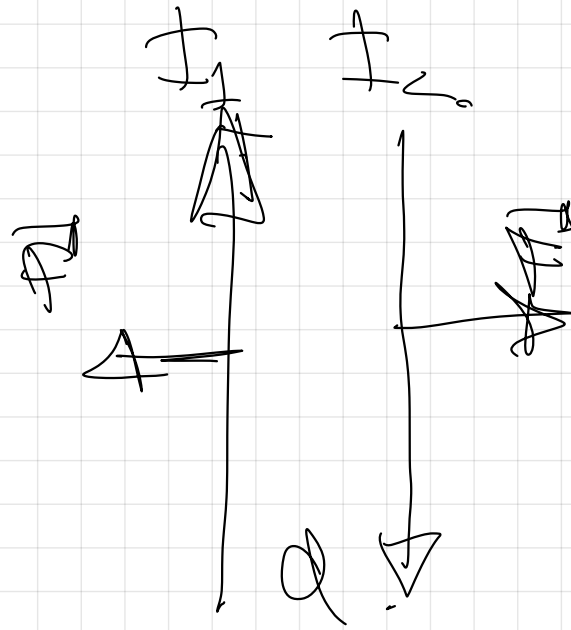
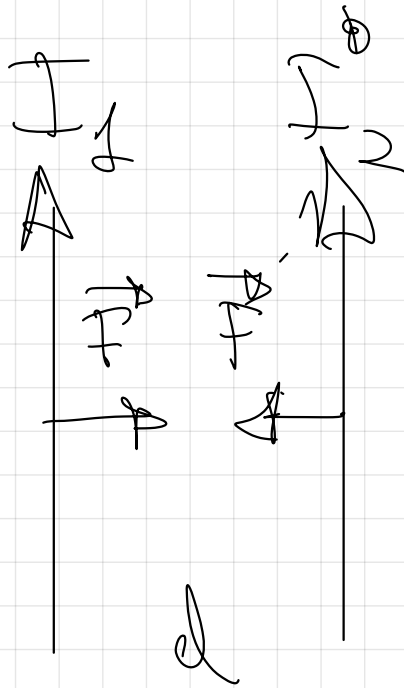
$$\cancel{q} \cdot \cancel{v} \cdot B \cdot \cancel{\sin 90^\circ} = \cancel{q} \cdot E$$

$$u = \frac{E}{B}$$

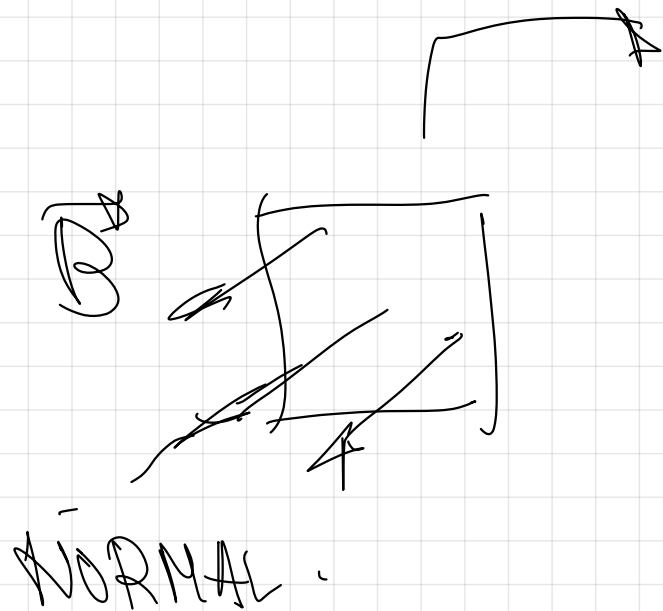


$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$$

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi a}$$

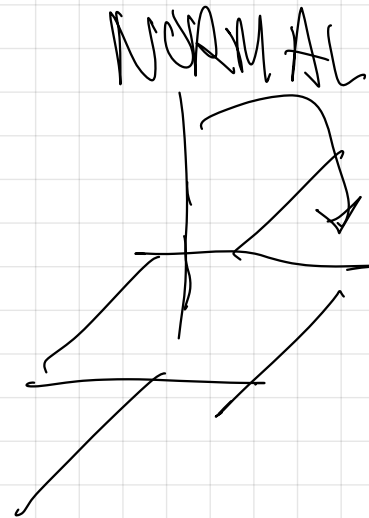


$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}$$



$$\mathcal{E}_{\text{media}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \varphi$$



$\omega = \frac{2\pi}{T}$
 $\varphi = \omega t = 2\pi f t$
 generador de corriente alterna.

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \omega t$$

$$\mathcal{E}_{\text{inst}} = - \frac{d\Phi}{dt} = B \cdot S \cdot \omega \sin(\omega t)$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} \quad \text{ley de Ohm}$$