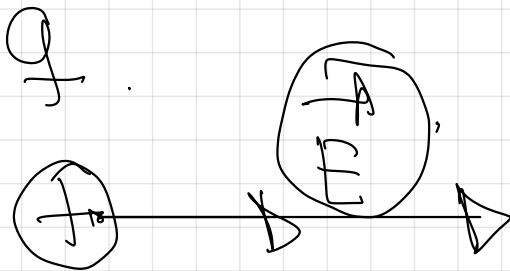
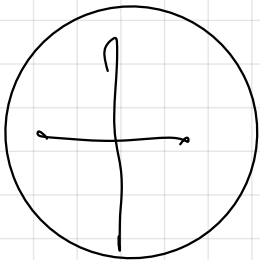
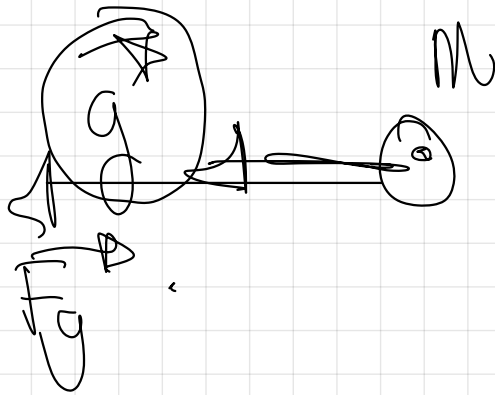
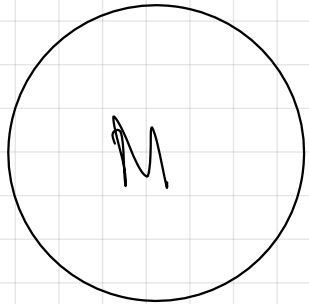
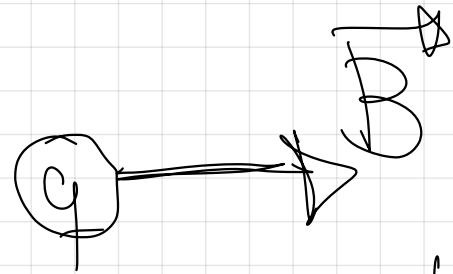


ELECTRO MAGNETISMO.



Felicitica =

IMÁN

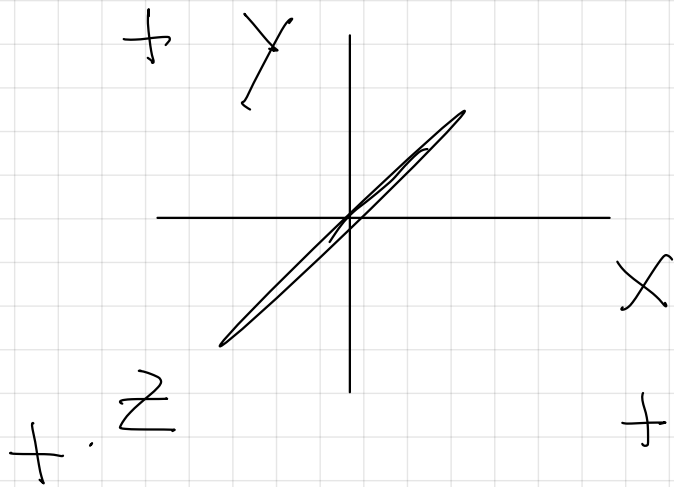
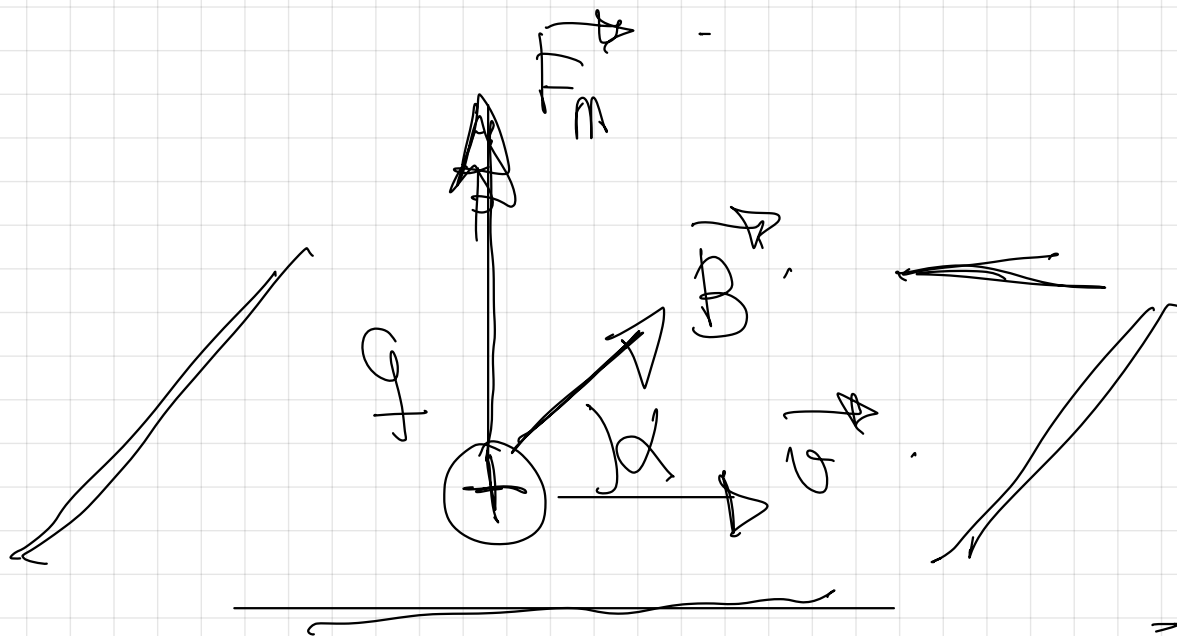


Campo
magnético.

Actúa sobre cargas en movimiento
con la orientación adecuada.

pag 72 .

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



ley de Lorentz.

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

= Módulo.

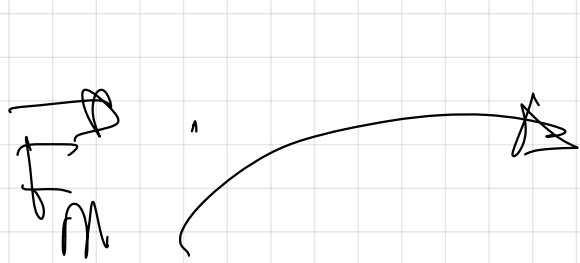
ángulo formado por \vec{v} y \vec{B} .

$$|\vec{F}_m| = q \cdot v \cdot B \cdot \sin(\alpha)$$

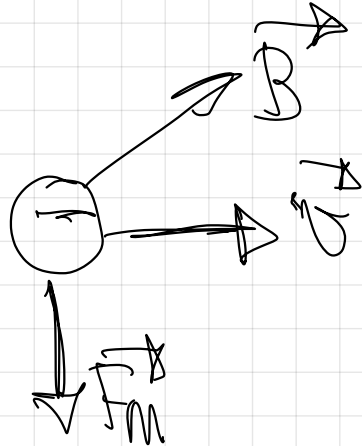
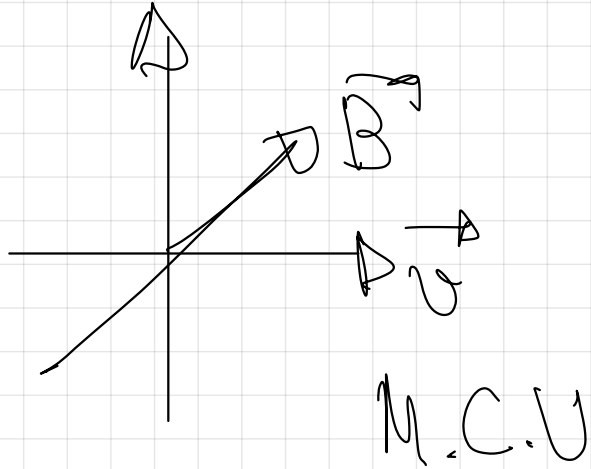
$$F \Rightarrow N \text{ (S.I.)} \quad v \Rightarrow \frac{m}{s} \text{ (S.I.)}$$

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

Dirección \downarrow al plano formado por \vec{v} y \vec{B}

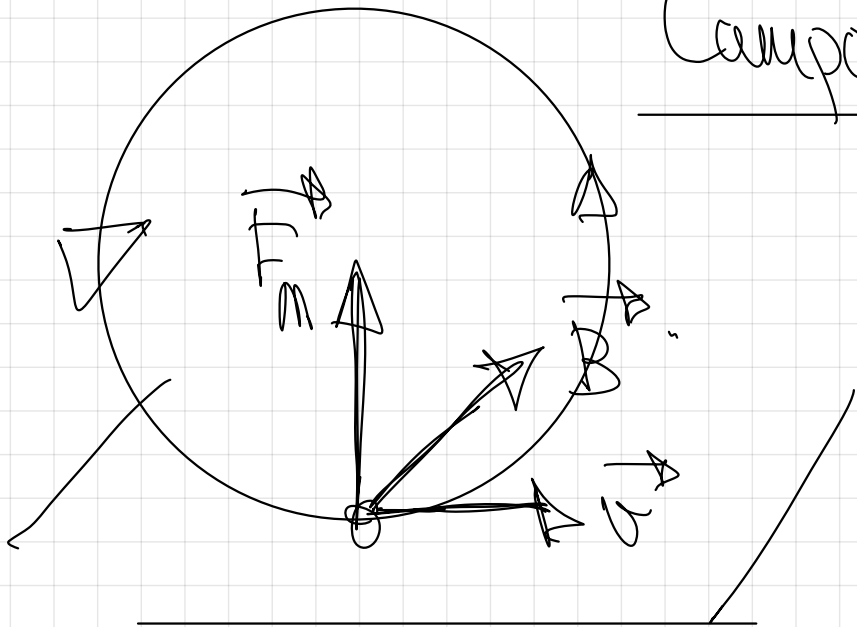


$$\vec{F}_m = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$



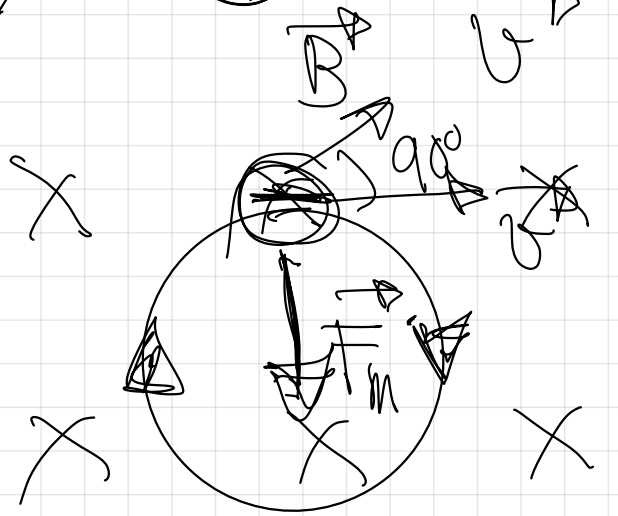
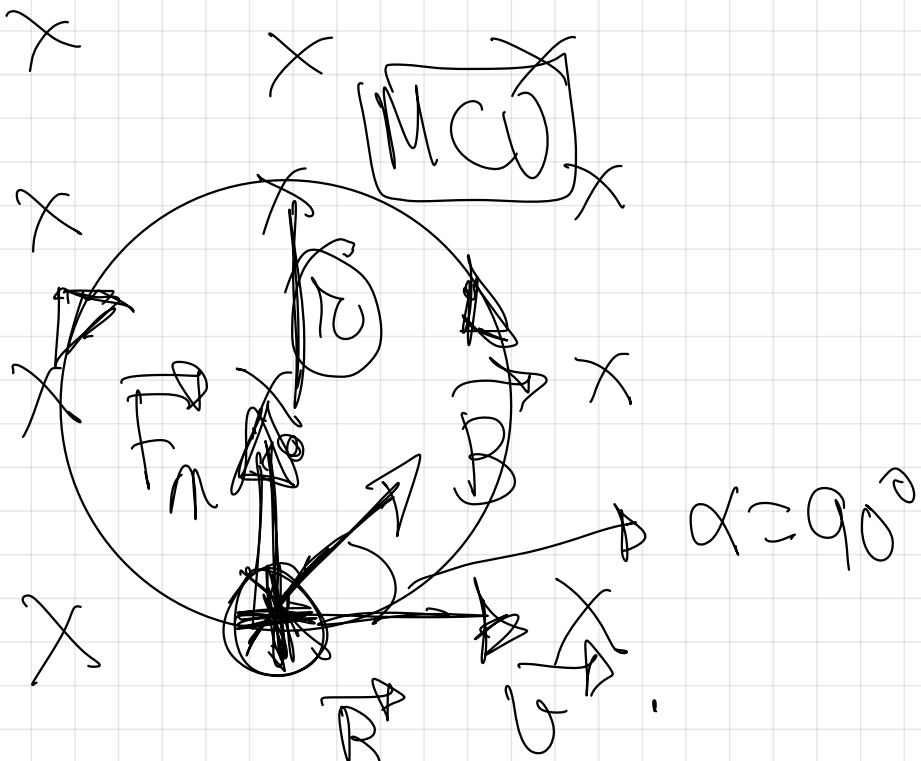
En la carga negativa el sentido es el contrario al de la regla de la mano izquierda.

Campo magnético y trayectoria.



ley de Lorentz.

$\vec{F}_m \perp$ al plano formado por \vec{v} y \vec{B} .



F_m siempre es \perp a la \vec{v} .

$$F_m = F_n$$

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

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

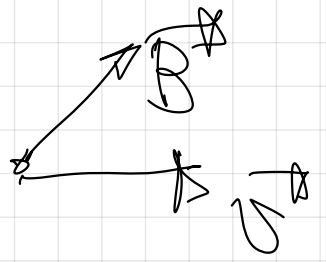
$$\left[r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} \right] \xrightarrow{M_p > M_e} \left[r_p > r_e \right]$$

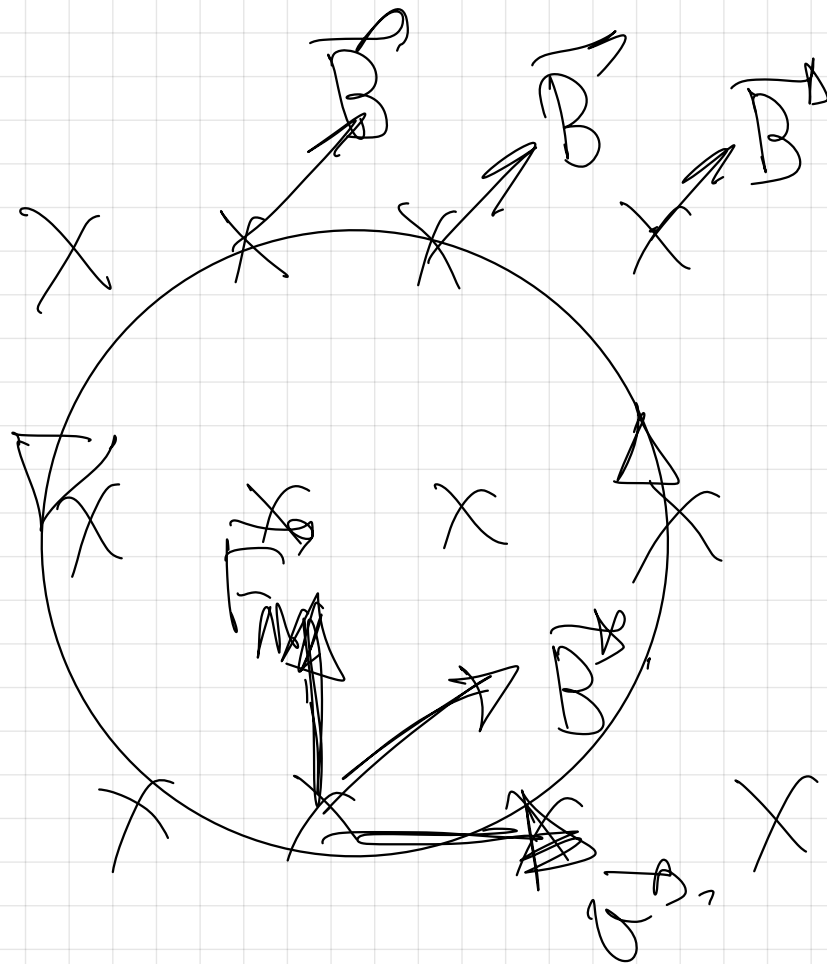
$$F_m = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$$



$$B = \frac{F_m}{q \cdot v \cdot \sin \alpha} \Rightarrow T = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ C} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \sin \alpha}$$

$$T = \frac{1}{c \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$





$\vec{F} \perp$ al piano
 formato per \vec{v} y
 \vec{B} .

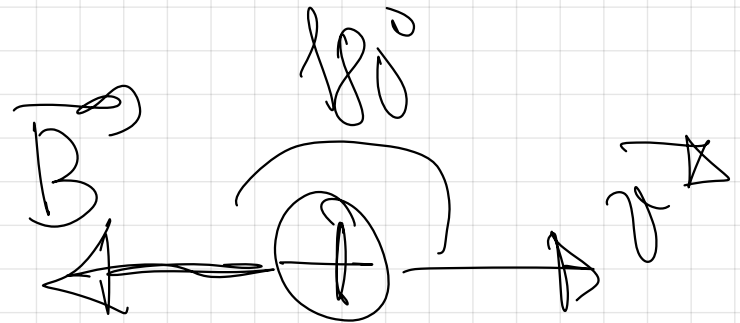
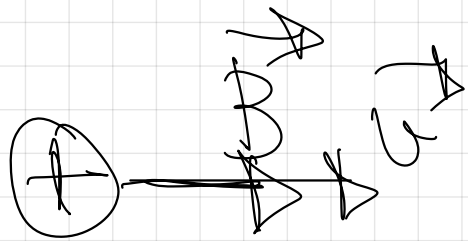
$W = F \cdot d \cdot (\cos 90^\circ = 0)$ $\vec{F} \perp$ al desplazamiento

$W \neq 0 \Rightarrow$ Siempre

~~$W \neq \Delta E$~~
 ~~P_m~~

\Rightarrow No tiene sentido
hablar de E_r
magnética, o
por extensión de
un potencial
magnético

$$\left| \vec{F}_m \right| = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$$



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

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

El campo magnético B actúa sobre cargas en movimiento y además en una dirección distinta al campo. (Si $\alpha = 0^\circ$ ó $\alpha = 180^\circ$)

misma dirección de \vec{v} y \vec{B} , el campo magnético no actúa.

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.

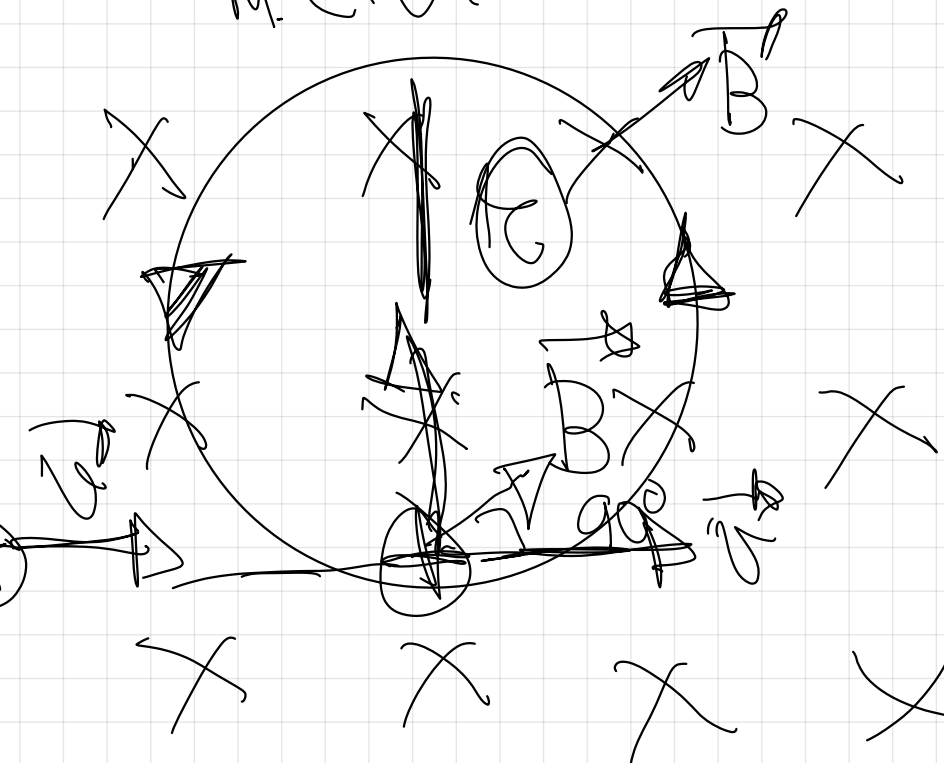
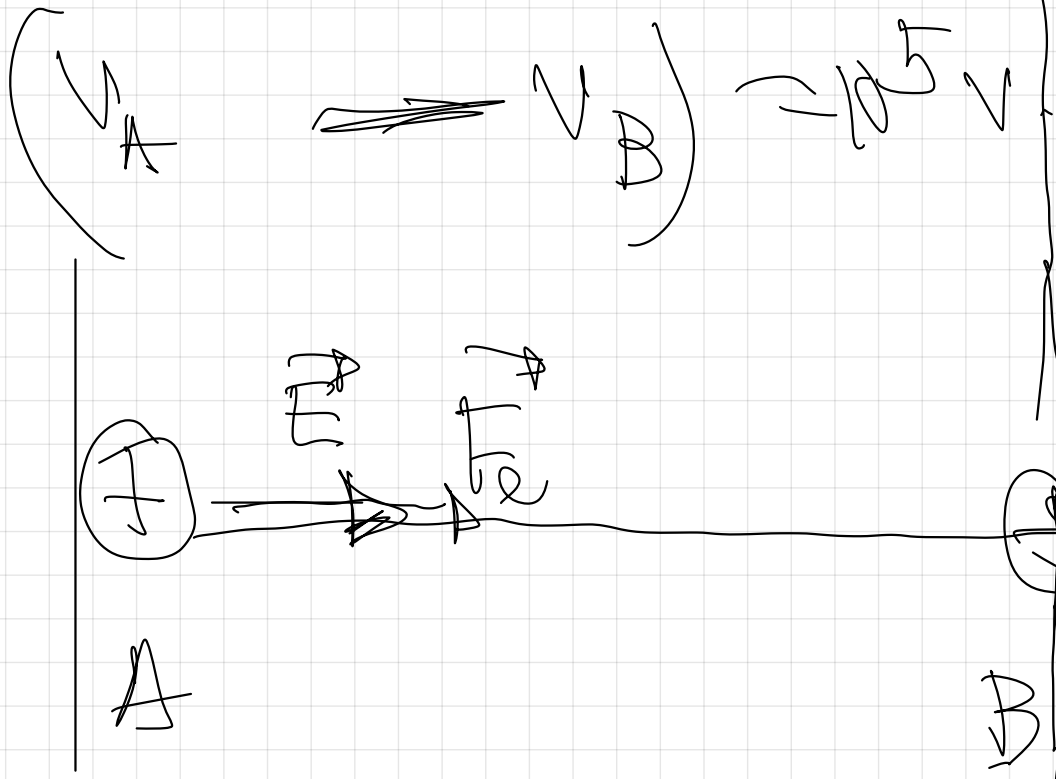
c) Calcule el período del protón. ¿Sería el mismo que el del electrón de igual velocidad?

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

$$F_m = q \cdot \vec{v} \times \vec{B} \text{ sen } \alpha = 0$$

Campo eléctrico $E \vec{}$

Campo magnético $B \vec{}$
M.C.V.



E eléctrica
 E_c

$E = cte$
 E hace cambio
solo la-

Primero calculo la
 v con la que
 penetra en el
 campo magnetico

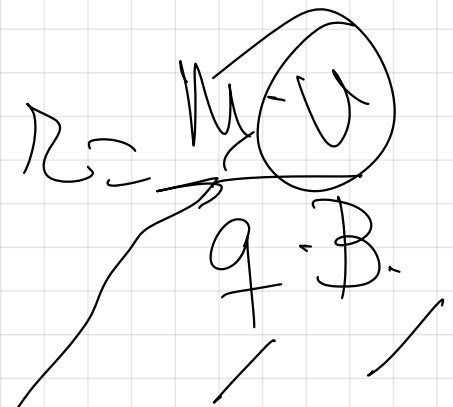
direccion de
 \vec{v} .

$$F_m = F_a.$$

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

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

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

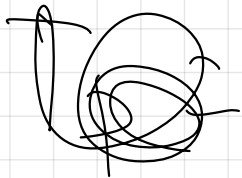
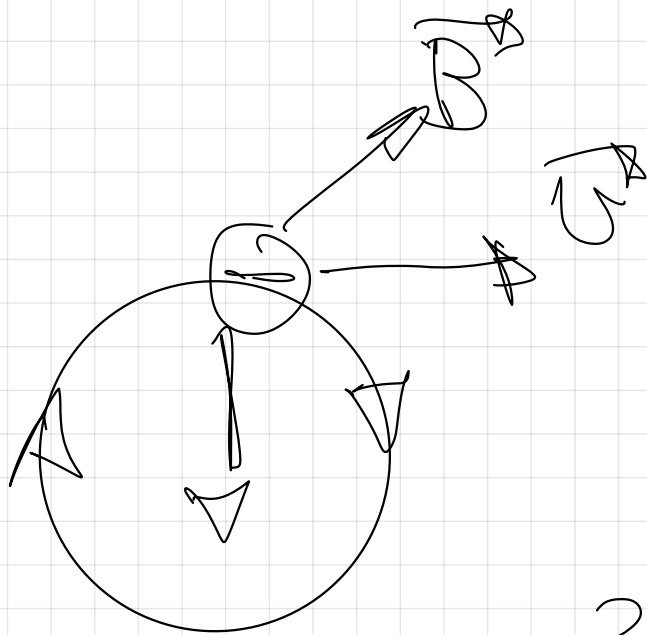


$$r = \frac{167 \cdot 10^{-27} \cdot 438 \cdot 10^6}{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 2} = \underline{\underline{228 \cdot 10^{-2} \text{ m}}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2g(C_A - C_B)}{M_p}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9.8 \cdot 10^{-19} \cdot 10^5}{1.67 \cdot 10^{-27}}} = 4138 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

$$M_p > M_e \quad R_p > R_e$$

$$R = \frac{M \cdot v}{g \cdot B}$$



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

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

$$1'6 \cdot 10^{-11} \cdot 2$$

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

tiempo empleado: periodo

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

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

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.

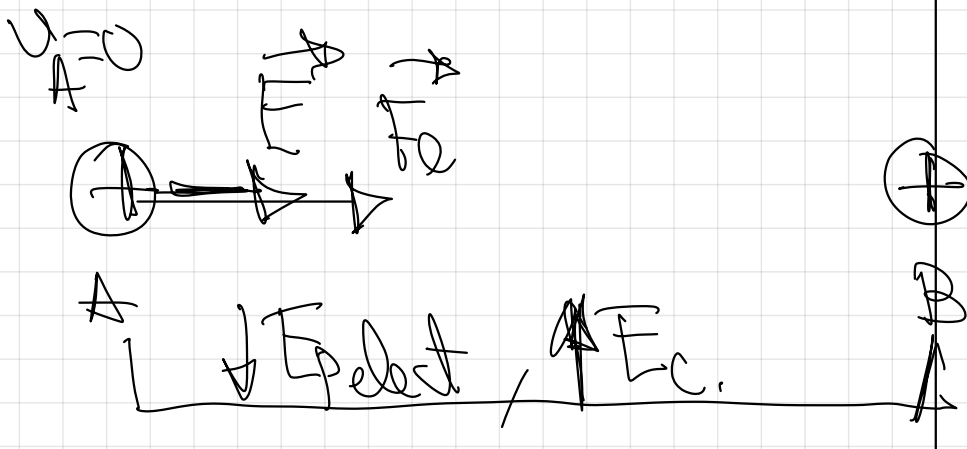
a) Realice un análisis energético de todo el proceso y, con ayuda de esquemas, explique las posibles direcciones y sentidos de la fuerza, velocidad, campo eléctrico y campo magnético implicados.

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

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

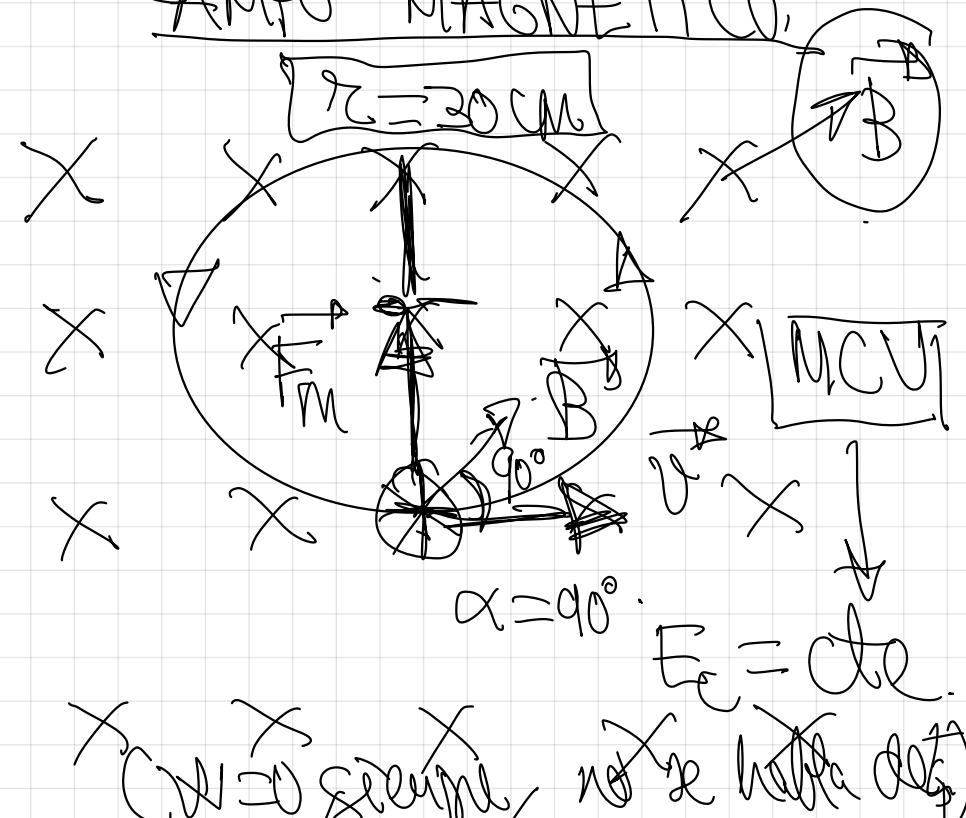
CAMPO ELÉCTRICO

$$(V_A - V_B) = 10^5 \text{ V.}$$



pag 95.

CAMPO MAGNÉTICO.





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

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

$$q_B = \frac{2 q (V_A - V_B)}{m}$$

$$q_B = \frac{2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^5}{1.67 \cdot 10^{-27}} = 4.38 \cdot 10^6 \text{ N/C}$$

Loi de Lorentz

$$F_m = F_n$$

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

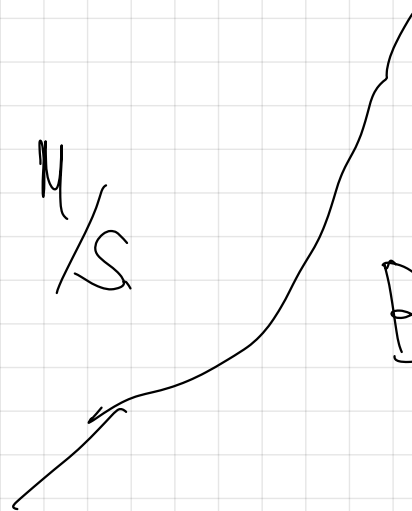
$$q \cdot \cancel{v} \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

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

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

$$r = 0.3 \text{ m}$$

$$B = \frac{1.67 \cdot 10^{-27} \cdot 4.38 \cdot 10^6}{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 0.3}$$



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



$$B = 0,15 \text{ T}$$

$$\left. \begin{aligned} r_1 &= \frac{m \cdot v}{q \cdot B} \\ r_2 &= \frac{m \cdot v}{q \cdot 2B} \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{\frac{m \cdot v}{q \cdot 2B}}{\frac{m \cdot v}{q \cdot B}}$$

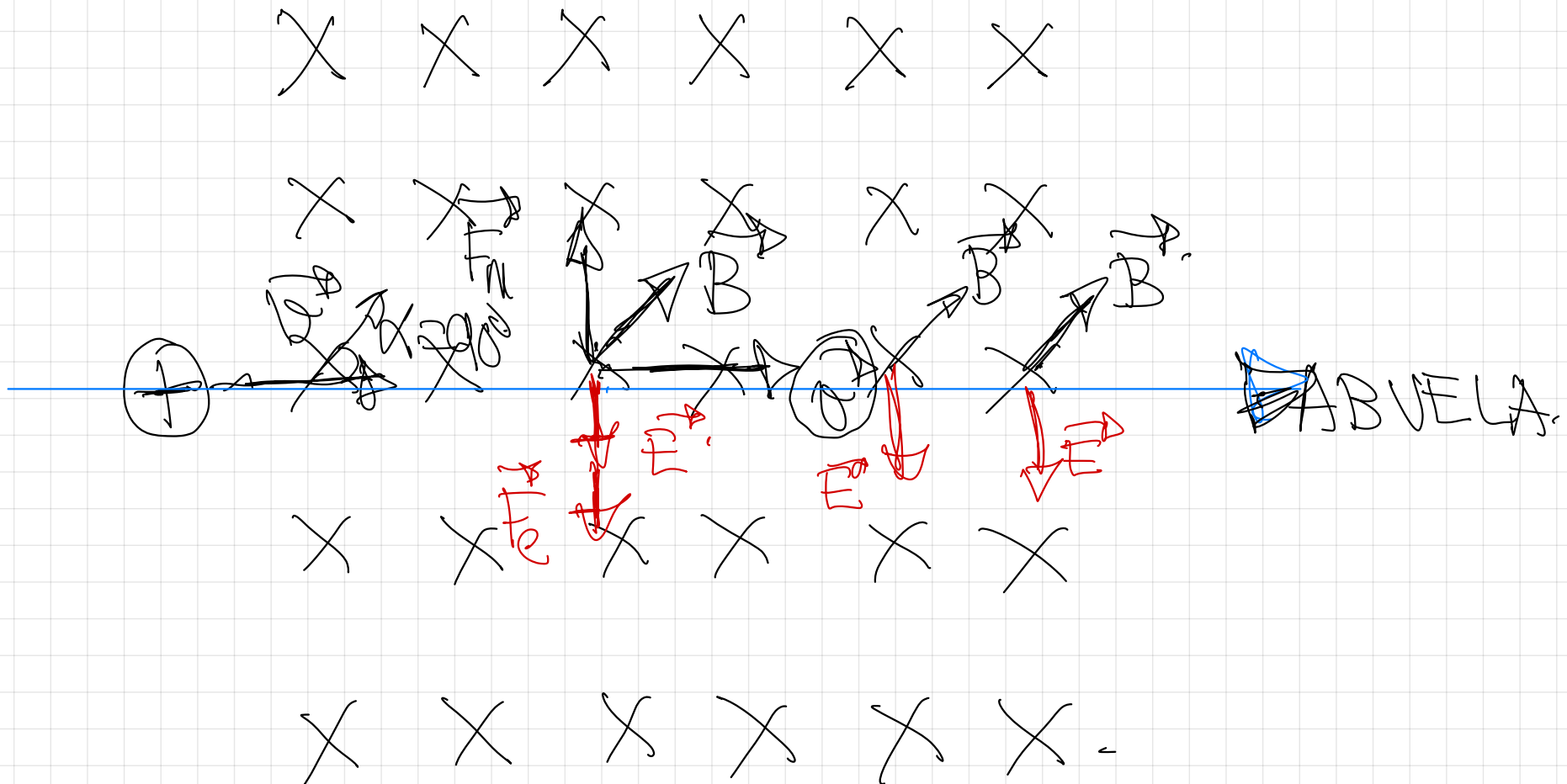
$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{2}$$

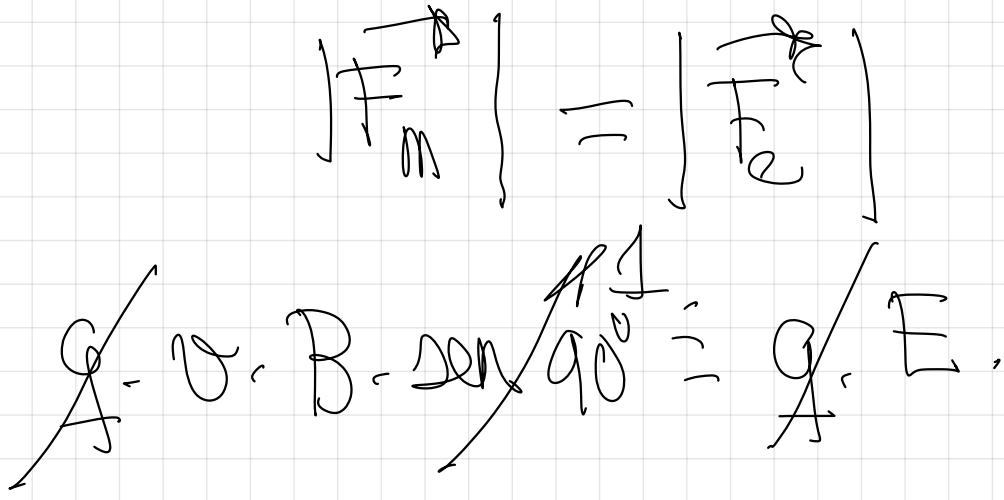
$r_1 = \frac{1}{2} r_2$

El radio disminuye a la mitad.

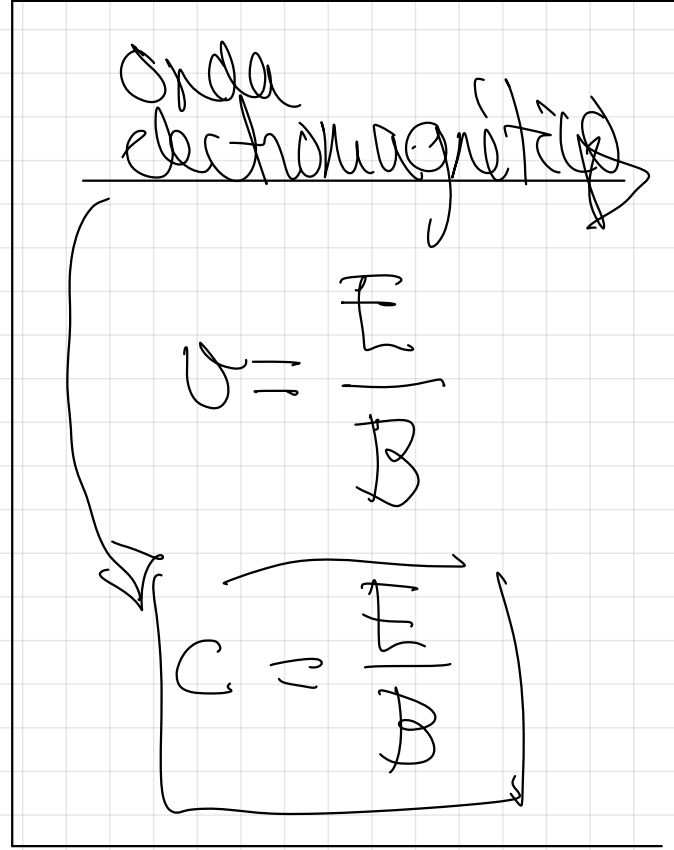
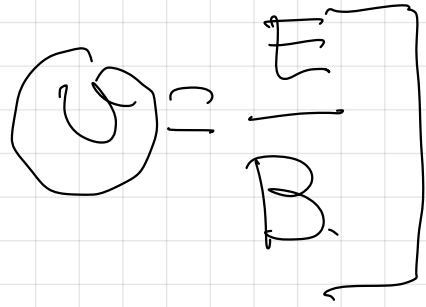
8.- a) ¿Cuál es la condición para que una partícula cargada, que se mueve en línea recta, siga en su trayectoria rectilínea cuando se somete simultáneamente a un campo eléctrico y a otro magnético, perpendiculares entre si y perpendiculares a la velocidad de la carga?

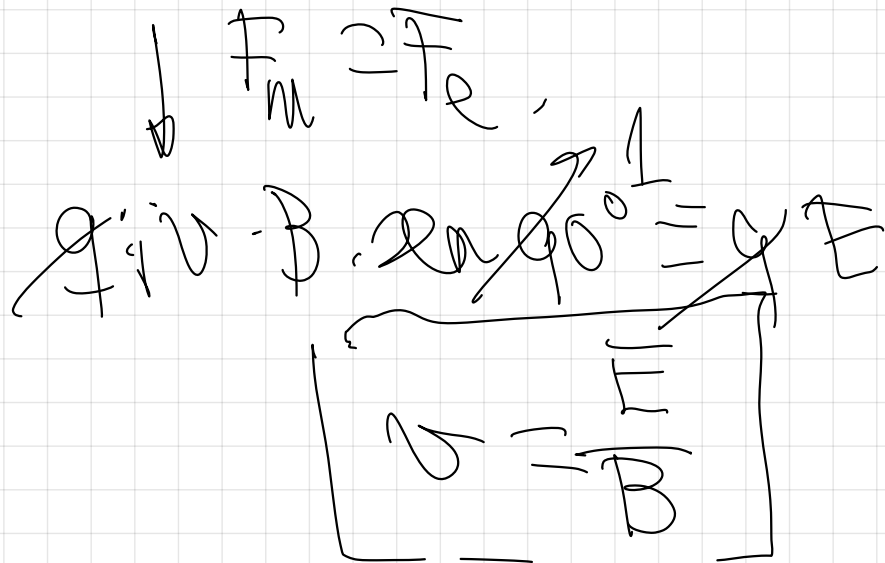
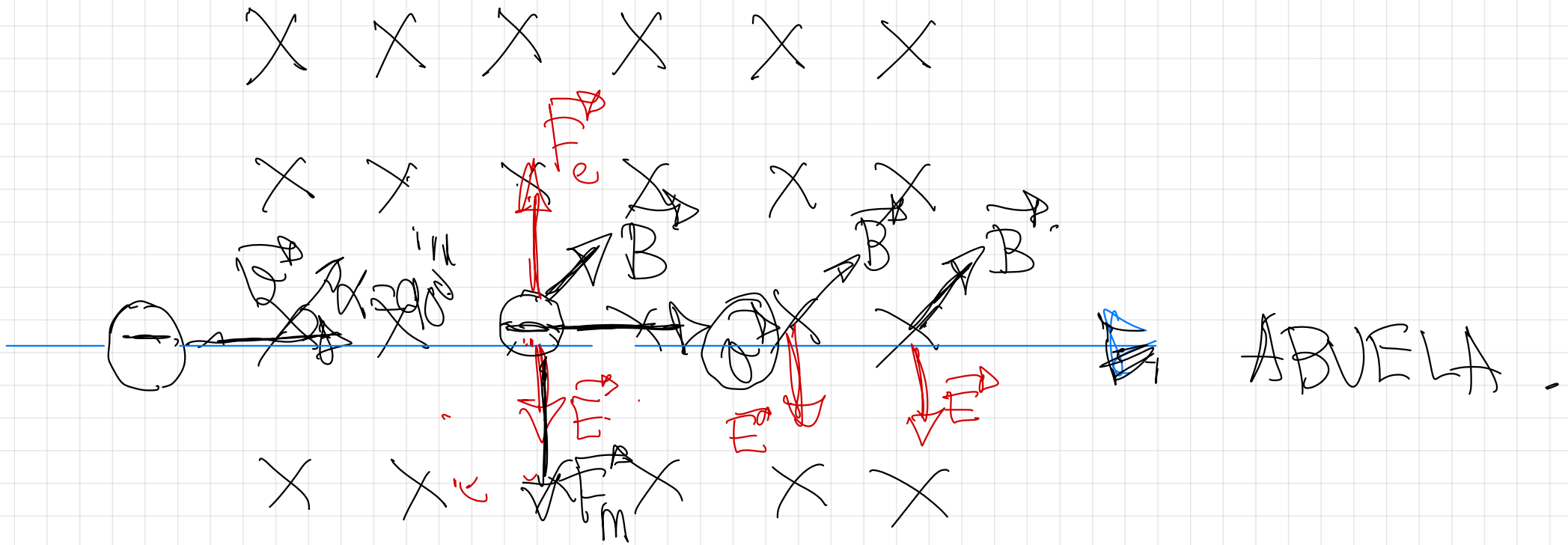
b) Dibuje las trayectorias de la partícula cargada del apartado a) si solo existiera el campo eléctrico o el campo magnético y explique en cada caso si varía la velocidad

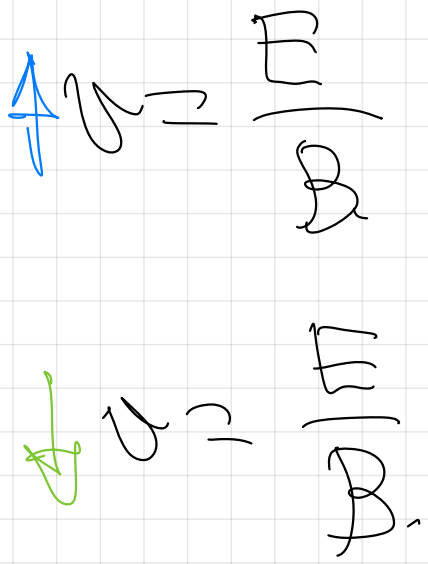
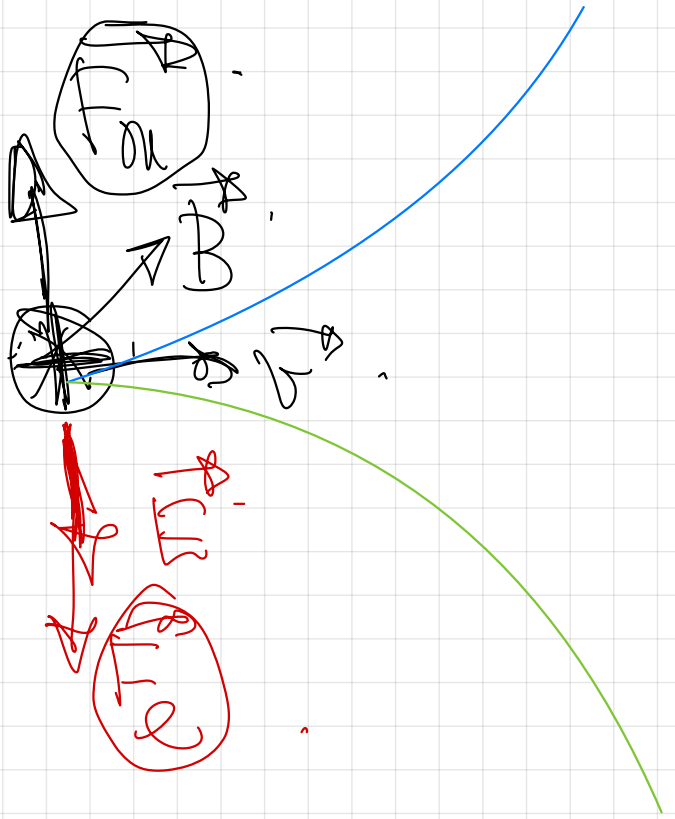


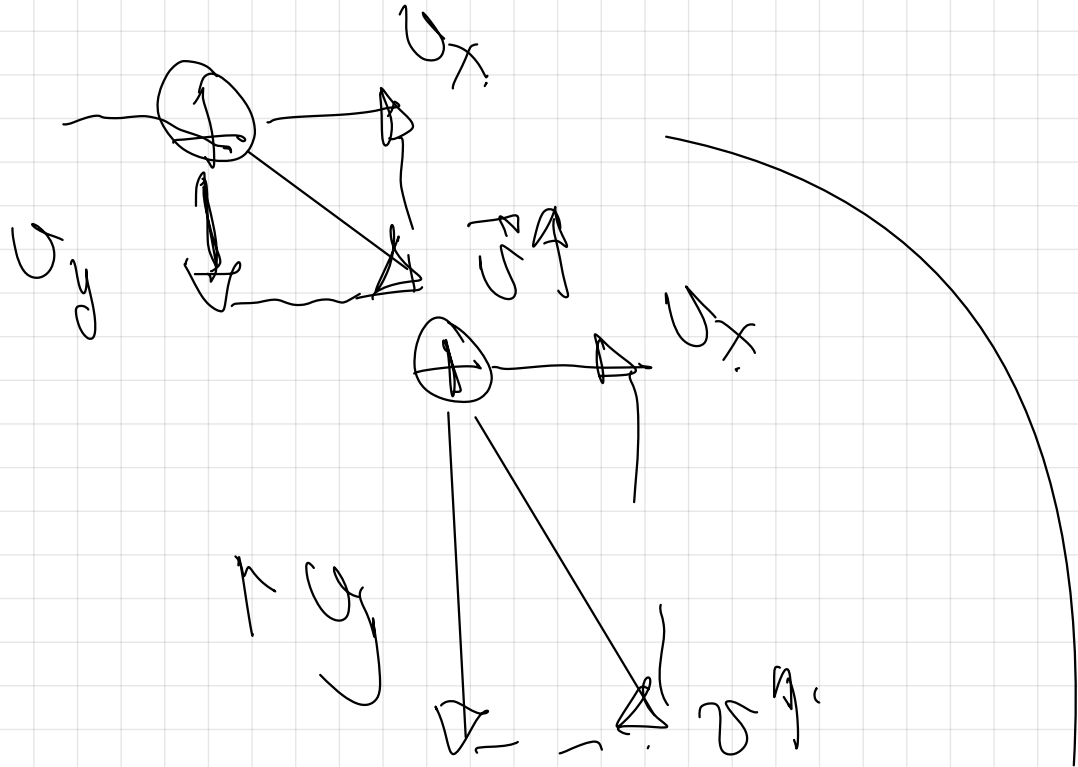
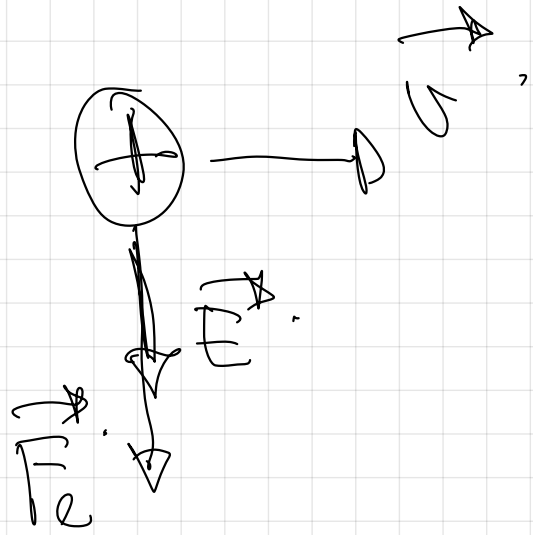


$v \cdot B = E$

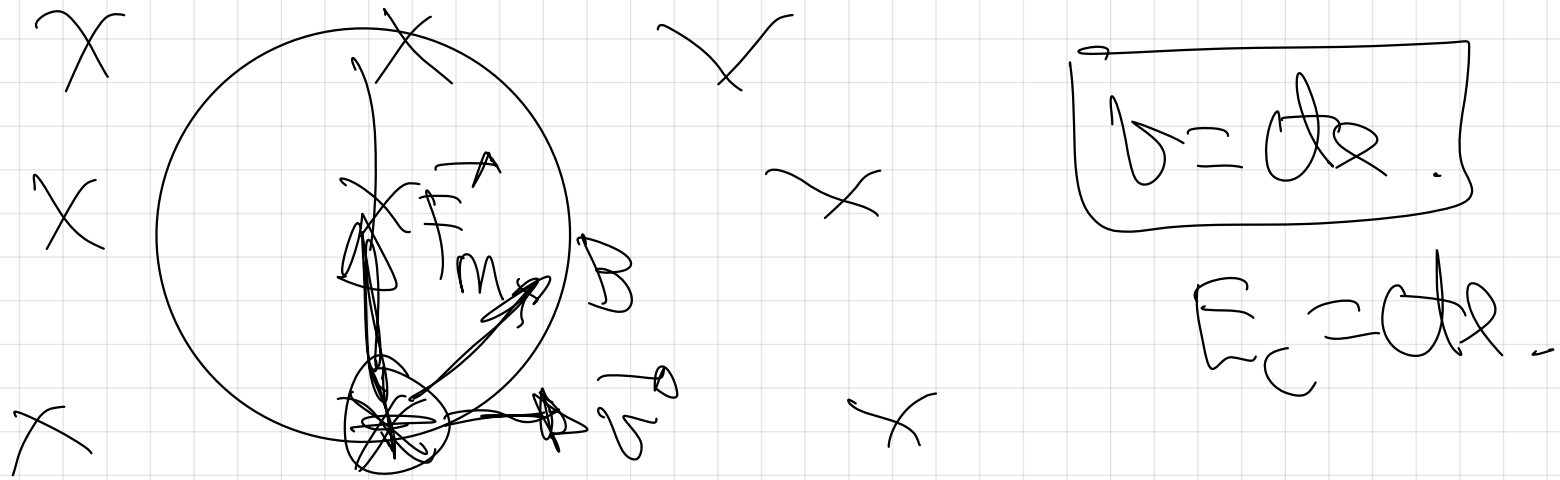




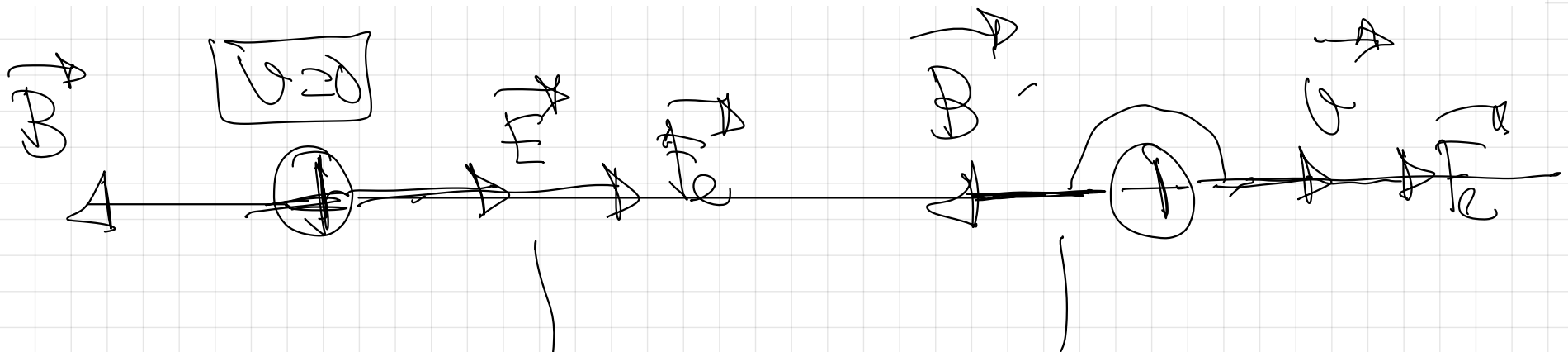




u avanzata



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.



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

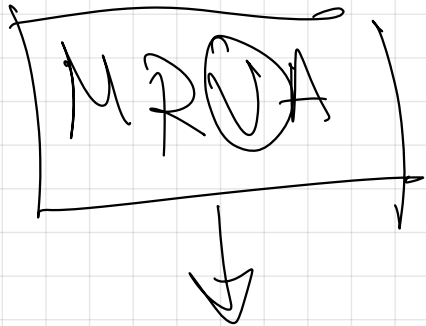
$$F_m = 0.$$

$$F_e = q \cdot E.$$

$$F_e = m \cdot a$$

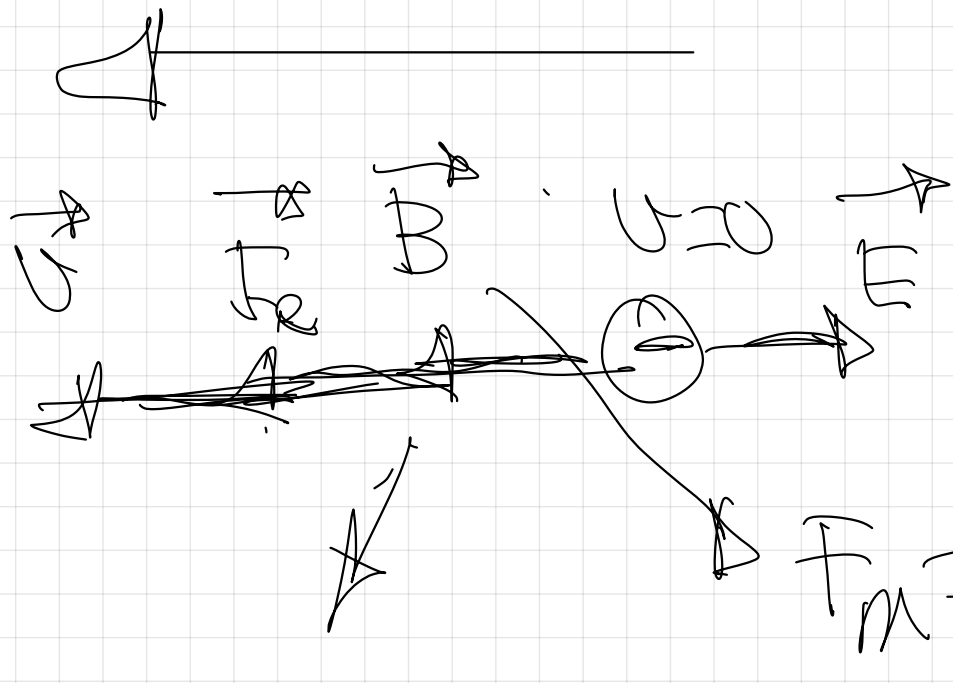
$$F_m = q \cdot v \cdot B \cdot \sin 180^\circ$$

$$F_m = 0.$$



Se E uniforme,
 v uniforme,
 q uniforme.

trajetória retilínea -
movimento acelerado

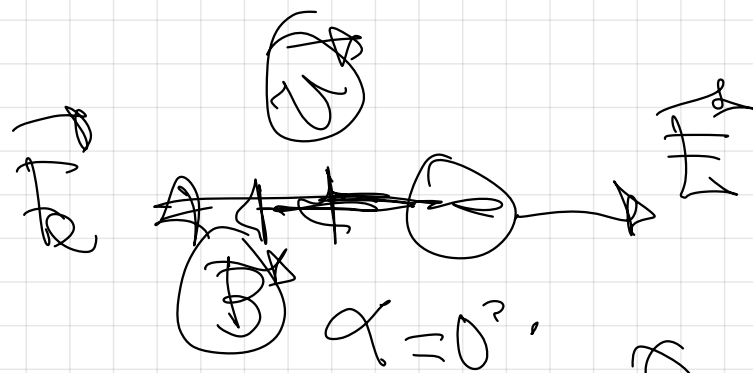


Caso analógico al anterior cuando la carga fuese negativa.

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

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

$$F_m = 0.$$

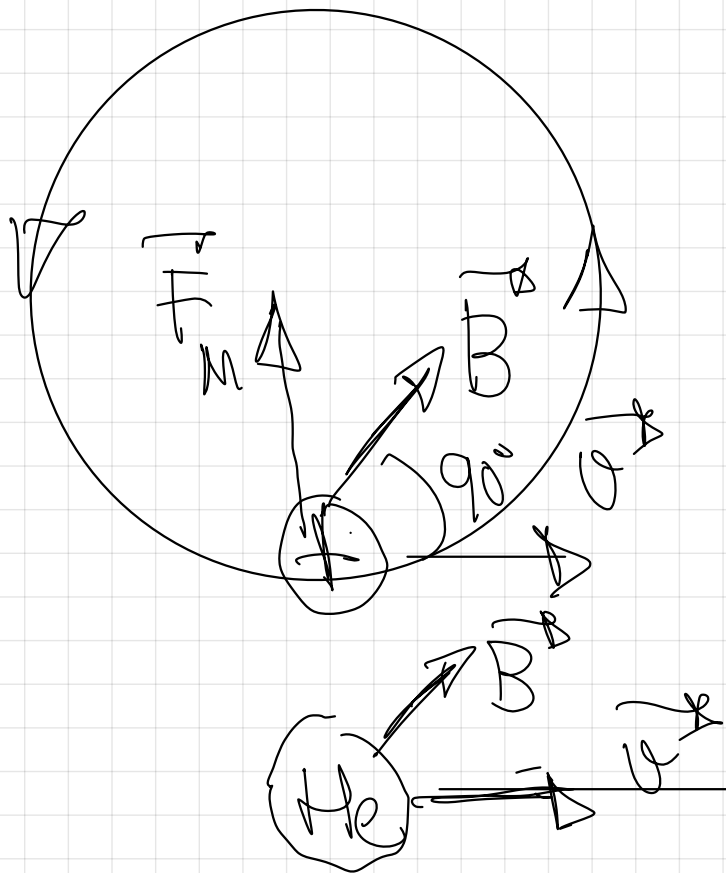


$$F_m = q \cdot v \cdot B \cdot \sin 0^\circ = 0.$$

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?

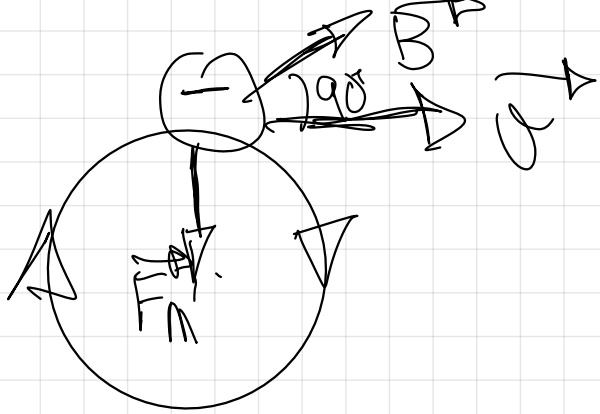


$$q_p = |q_e| = e$$

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

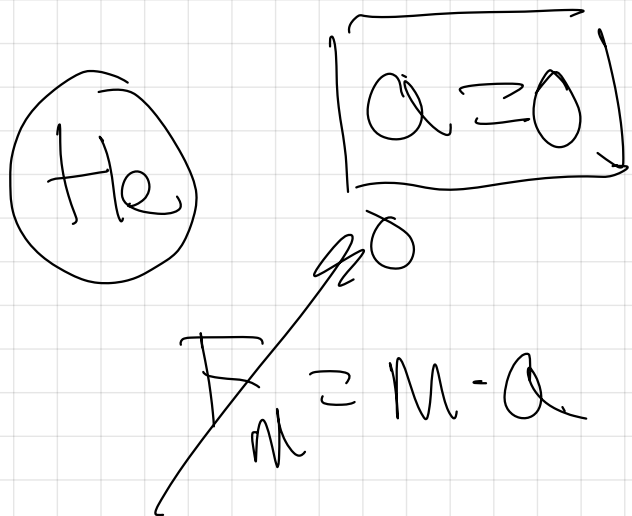
$$F_{mp} = q \cdot v \cdot B$$

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



$$F_{m_e} = e \cdot v \cdot B \cdot \sin 90^\circ$$

$$F_{m_p} = F_e \Rightarrow F_{He} \nearrow 0$$



$$\oplus \quad F_m = m_p \cdot a_{np} \downarrow$$

$$\parallel m_p > m_e$$

$$\ominus \quad F_m = m_e \cdot a_{ne} \uparrow$$

$$a_{ne} \rightarrow a_{np} > a_{He} \nearrow 0$$

$$\frac{|v^2|}{r} \quad \frac{|v^2|}{r}$$

$$r_e < r_p$$

¿ Cond varía en E_c ?

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

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

E_c neutra no varía no varía ya que no se ejerce sobre el ninguna fuerza.

$$F = 0 \Rightarrow a = 0 \Rightarrow v = ct$$

E_c^- no varía por la misma razón que la el protón.

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

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

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

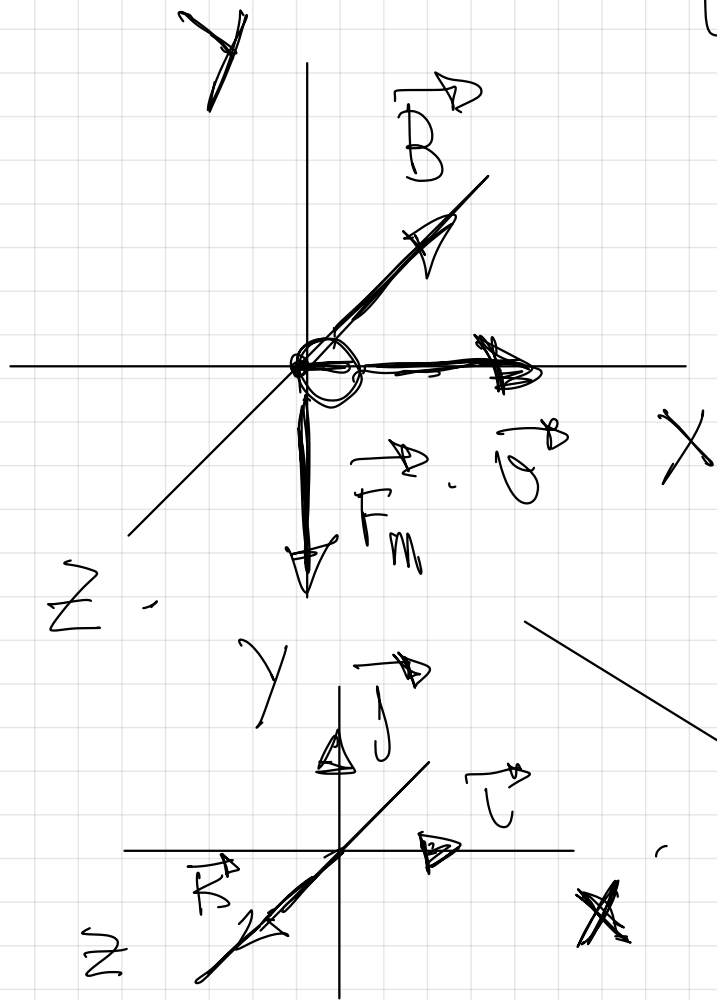
Aunque la E_c no varía,
el átomo de He es el
que tiene mayor masa
y por ello mayor E_c

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

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;

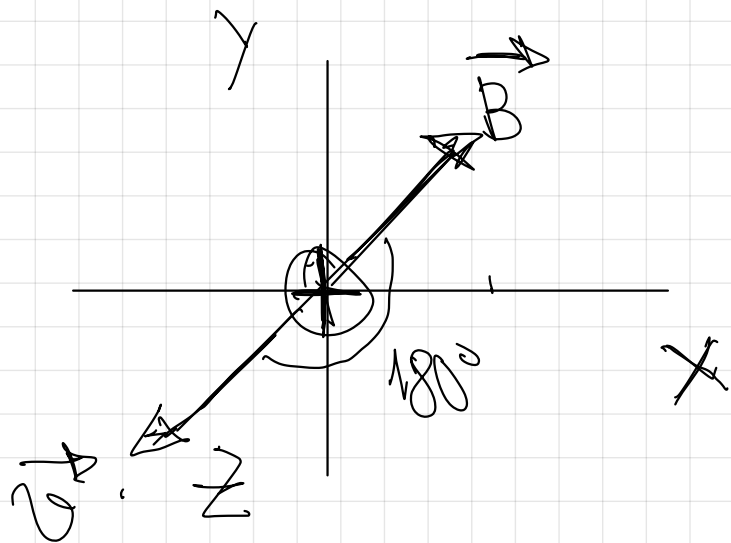


la partícula β es un electrón de origen nuclear, \odot , su masa es la del electrón

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

↓
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



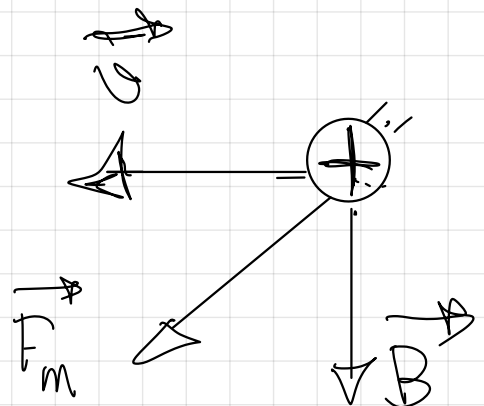
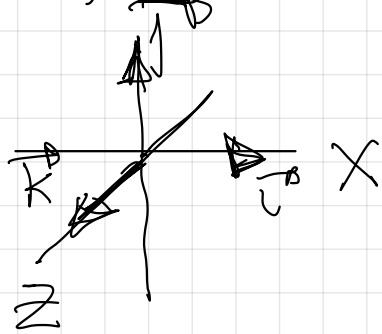
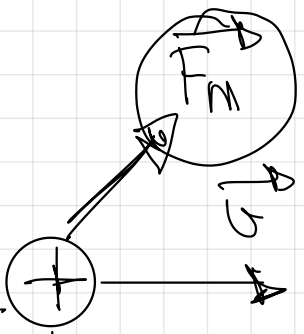
$$\vec{F}_m = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$

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

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).

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

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

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

$$\vec{F}_m = q \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ v_x & v_y & v_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

$$\vec{F}_m = q \cdot \begin{pmatrix} v_x \\ -v_y \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} B_y \\ -B_x \end{pmatrix}$$

$$\vec{F}_m = +q v_x B_y - q v_y B_x$$

En ambos casos la F_m es perpendicular al plano formado por v y B (plano del papel o pizarra).
 Su sentido lo da la regla de la mano izquierda (CONPROBARLA)

uniforme

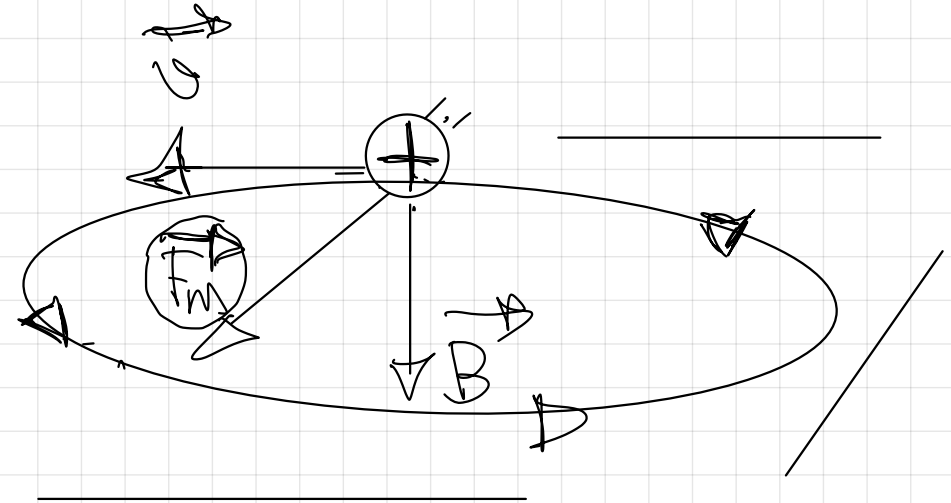
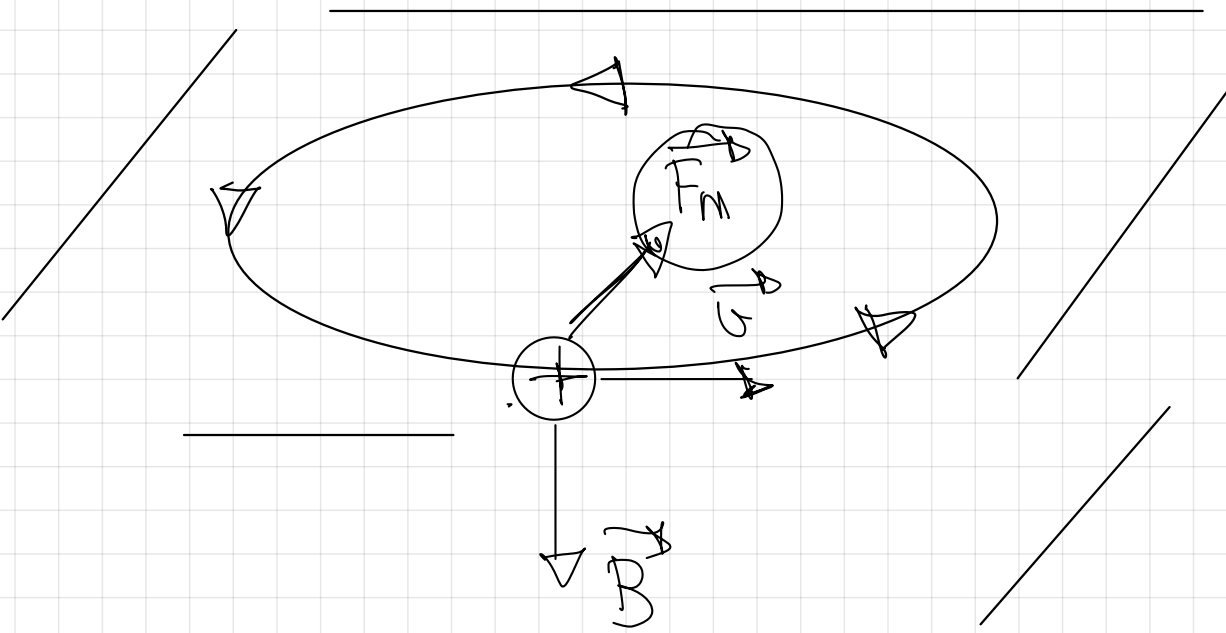
Ley de Lorentz

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

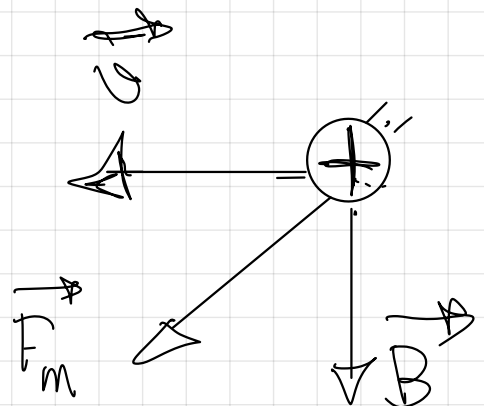
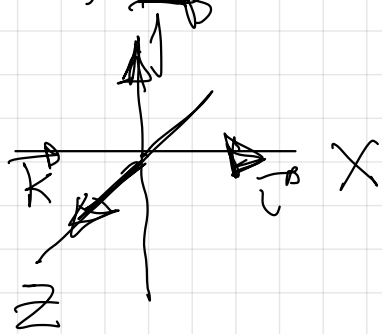
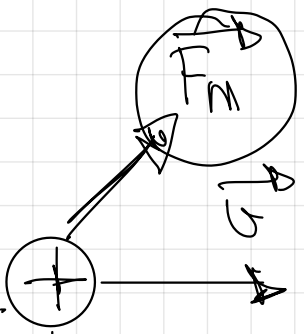
$$\vec{F}_m = q \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ v_x & v_y & v_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

$$\vec{F}_m = q \cdot \begin{pmatrix} v_x \\ -v_y \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} B_y \\ -B_x \end{pmatrix}$$

$$\vec{F}_m = +q v_x B_y - q v_y B_x$$



↙
↘
 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

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

$$\vec{F}_m = q \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ v_x & v_y & v_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

$$\vec{F}_m = q \cdot \begin{pmatrix} v_x \\ -v_y \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} B_x \\ B_y \\ 0 \end{pmatrix}$$

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

En ambos casos la F_m es perpendicular al plano formado por v y B (plano del papel o pizarra).
 Su sentido lo da la regla de la mano izquierda (CONPROBARLA)

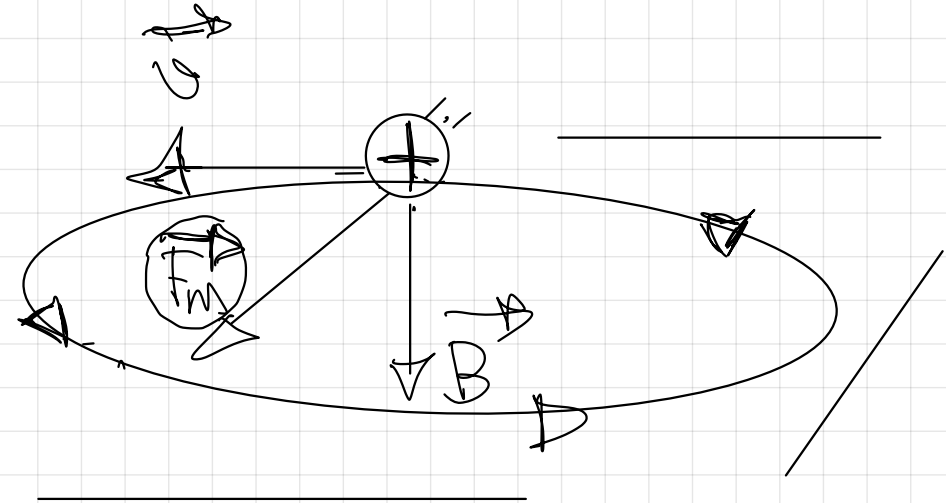
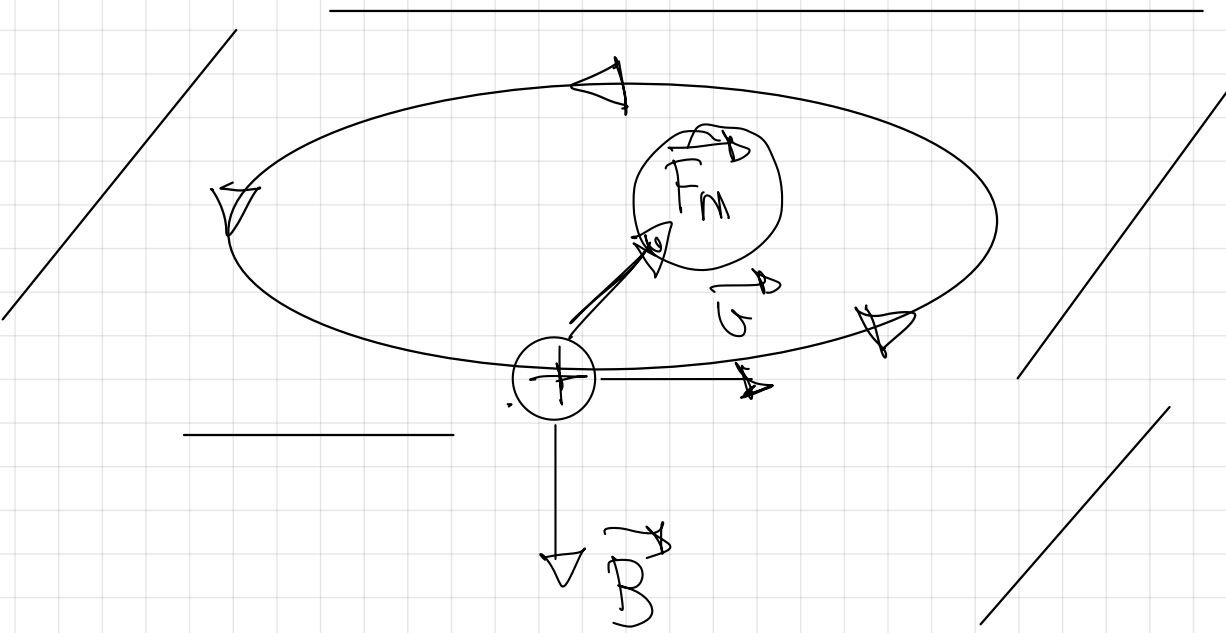
Ley de Lorentz

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

$$\vec{F}_m = q \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ v_x & v_y & v_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

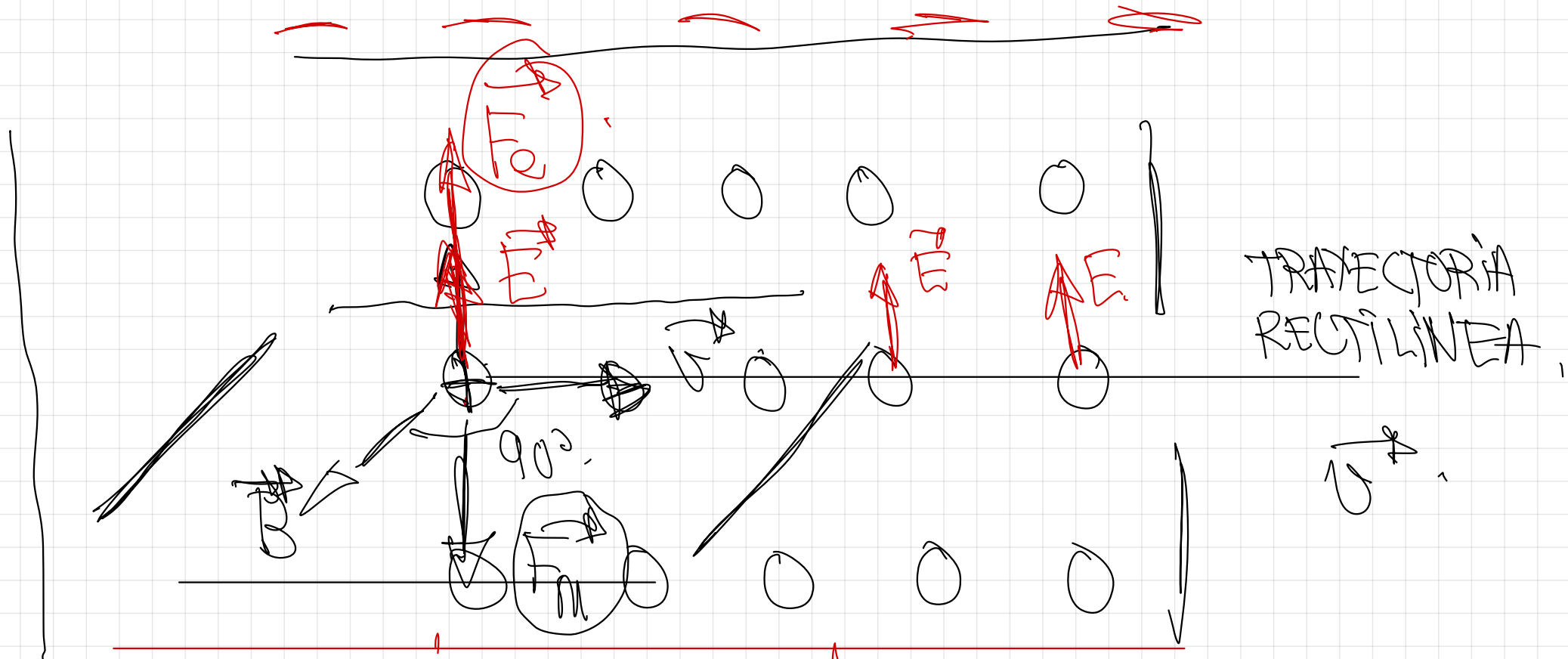
$$\vec{F}_m = q \cdot \begin{pmatrix} -v_x \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} B_x \\ B_y \\ 0 \end{pmatrix}$$

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



↙
↘
 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



TRAYECTORIA
RECTILINEA

$$q \cdot E = q \cdot v \cdot B \quad \text{at } 90^\circ$$

$$\left[\begin{array}{l} v \\ B \end{array} \right]$$

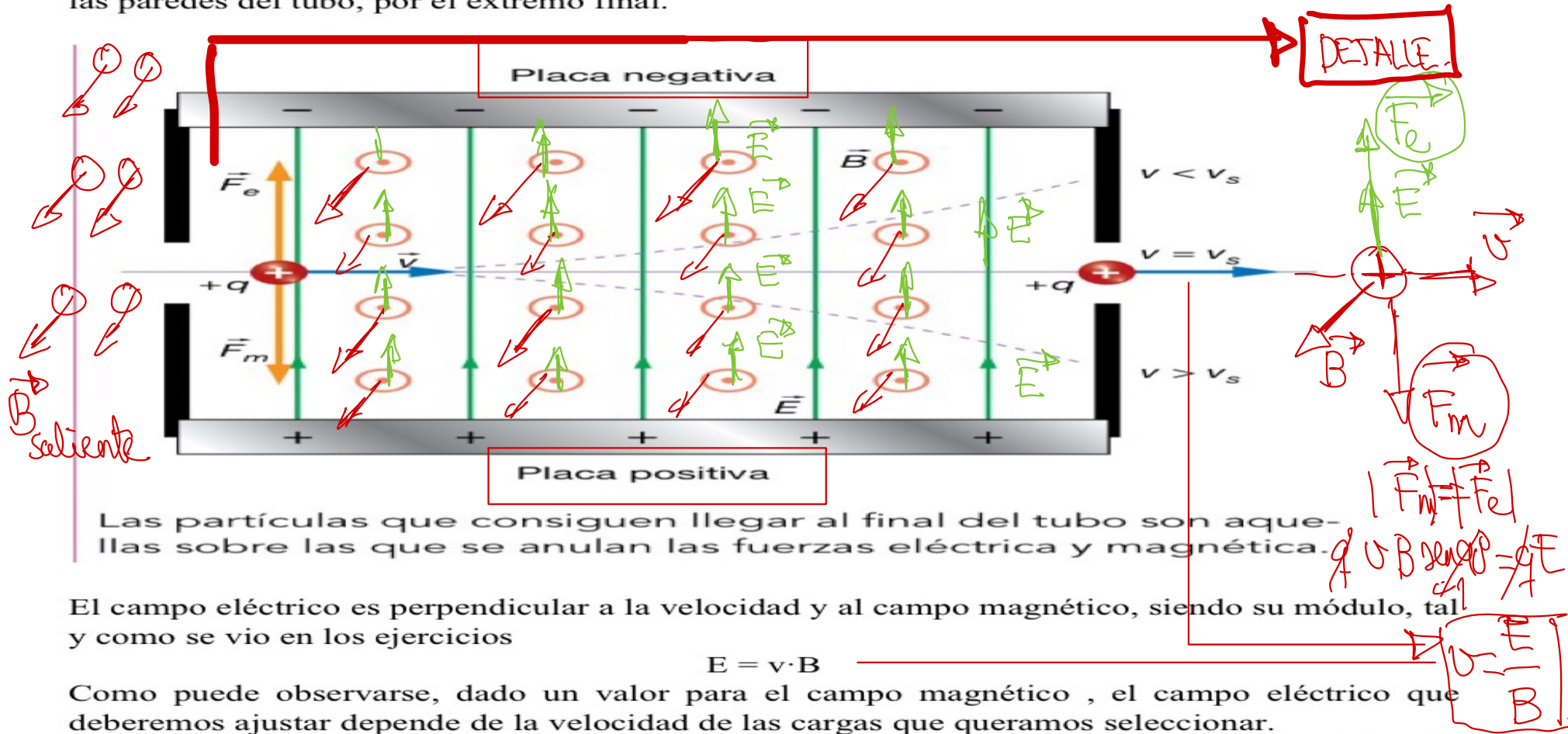
SELECTOR DE VELOCIDADES. ESPECTRÓMETRO DE MASAS. CLICLOTRÓN.
ACELERADORES DE PARTÍCULAS

PAG 76 DEL LIBRO

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.

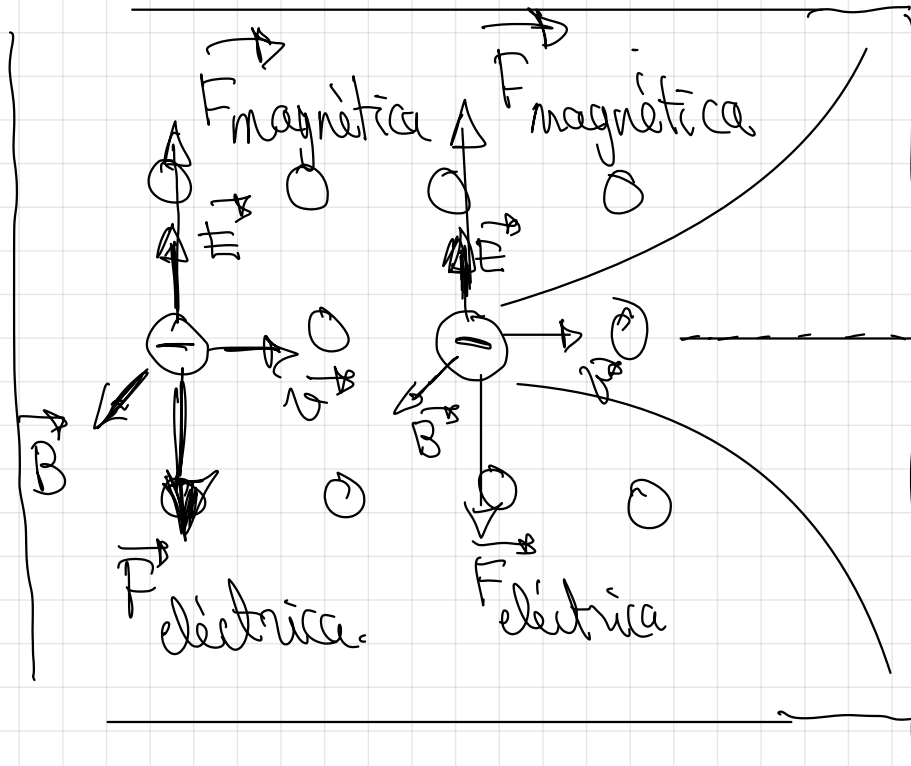
El campo eléctrico es perpendicular a la velocidad y al campo magnético, siendo su módulo, tal y como se vio en los ejercicios

$$E = v \cdot B$$

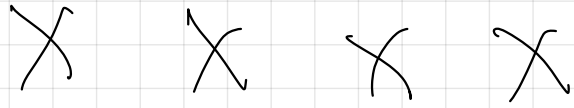
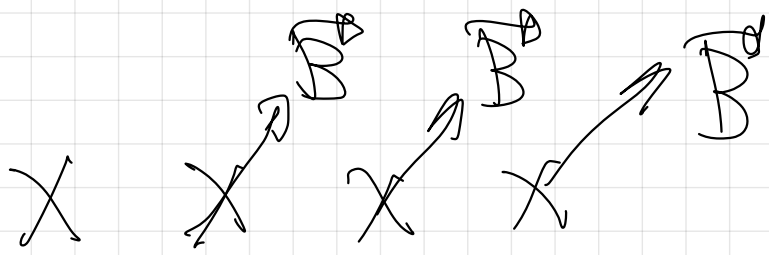
Como puede observarse, dado un valor para el campo magnético, el campo eléctrico que deberemos ajustar depende de la velocidad de las cargas que queramos seleccionar.

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

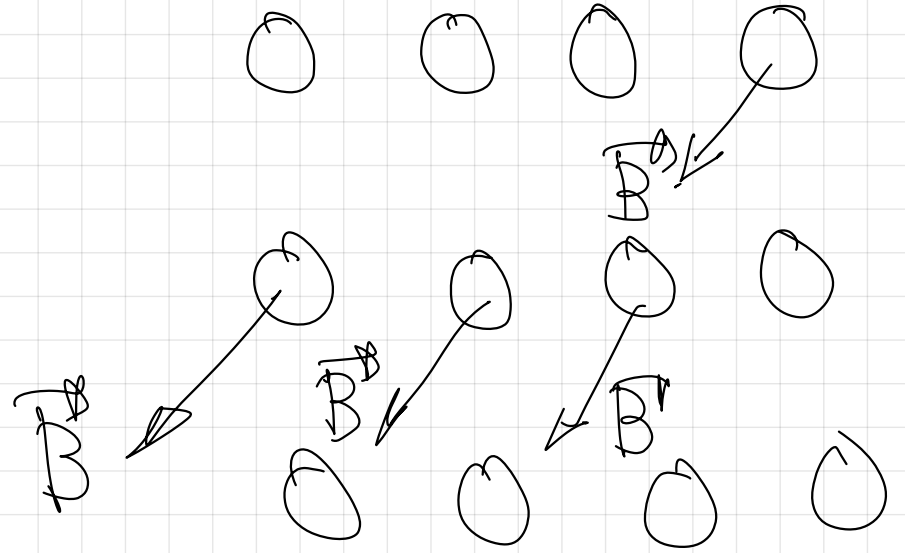
la misma
orientación
de campos
también
funcionaria
en la carga
negativa.



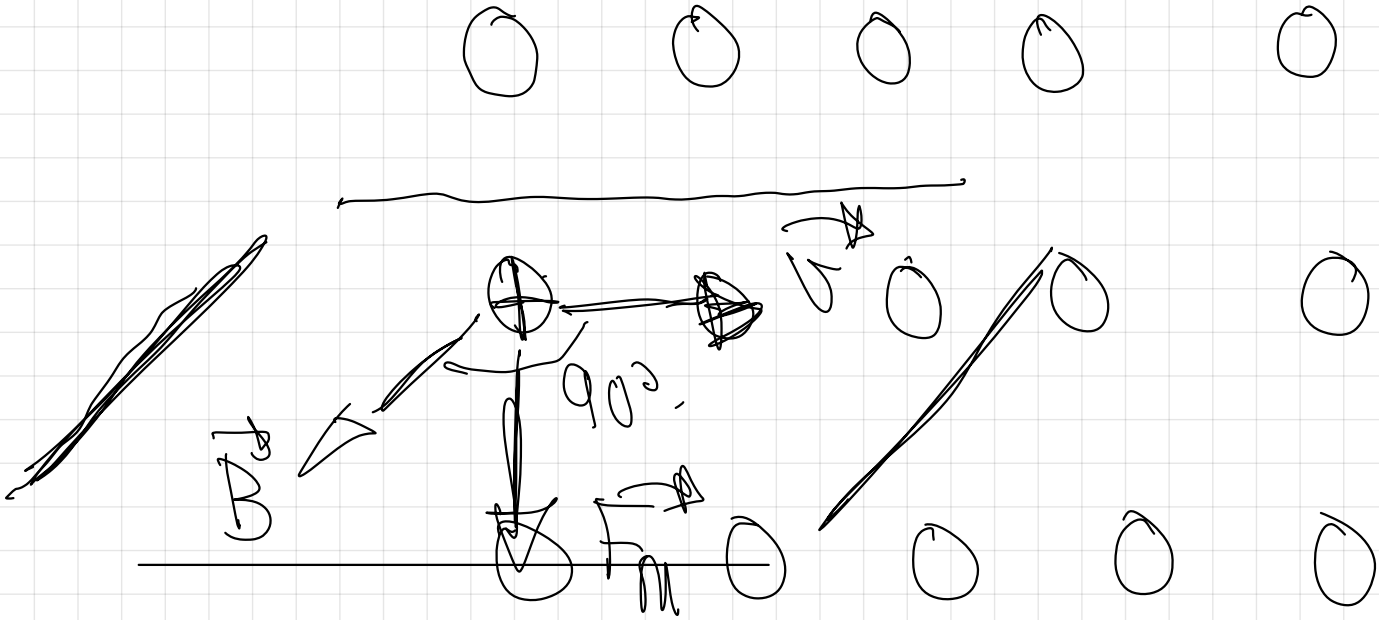
$F_m = F_e$
 $q \cdot v B \sin \theta = q \cdot E$
 $v = \frac{E}{B}$
 $v > v_{salida}$
 $v < v_{salida}$

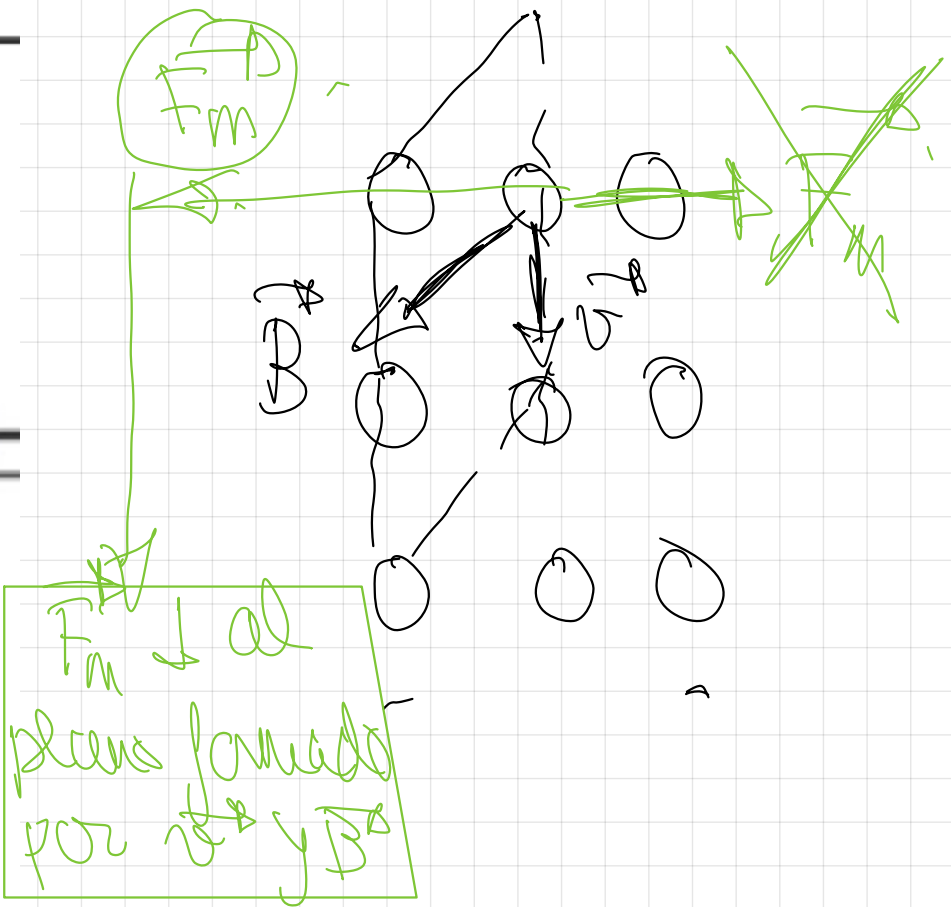
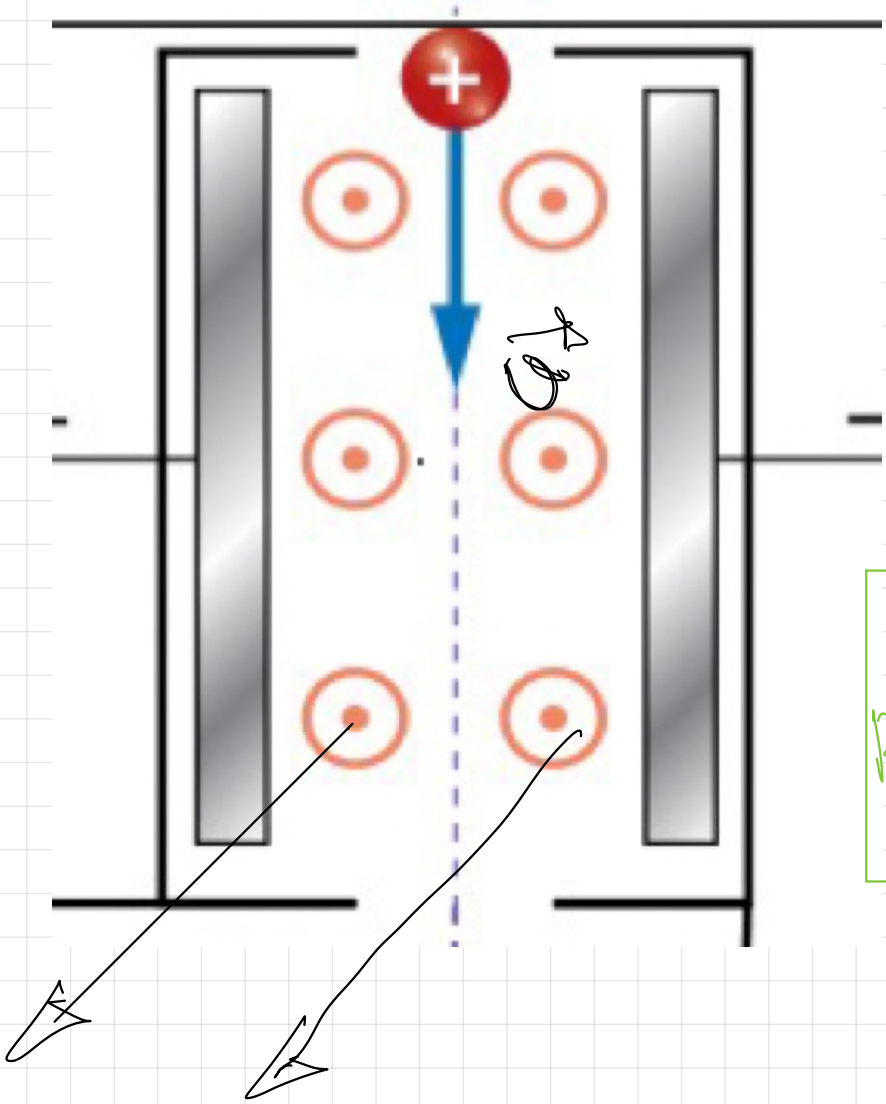


B^+
Bentante



B^+
Bialitate.



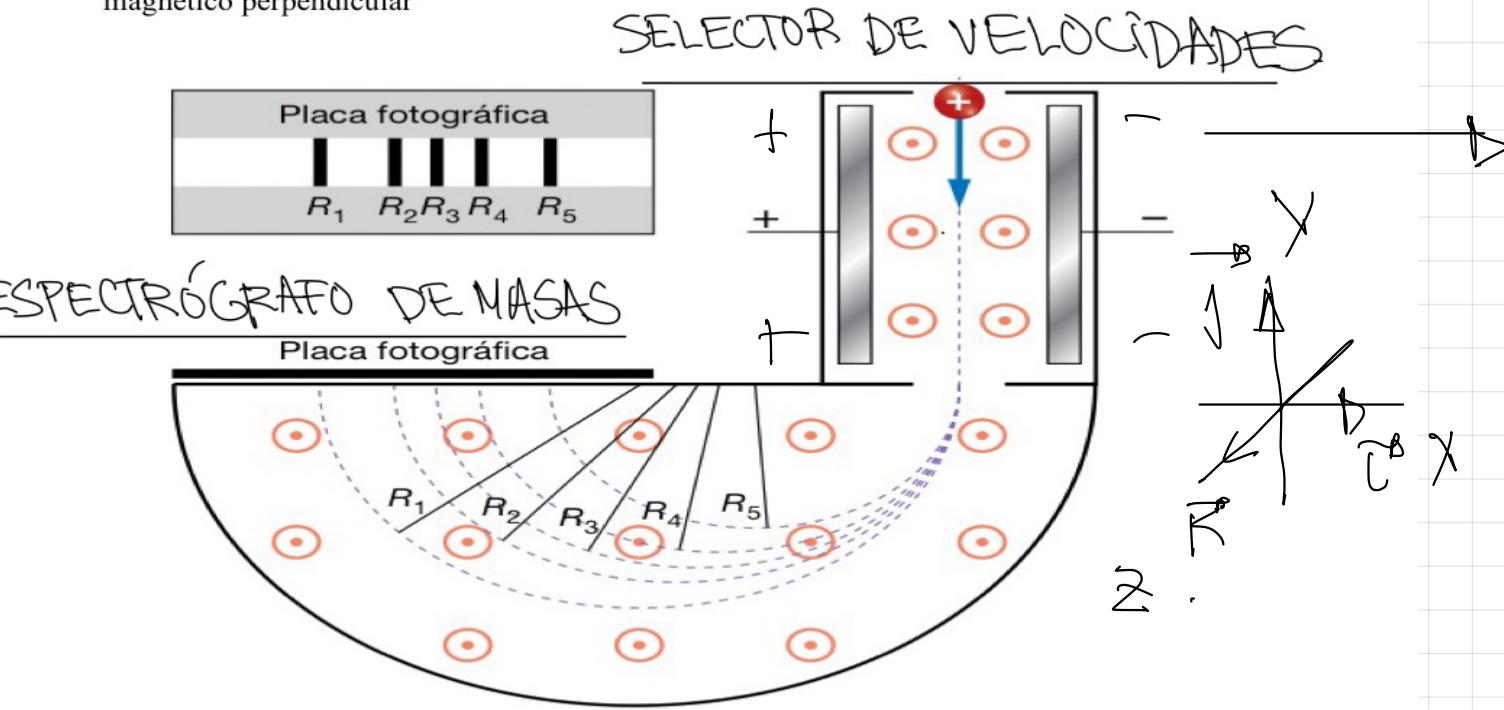


$$F_m = f \cdot \left(\begin{matrix} x \\ y \\ B \end{matrix} \right)$$

$$F_m = \left(\begin{matrix} x \\ y \\ B \end{matrix} \right) \cdot \left(\begin{matrix} f_x \\ f_y \\ f_B \end{matrix} \right)$$

$$\left(\begin{matrix} x \\ y \\ B \end{matrix} \right) \cdot \left(\begin{matrix} f_x \\ f_y \\ f_B \end{matrix} \right)$$

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



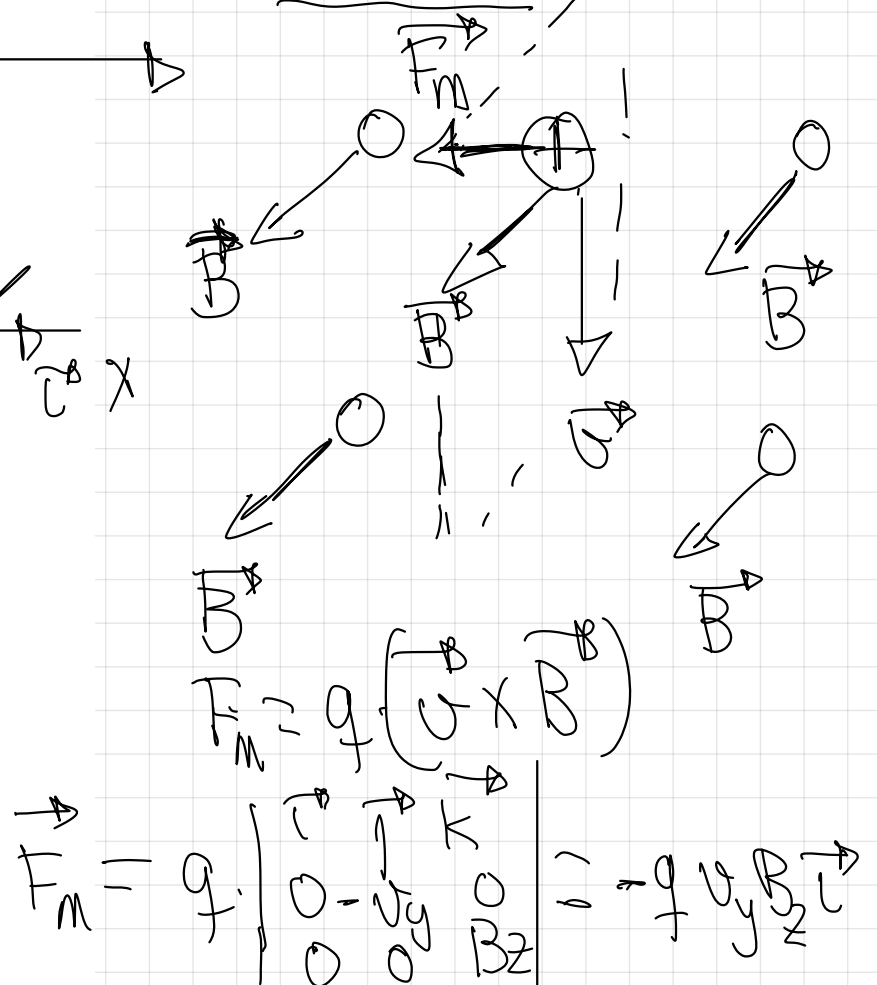
Este dispositivo se ha utilizado para encontrar los distintos isótopos de los elementos. Cada elemento se ioniza de manera estable con la misma carga, independientemente del tipo de isótopo. Por ejemplo, en una cámara de ionización producimos los iones Mg^{2+} y los aceleramos mediante un campo eléctrico 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

DETALLE



$F_m \perp$ al plano formado por v y B . Sentido regla de la mano izquierda. (comprobar)

SELECTOR DE VELOCIDADES

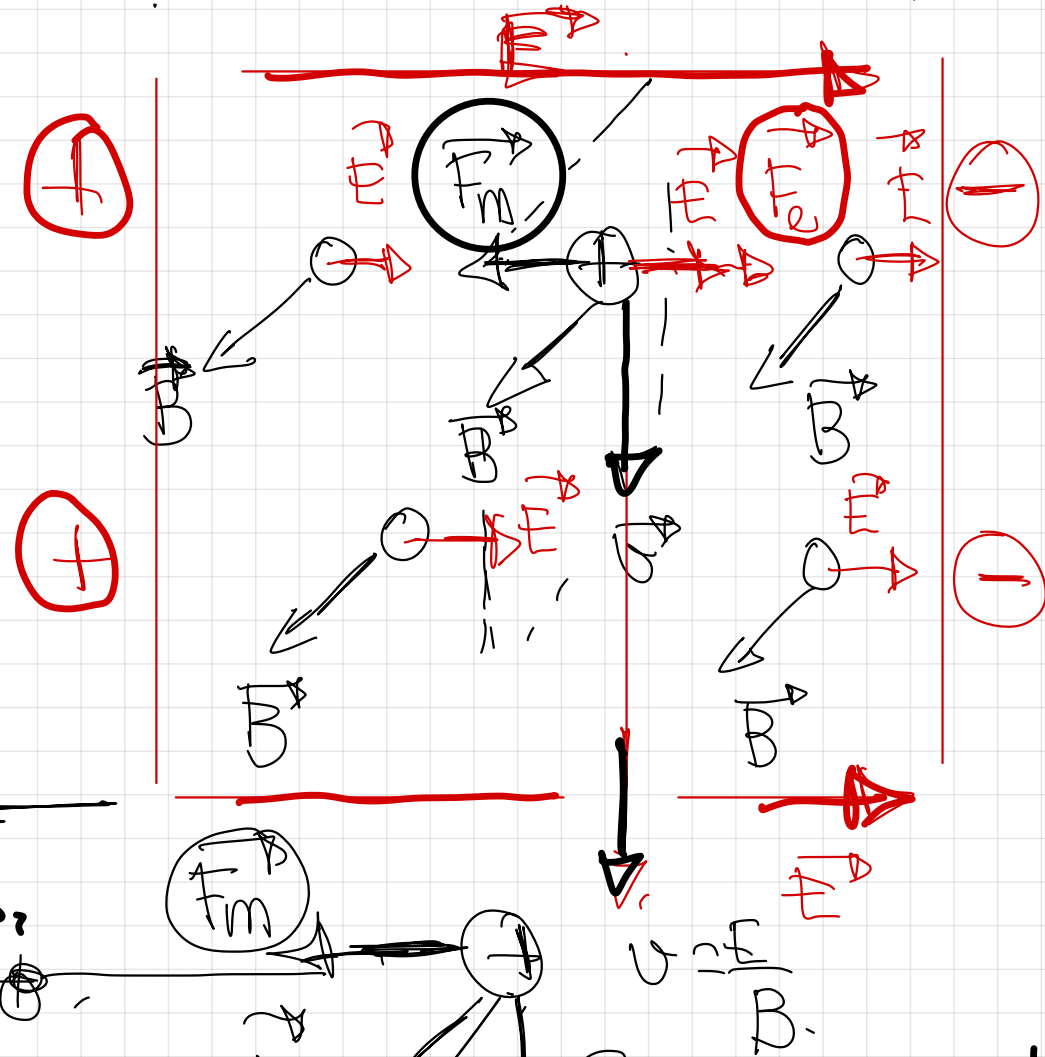
$$F_m \approx F_e$$

$$q \cdot v \cdot B \cdot \text{en } 90^\circ = q E$$

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

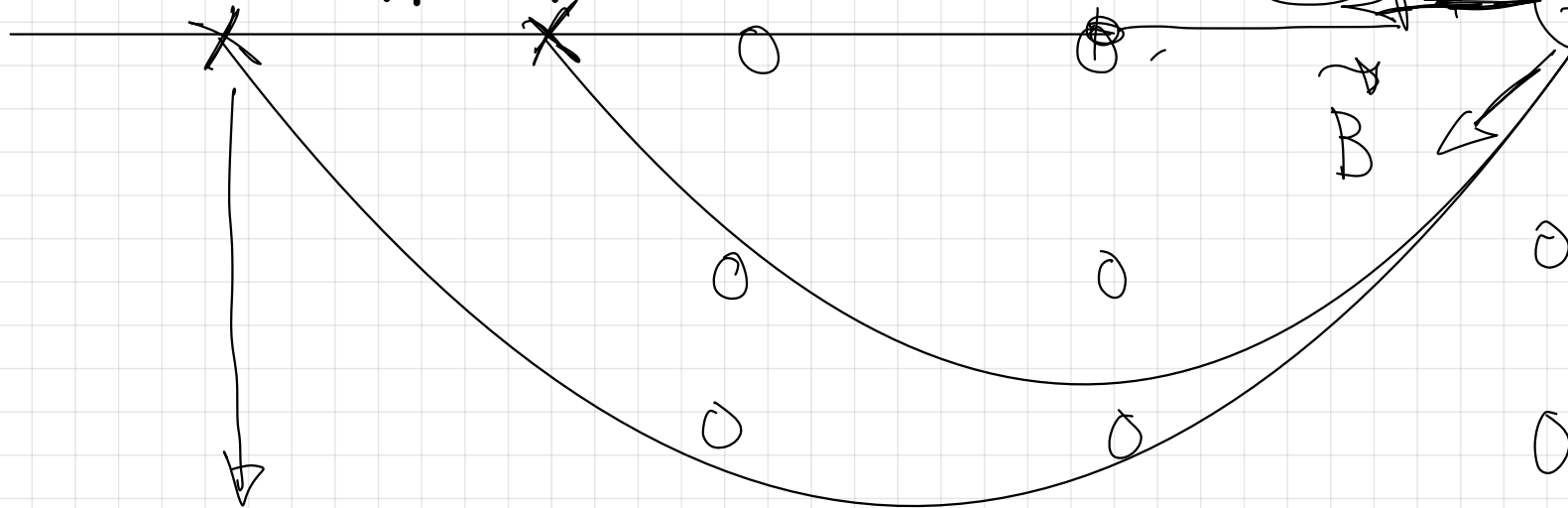


Penetran con la misma velocidad y aqui deja de actuar el campo eléctrico.



SOLO ACTÚA EL CAMPO MAGNÉTICO

ESPECTRÓGRAFO DE MASAS



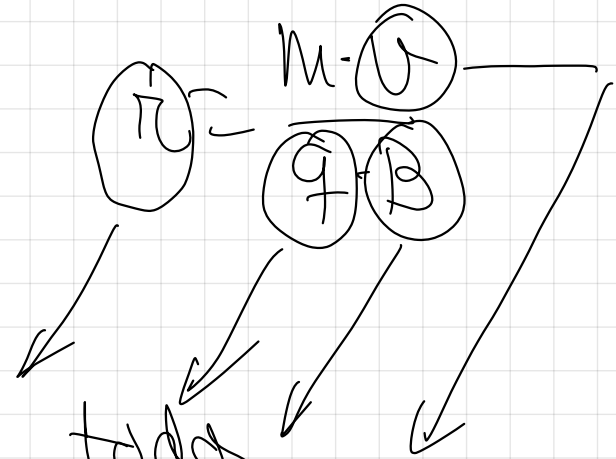


Podemos saber el radio de la trayectoria de la semicircunferencia descrita en el espectrógrafo de masas

$$F_m = F_n$$

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

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



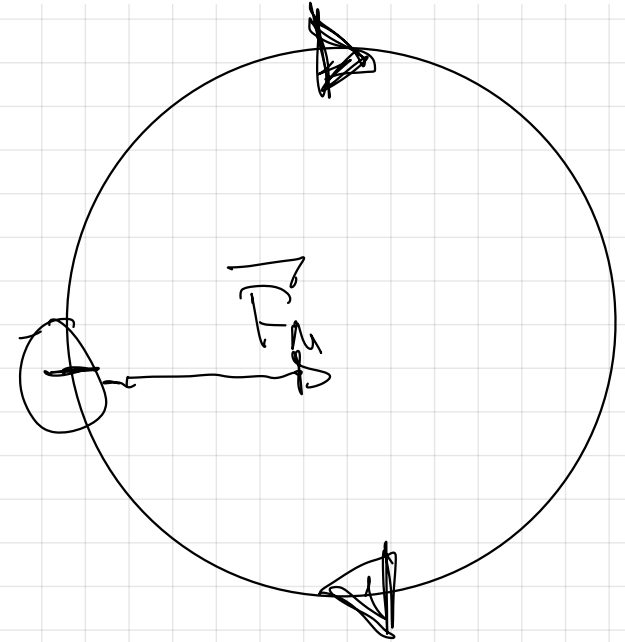
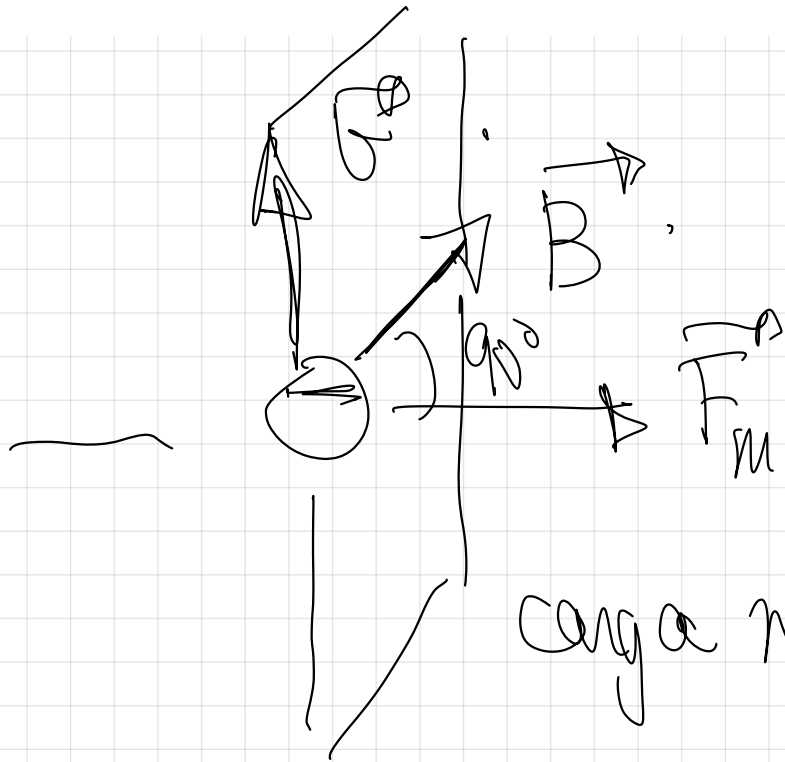
Sabiéndolos todos
podría hallar la
masa de la partícula
cargada que se introduce.

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?

$$\mathbf{F} = q (\mathbf{v} \times \mathbf{B}) \quad \text{ley de Lorentz.}$$

Siempre \perp entre \mathbf{F} y \mathbf{v} , \mathbf{F} y \mathbf{B}
podrían no ser \perp \mathbf{v} y \mathbf{B} .

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.



$$F_m = F_n$$

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

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

$$F_m = F_a.$$

$$f \cdot v \cdot B = \cancel{2\pi} \cdot \cancel{90^\circ} \cdot \frac{m \cdot v^2}{R}$$

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

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

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

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



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

tiempo que
requiere a
un período

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



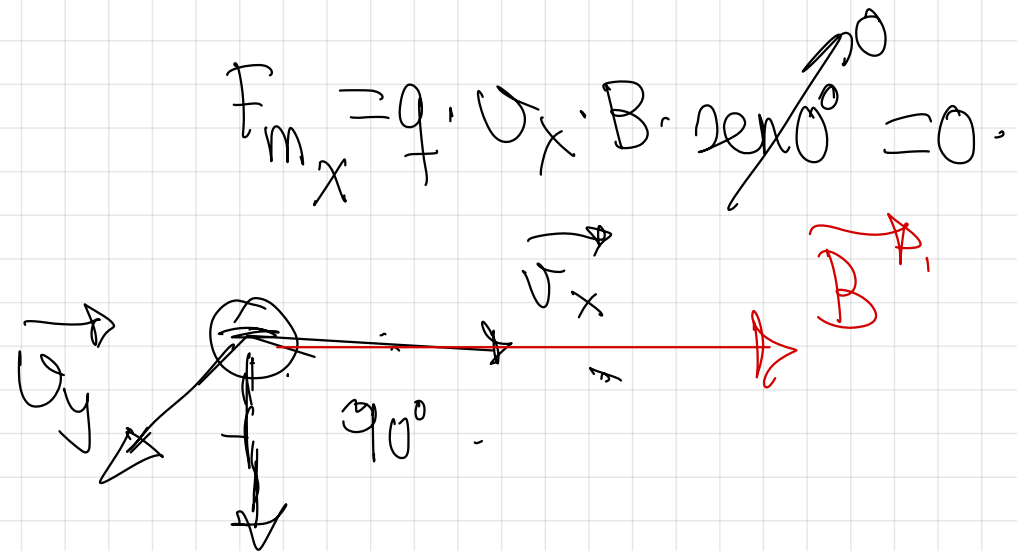
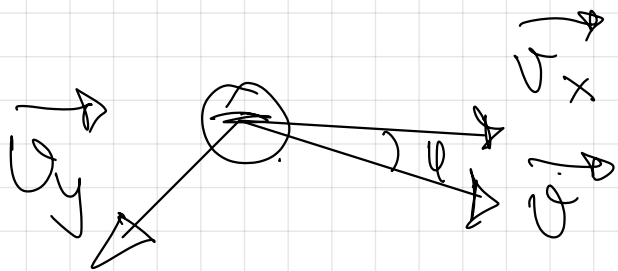
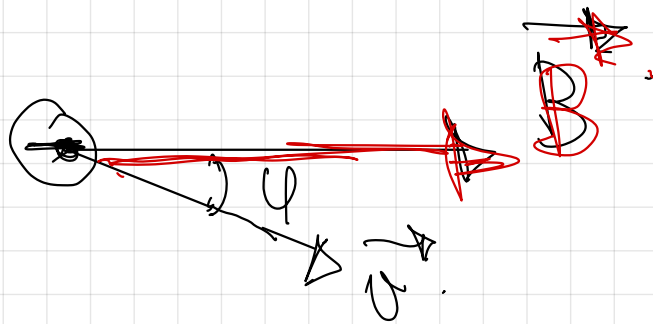
$$f = \frac{1}{T} = \frac{q \cdot B}{n \cdot 2\pi}$$

$n = 2\pi / q \cdot B$

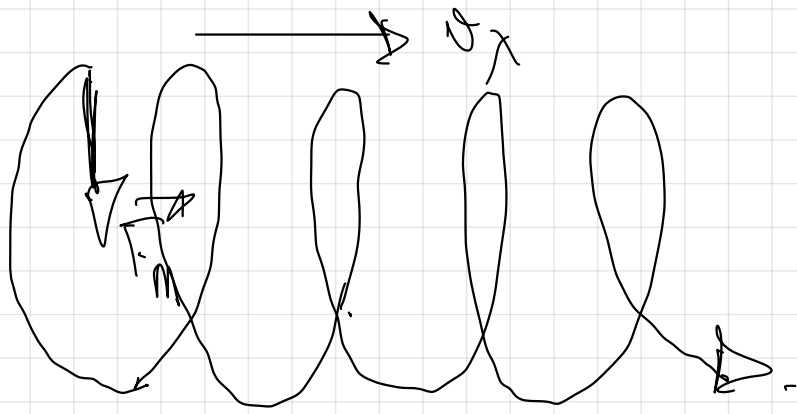
$$f = \frac{q \cdot B}{n \cdot 2\pi}$$

pag 75 Trayectoria.

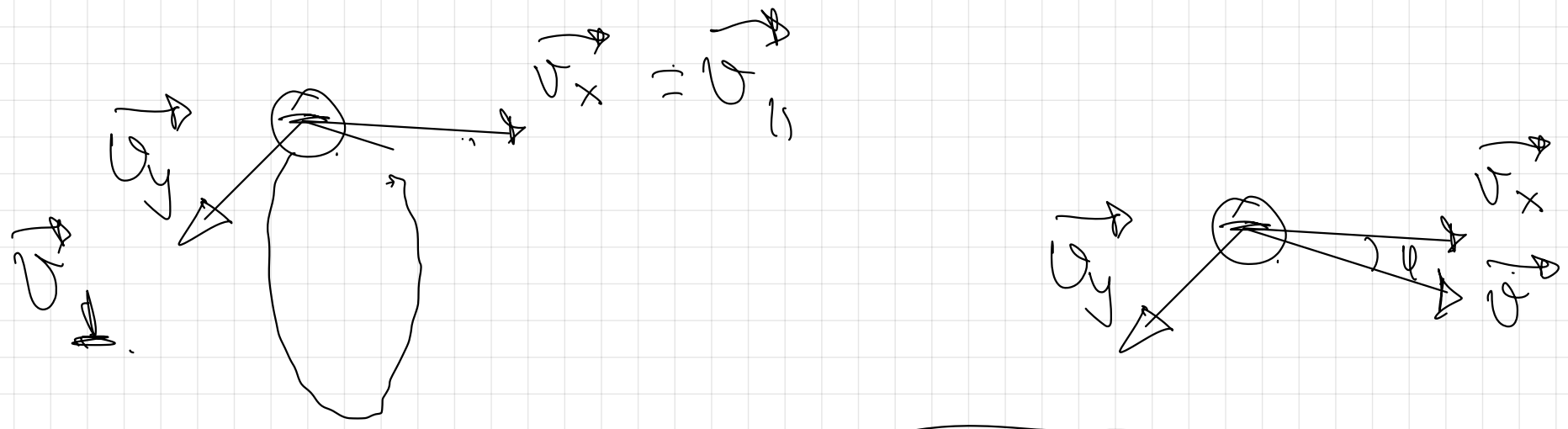
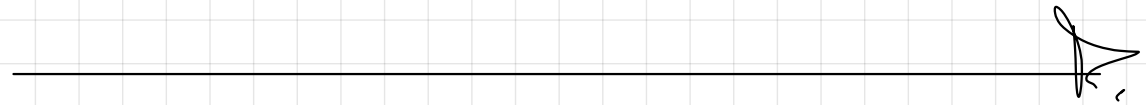
c) La velocidad v y el campo B forman un ángulo $0 < \alpha < 90^\circ$
el caso que la partícula se mueva con una velocidad que no es n



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



\vec{H}



$\vec{H} = \vec{H} \cdot \vec{e}_x$

$\vec{H} = \vec{H} \cdot \vec{e}_x$

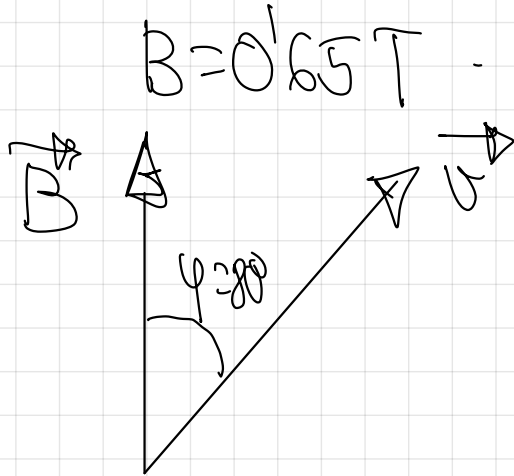
$\vec{H} = \vec{H} \cdot \vec{e}_x$

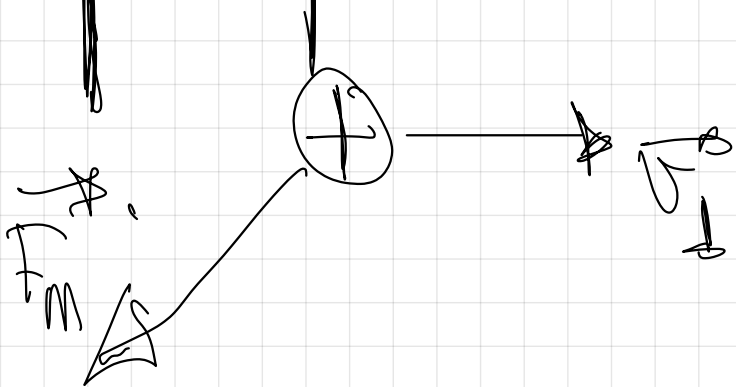
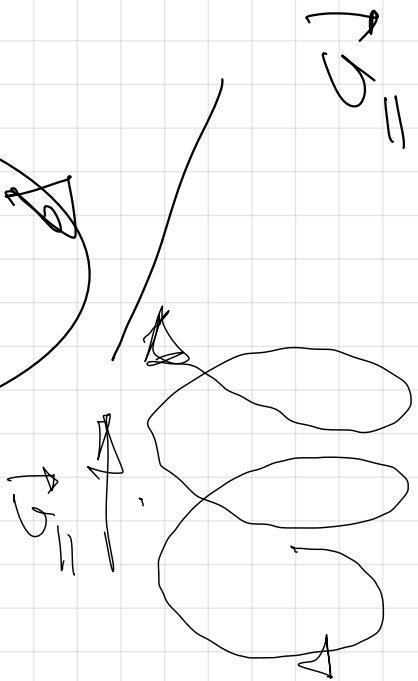
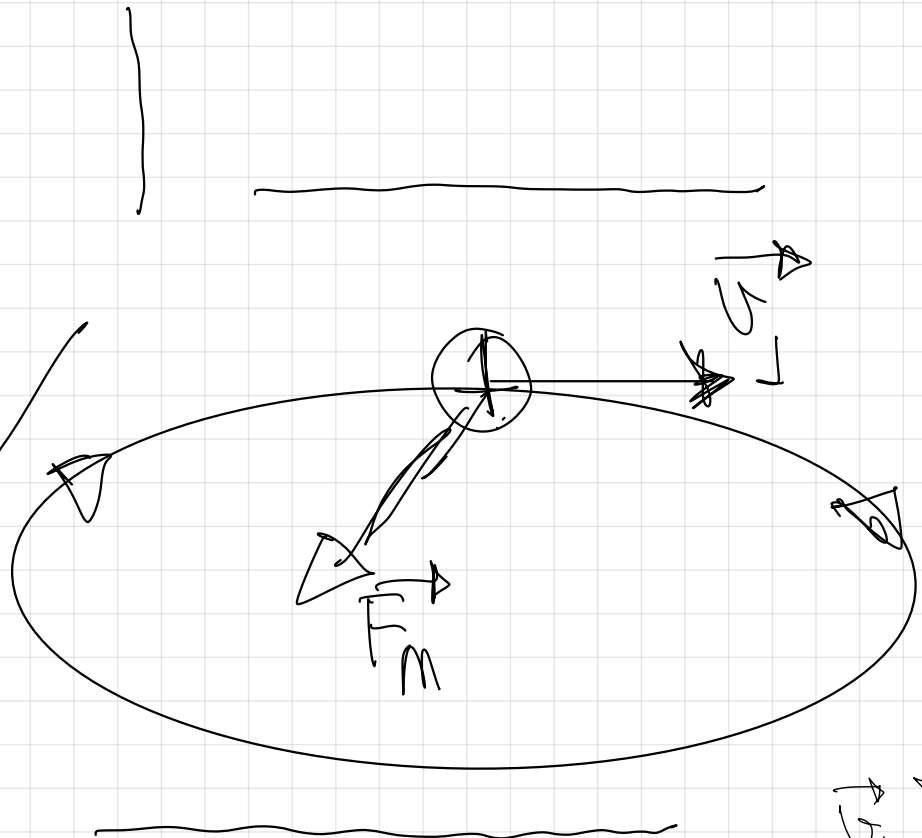
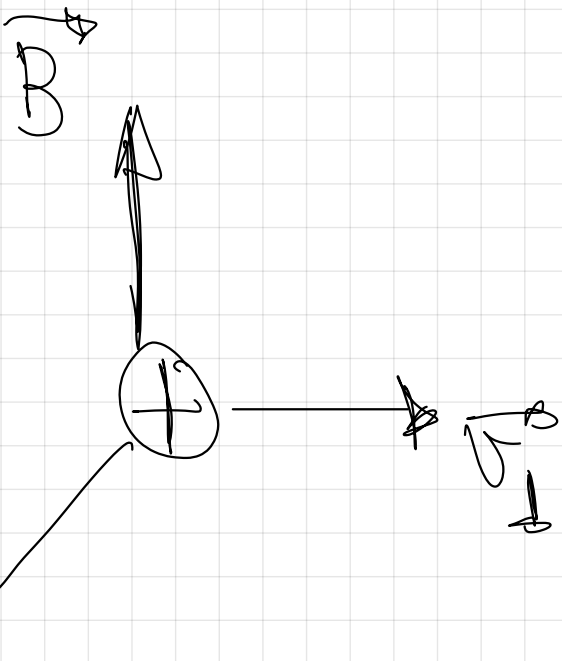
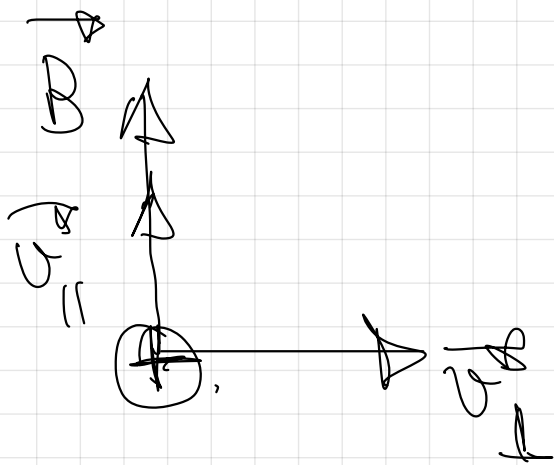
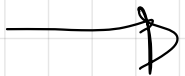
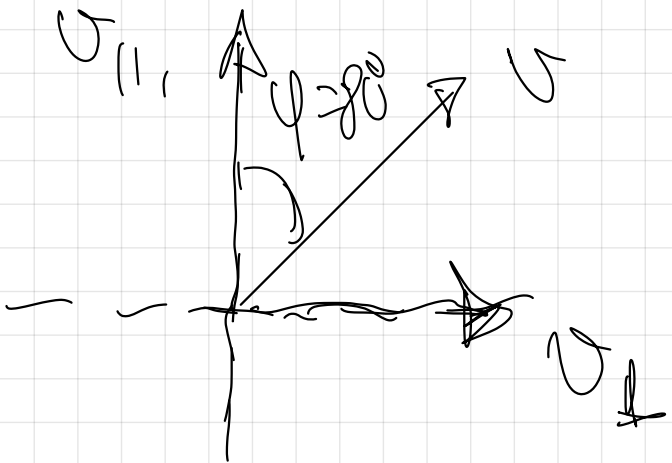
$$F_m = q \cdot [v \cdot \sin \varphi] \cdot B.$$

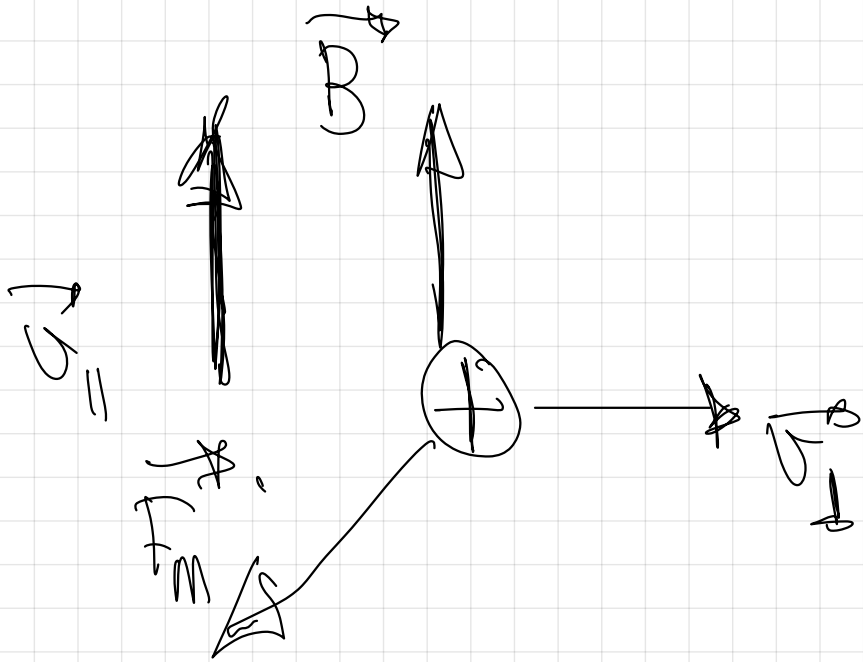
E_c .

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

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

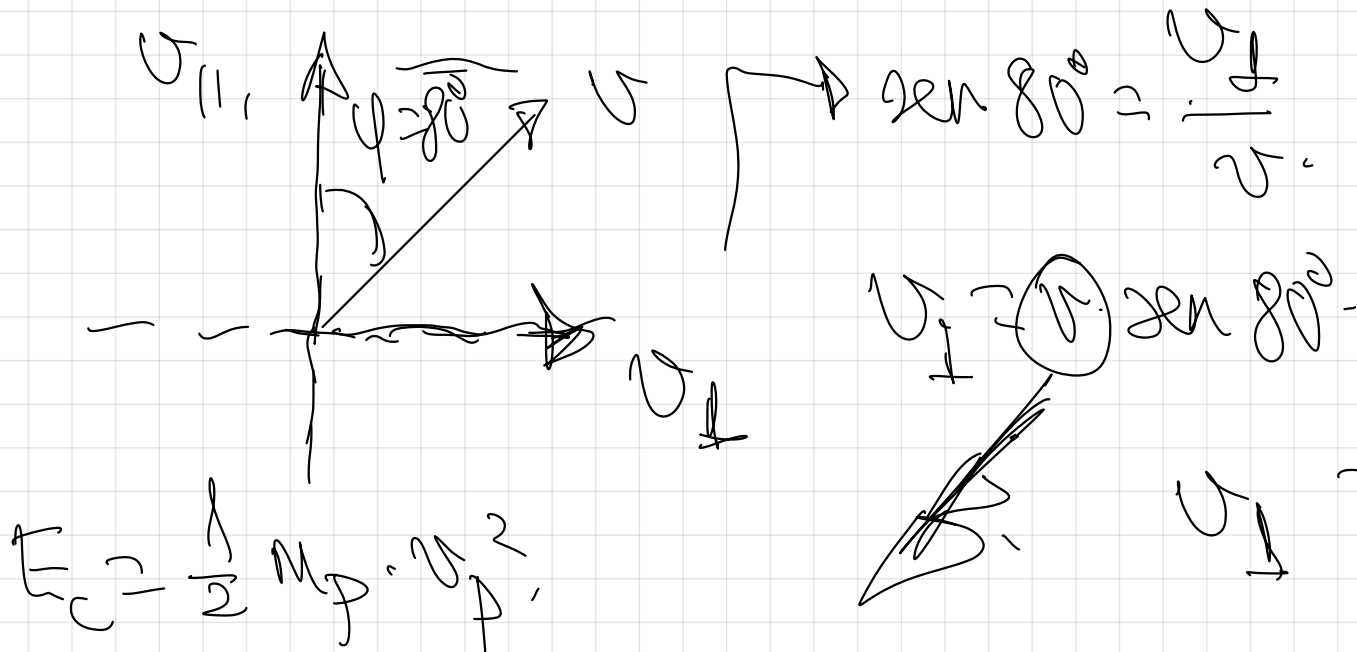






$$F_m = F_n$$

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



$$v_{\perp} = 3.28 \cdot 10^5 \text{ m/s} \cdot \sin 80^\circ$$

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

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

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

con el plano.

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

$$r = \frac{m \cdot v_{\downarrow}^2}{q \cdot B} = \frac{1.67 \cdot 10^{-27} \cdot 3.23 \cdot 10^5}{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 0.65} = 5.19 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$F_m = F_n.$$

$$q \cdot \cancel{v} \cdot B \cdot \cancel{2\pi r} \cdot \cancel{\varphi_0} = m \cdot \frac{\cancel{v^2}}{\cancel{r}}.$$

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

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

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

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

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

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

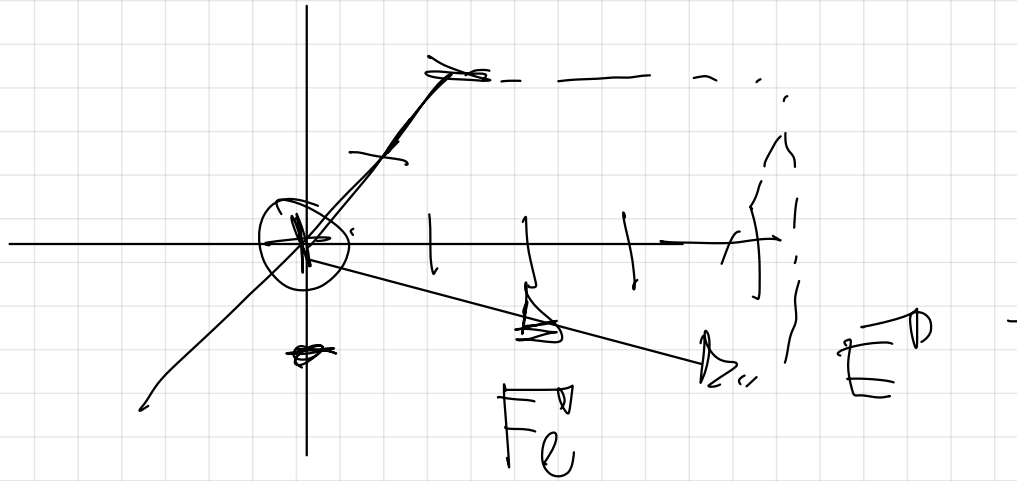
Solo actúa la eléctrica.

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

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

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

b)



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

$$-\vec{v} = -2\vec{i} - 4\vec{j} - \vec{k} \quad \left(\frac{m}{s}\right)$$

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

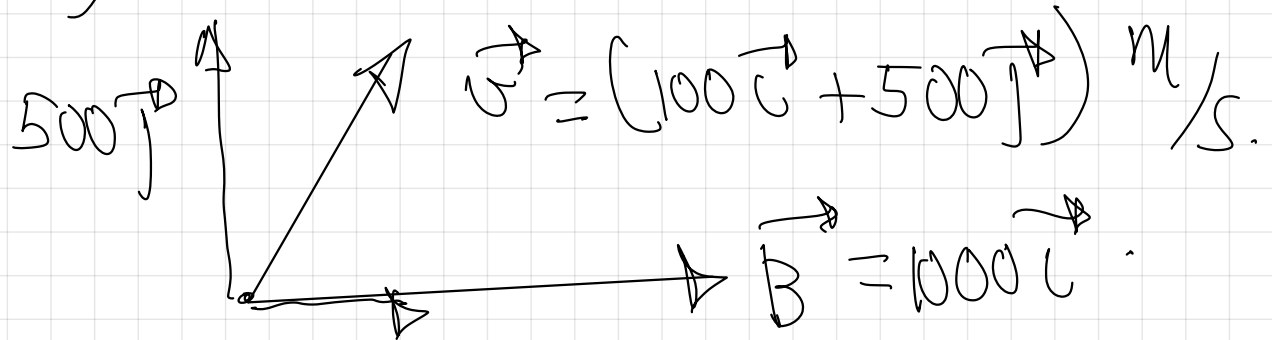
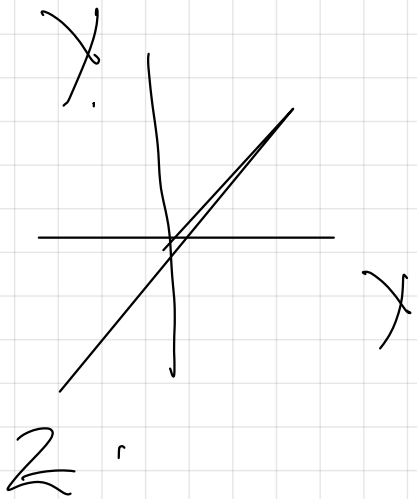
Actúa la misma fuerza eléctrica que en a)

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.

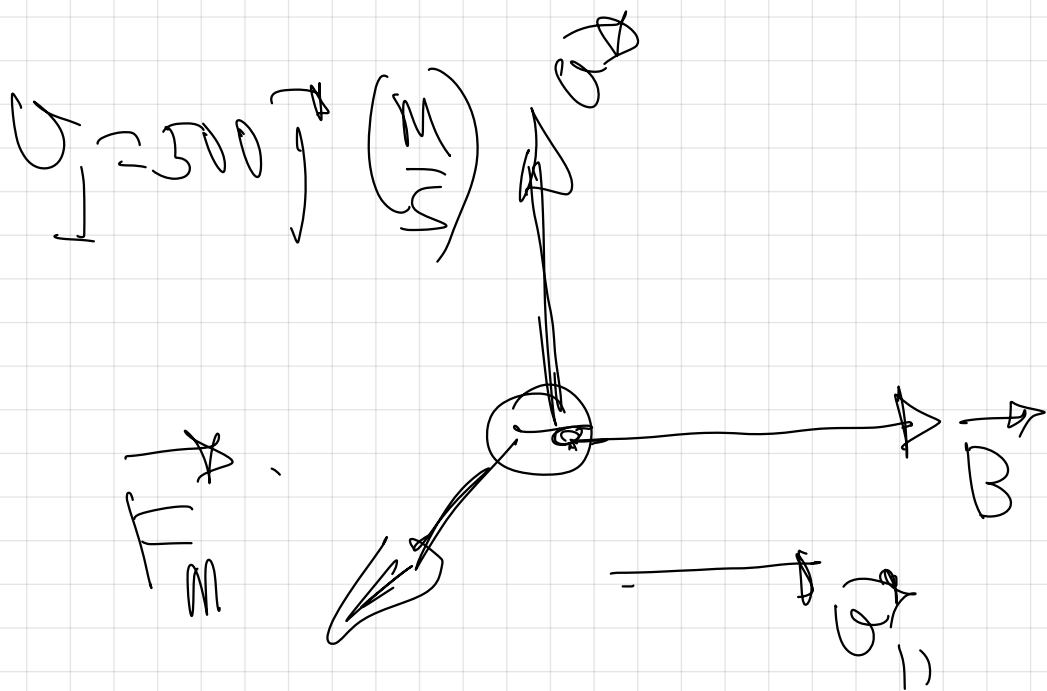
$$1 \text{ T} = 10^4 \text{ G} \quad (\text{Gauss})$$

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

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



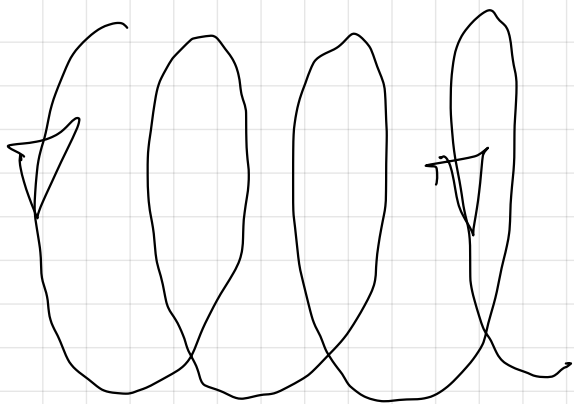
$$F_m = q \cdot v_{\perp} \cdot B \cdot \sin 90^\circ = 0$$



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

$$F_M = F_A$$


$$\frac{q \cdot v}{f} \cdot B \cdot 2\pi \times 10^8 = m \cdot \frac{v^2}{r}$$



$$r = \frac{m \cdot v^2}{q \cdot B} = \frac{0.2 \cdot 10^{-30} \text{ kg} \cdot 500^2 \text{ m}^2/\text{s}^2}{50 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot 0.1 \text{ T}}$$

$$r = 20 \text{ m}$$

$$F_m = F_n$$



A diagram showing a particle moving in a circular path. The particle is at the center of a square, with a circle drawn around it. A velocity vector v is shown tangent to the circle. A force vector F is shown pointing towards the center. The angle between the force vector and the velocity vector is labeled 90° . The radius is labeled r . The mass is labeled m .

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

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

$$v = 2\pi r \cdot \frac{1}{T}$$

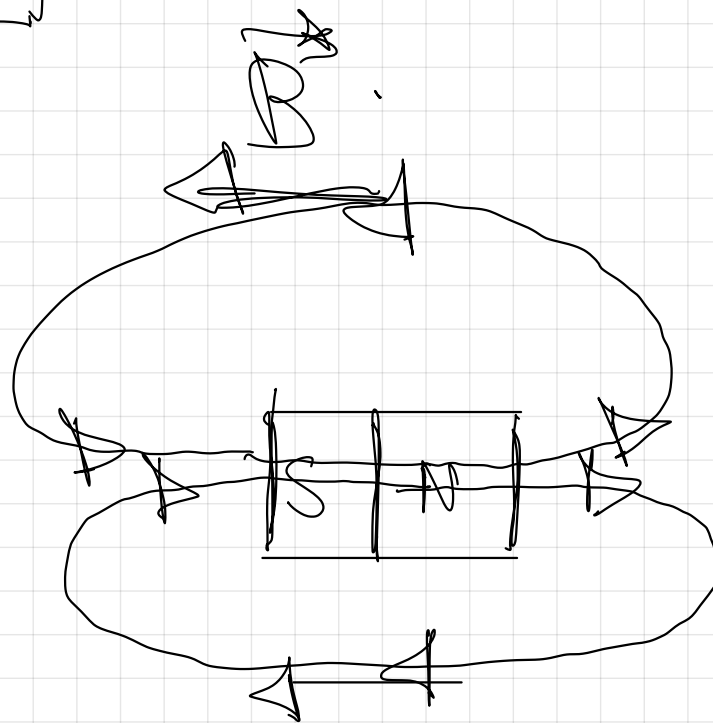
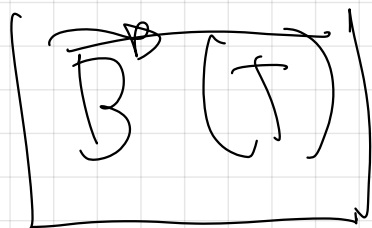
$$v = 2\pi r \cdot f$$

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

$$f \cdot B = m \cdot 2\pi f$$

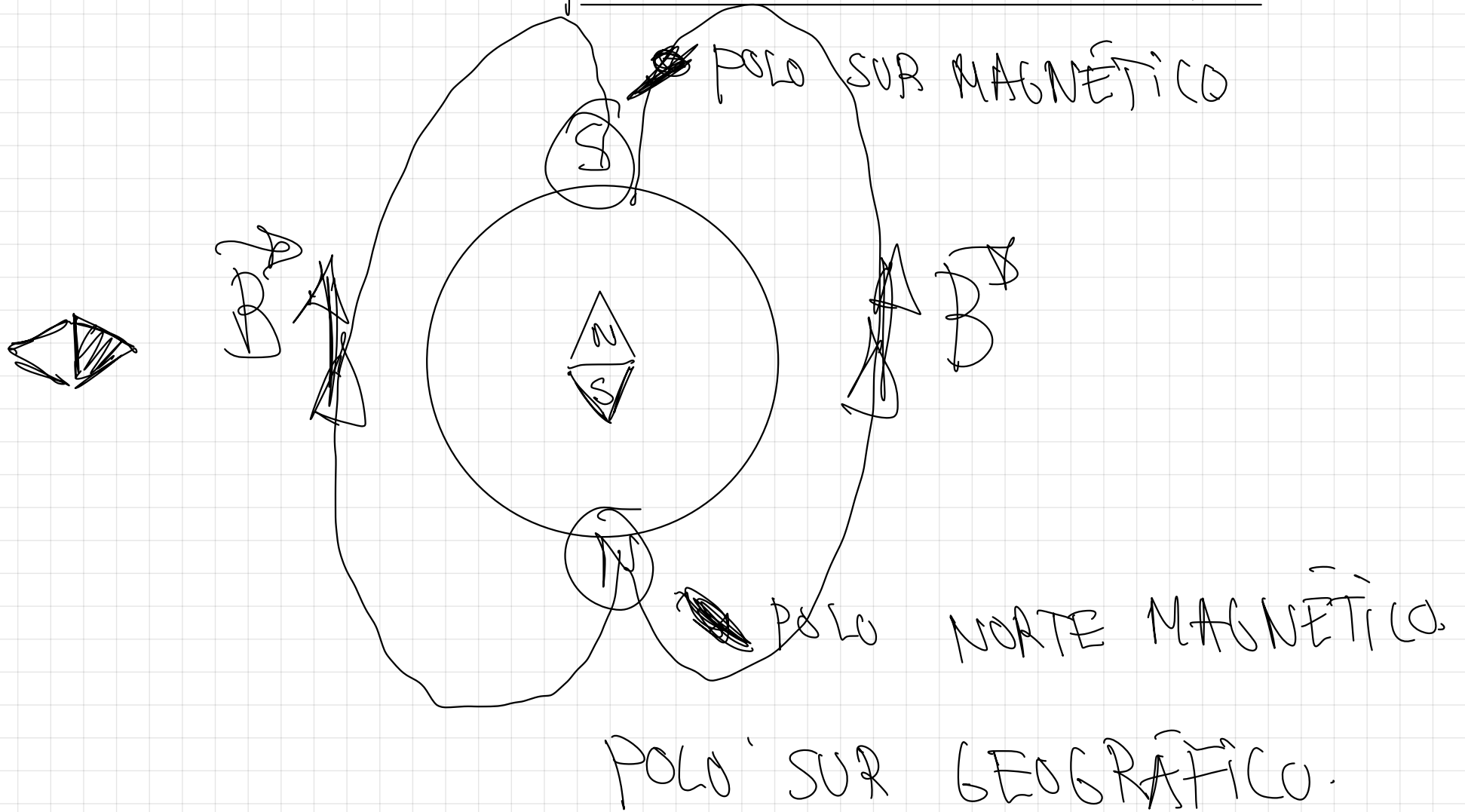
$$f_1 = \frac{f \cdot B}{m \cdot 2\pi} \approx 4 \text{ Hz} .$$

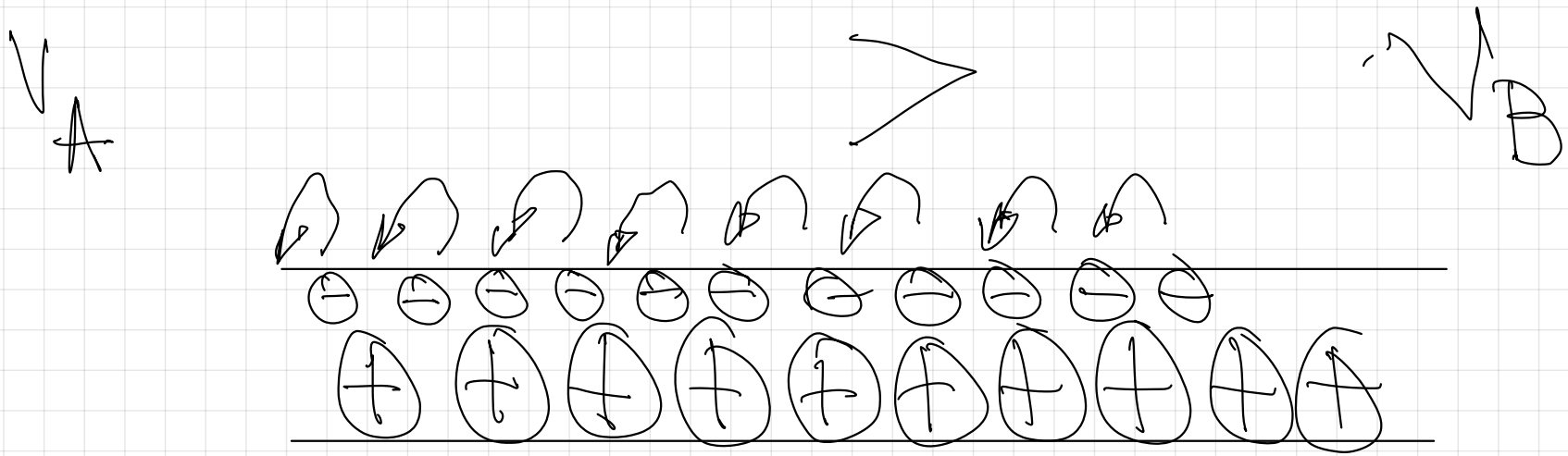
ORIGENES DEL CAMPO MAGNETICO



B tangente en cada punto a las líneas de campo

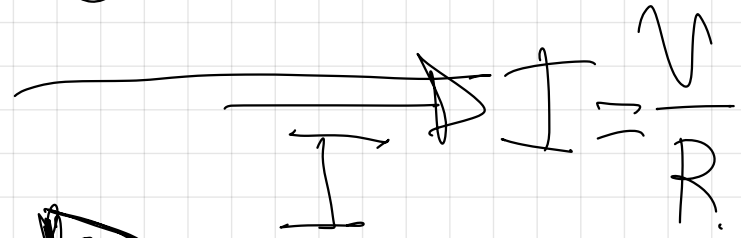
POLO NORTE GEOGRÁFICO





ley de Ohm

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



I de corriente A en S.I.

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

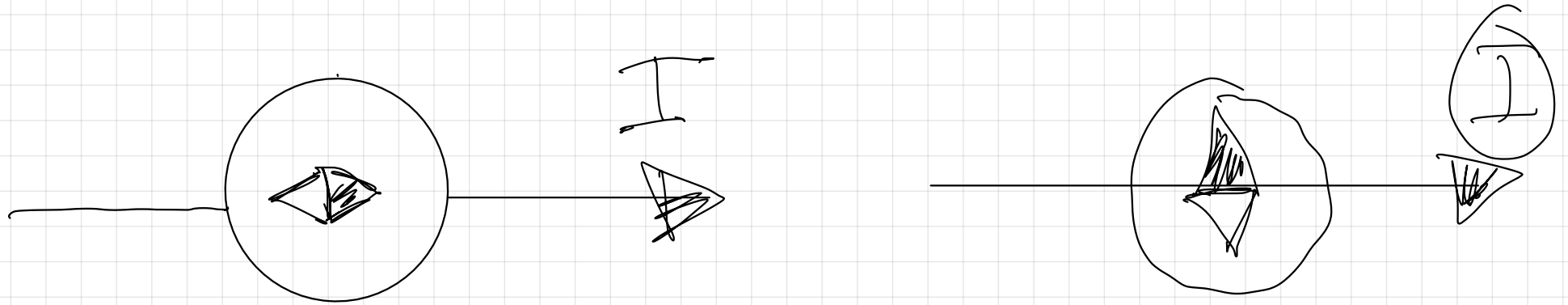
Ohmio

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

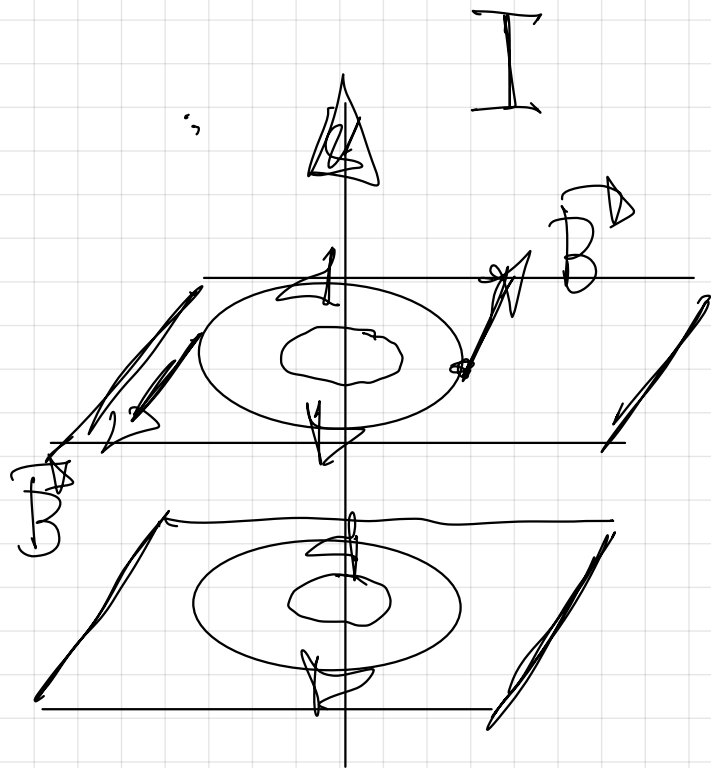
Lege de Ohm

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

Experimento de Öersted.

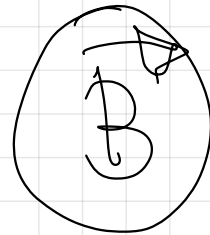


Campo magnético \vec{B} creado por una corriente rectilínea e indefinida.

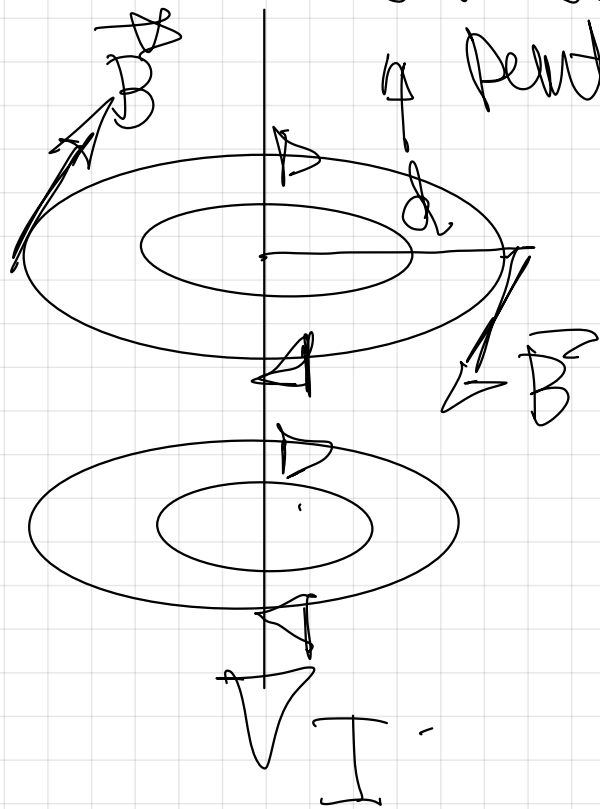


Sentido de las líneas de campo,

Regla de la mano derecha



distancia del
conductor al
punto (m en SI)



- Módulo B creado
por un conductor.

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

μ_0 es permeabilidad
magnética en el vacío.

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

I de corriente
que circula (A en SI)

Dirección: tangente en cada punto a las líneas de campo.

Sentido: el ~~sen~~ de las líneas de campo (regla de la mano derecha).

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

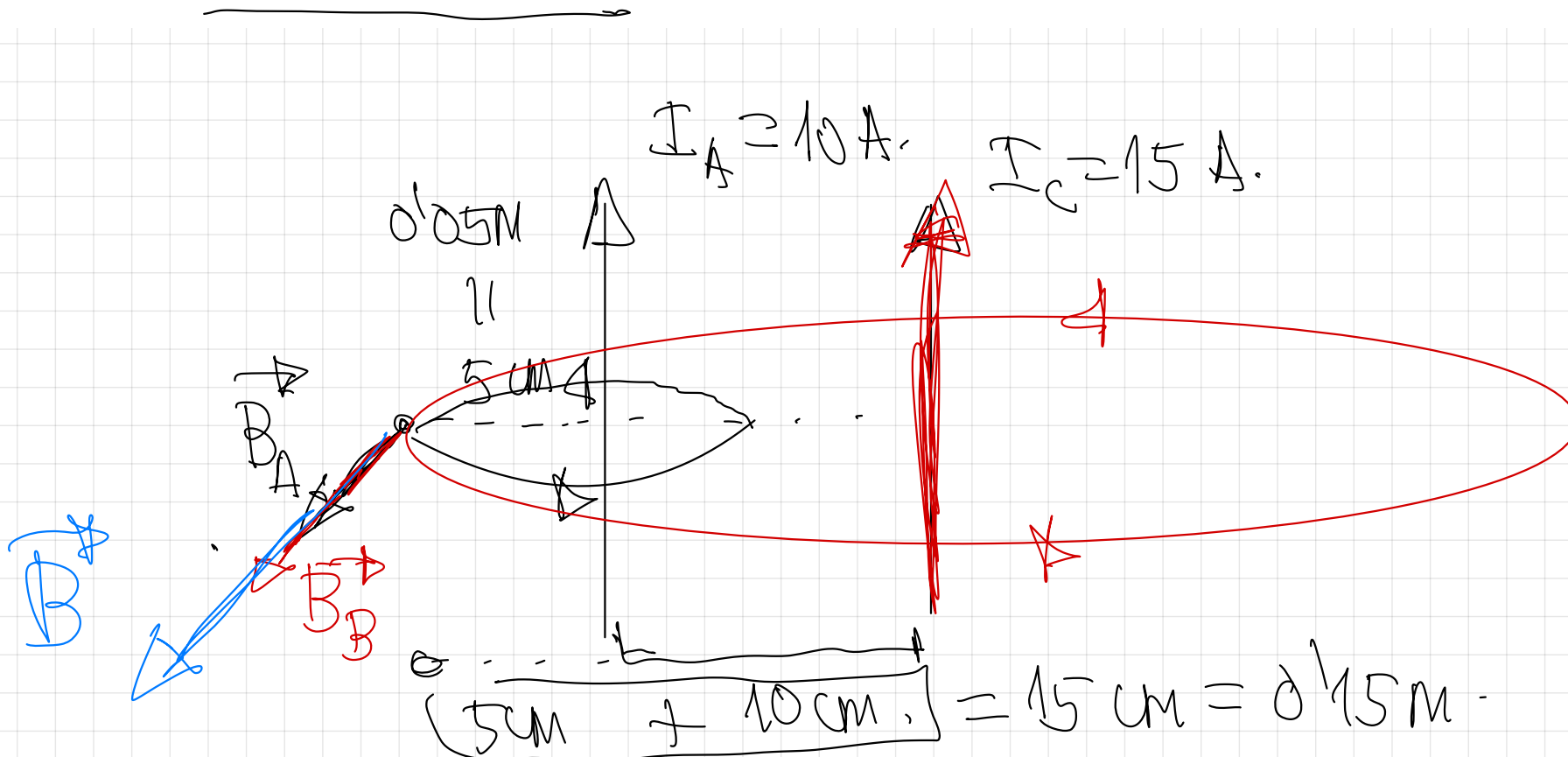
b) En P_2 equidistante de los dos conductores

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

$\vec{B} \Rightarrow$ campo magnético



$$B_A = \frac{\mu_0 I_A}{2\pi d} = \frac{4 \times 10^{-7} \cdot 10}{2\pi \cdot 0.05} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

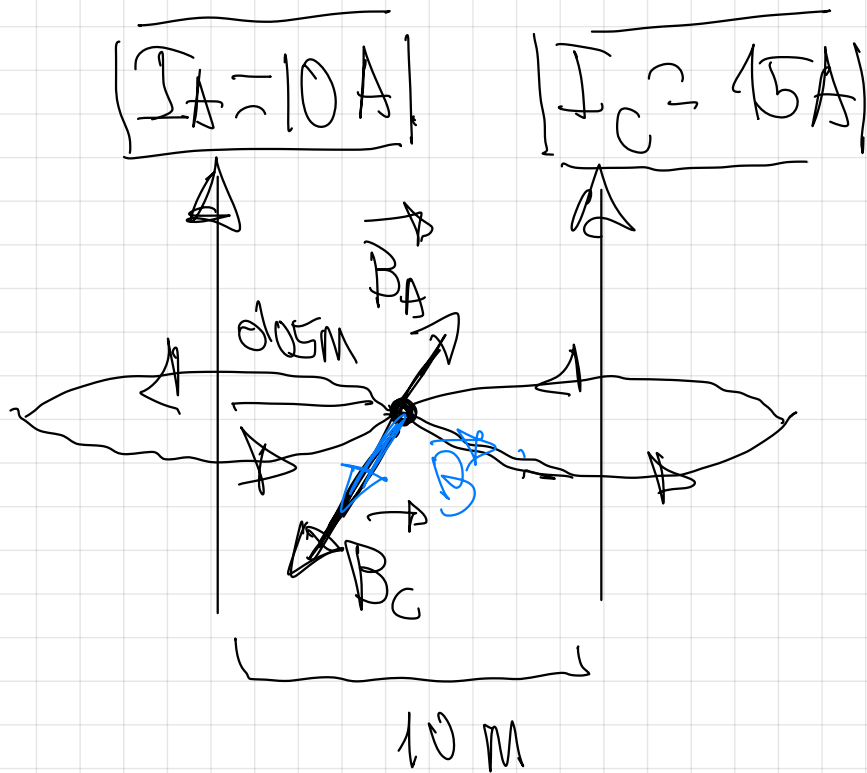
$$\vec{B}_A = +4 \cdot 10^{-5} \vec{k} \text{ (T)}$$

$$B_B = \frac{\mu_0 I_B}{2\pi d'} = \frac{4 \times 10^{-7} \cdot 15}{2\pi \cdot 0.15} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

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

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

b)



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

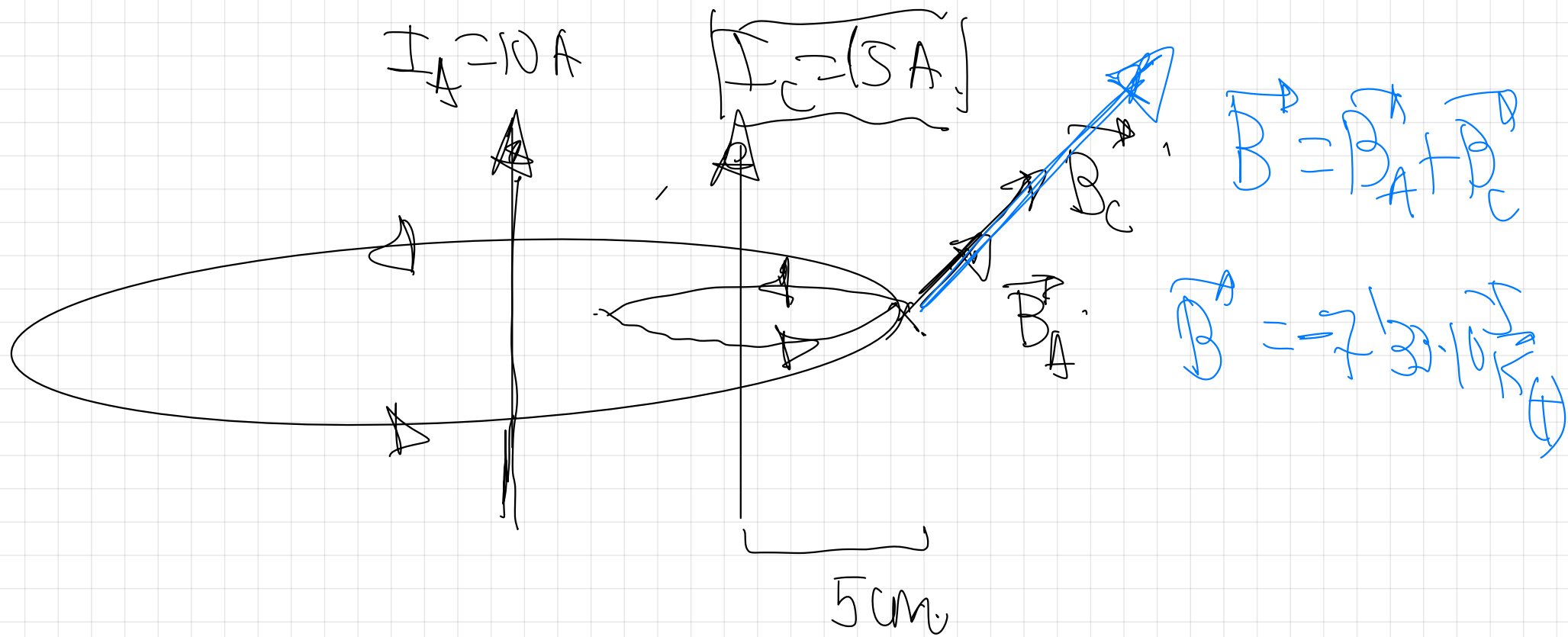
$$B_C = 6 \cdot 10^{-5}\text{ T}$$

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

$$B_A = \frac{\mu_0 I_A}{2\pi d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10}{2\pi \cdot 0.05} = 4 \cdot 10^{-5}\text{ T}$$

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

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



$$B_C = \frac{\mu_0 I_C}{2\pi a} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 15}{2\pi \cdot 0.05} = 6 \cdot 10^{-5}\text{ T} \quad \vec{B}_C = -6 \cdot 10^{-5}\text{ T} \hat{r}(t)$$

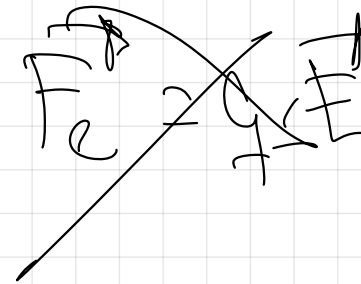
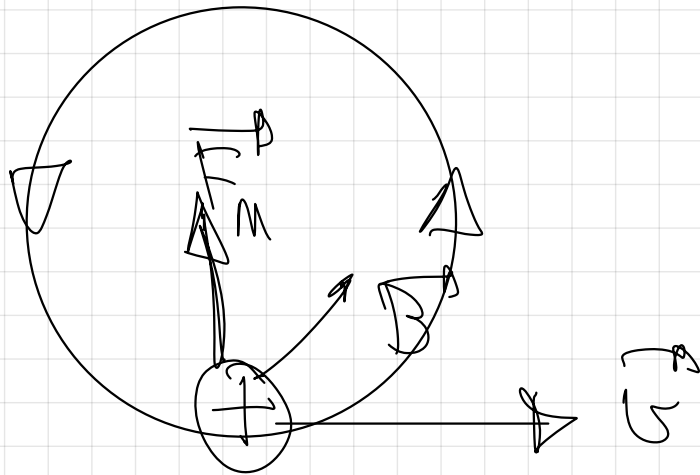
$$B_A = \frac{\mu_0 I_A}{2\pi a'} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10}{2\pi \cdot 0.11} = 1.33 \cdot 10^{-5}\text{ T} \quad \vec{B}_A = -1.33 \cdot 10^{-5}\text{ T} \hat{r}(t)$$

DUDAS

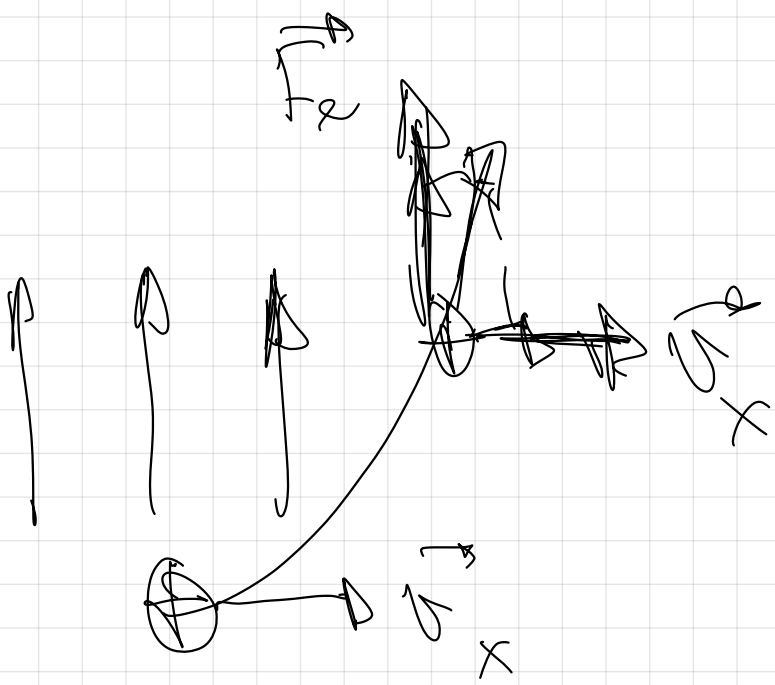
Campo electromagnetico

48

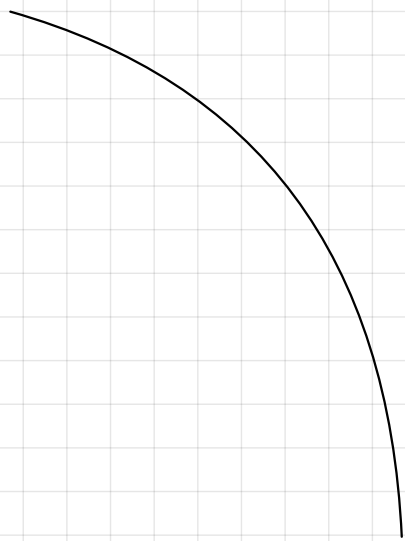
- (09-R) a) Razone cómo podría averiguar con ayuda de una carga si en una región del espacio hay un campo eléctrico o un campo magnético
- b) Un haz de protones atraviesa sin desviarse una zona en la que existen un campo eléctrico y otro magnético. Razone qué condiciones deben cumplir esos campos.

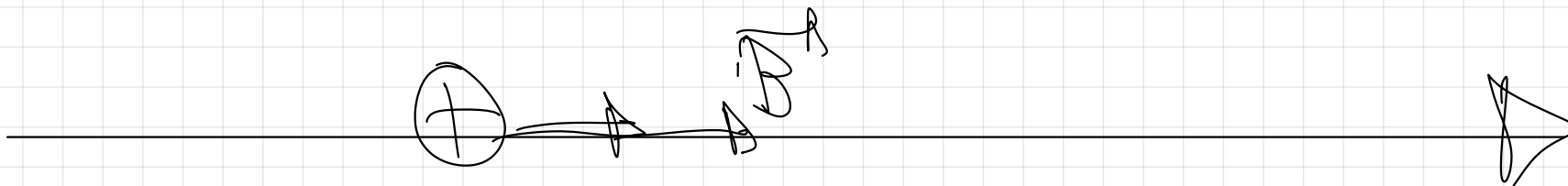
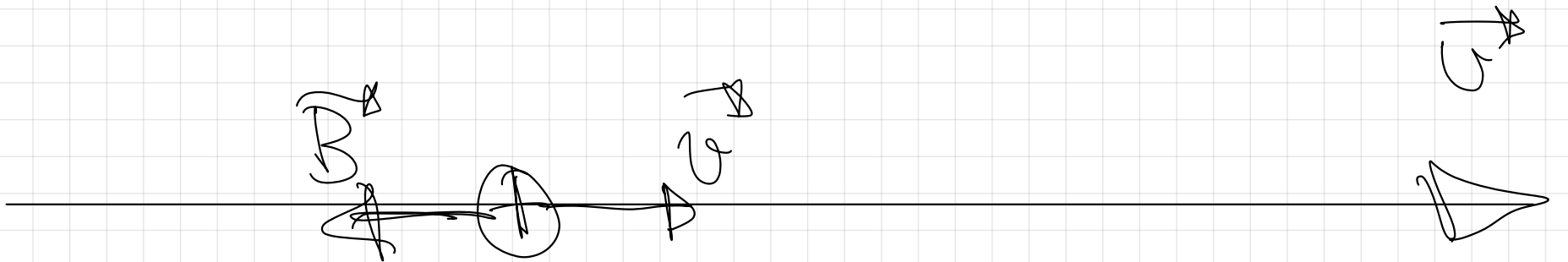


$$F_m = q \cdot (v \times B)$$

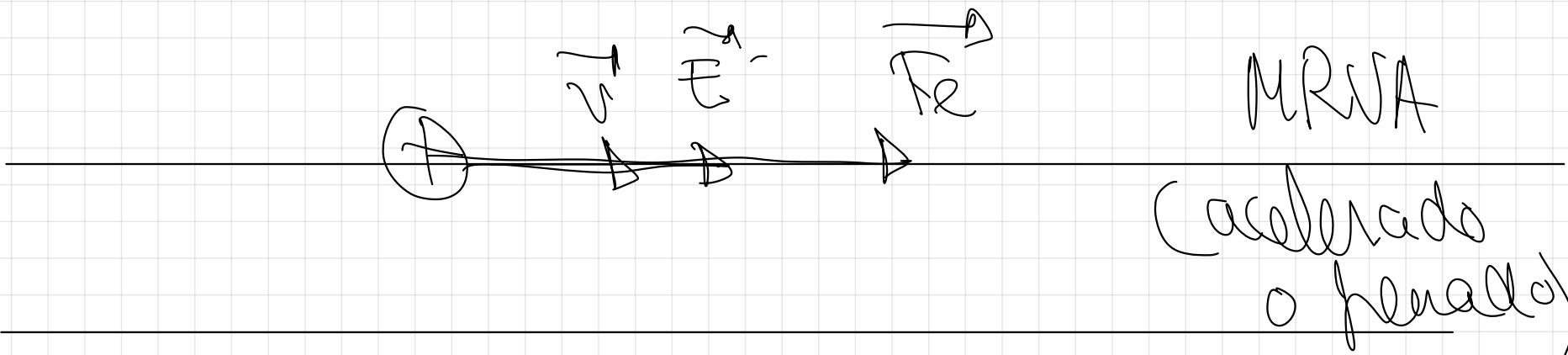


$$\begin{array}{|c|}
 \hline
 \vec{F} = g \vec{F}_0 \\
 \hline
 \end{array}$$





MRV

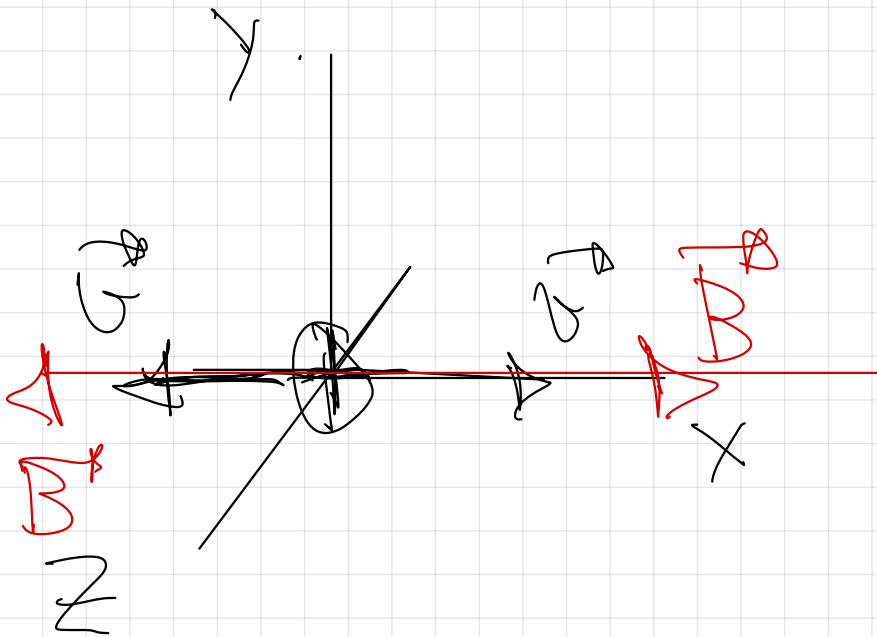


90

(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**.

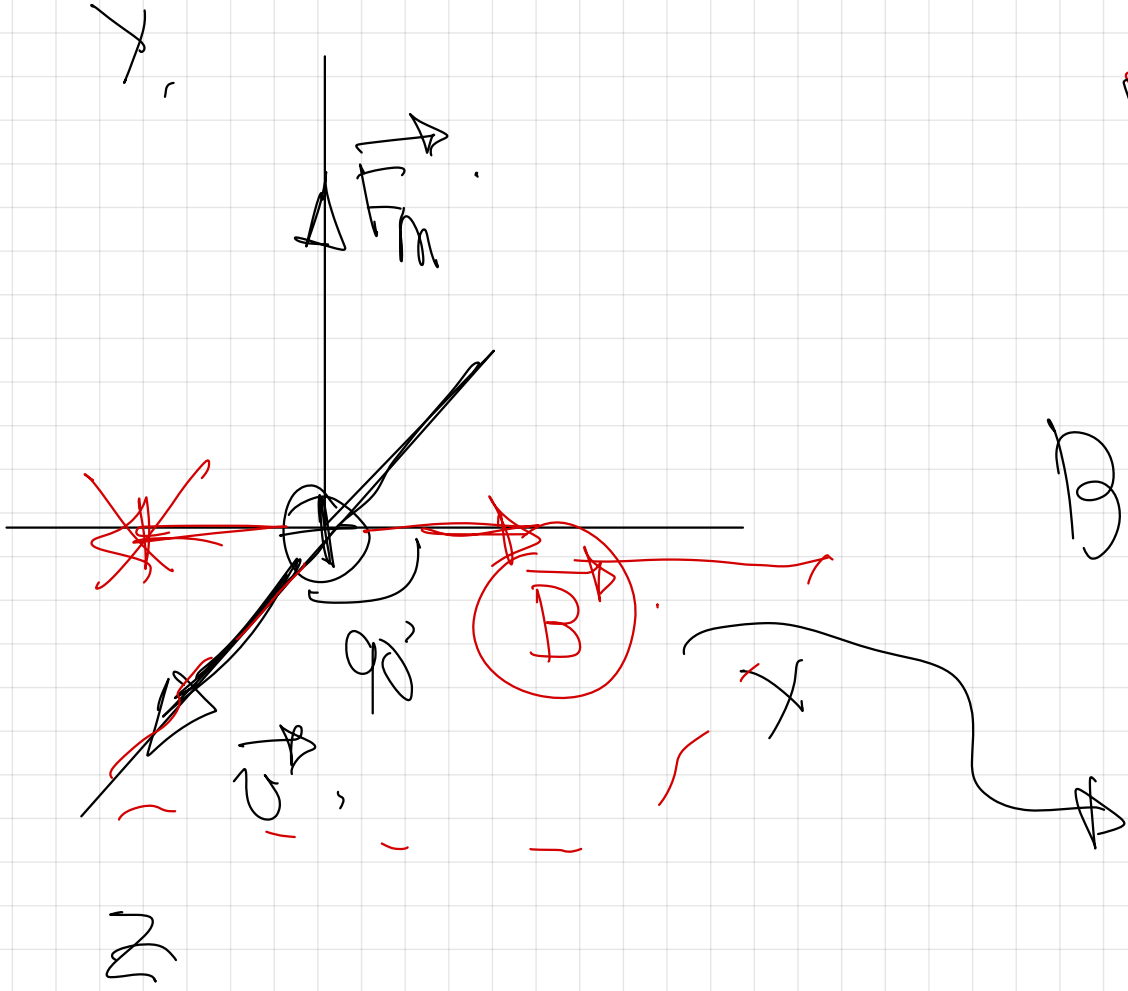
- Determine, razonadamente, el campo magnético (módulo, dirección y sentido).
- Describa, sin necesidad de hacer cálculos, cómo se modificaría la fuerza magnética y la trayectoria de las partículas si en lugar de protones se lanzaran electrones con la misma velocidad.

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



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

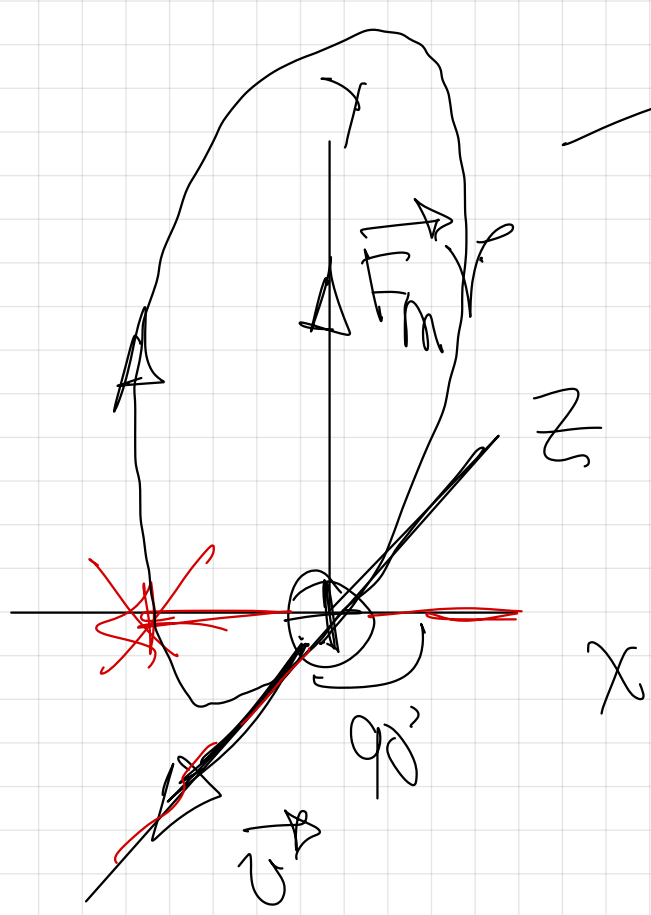
$\theta = 0^\circ \Rightarrow F = 0$
 $\theta = 180^\circ \Rightarrow F = 0$



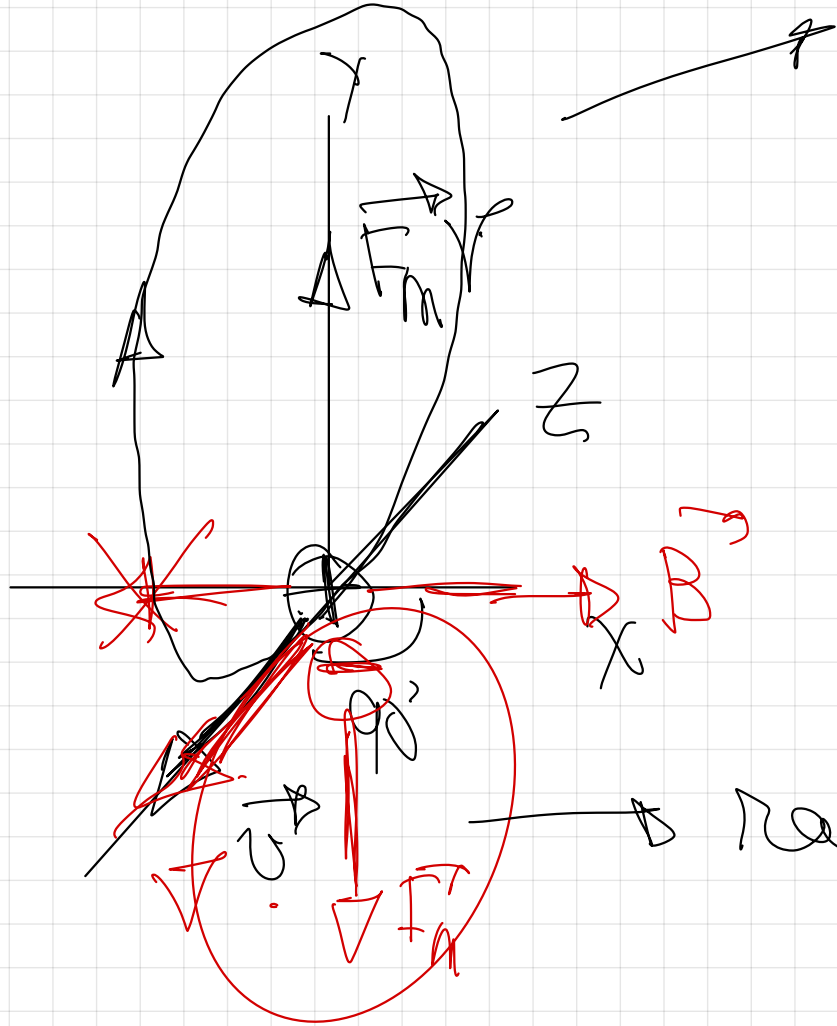
$$\vec{F}_m = g \cdot v \cdot B \cdot \sin 90^\circ$$

$$B = \frac{F_m}{g \cdot v} = 0.125 \text{ T}$$

$$B = 70.125 \text{ T}$$



→ plane $y-z$.



radius meridi.

Ejercicio 139

1 eV es unidad de energía, frecuentemente

en física cuántica,

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ [C]}$$

→ Dato suministrado.

$$e \cdot V = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot \frac{\text{J}}{\text{C}} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

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

$$E_c = 312 \cdot 10^{-19} \text{ J} \quad \text{---} \quad 1 \text{ eV} \quad = 2 \text{ eV}$$

~~$1/8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$~~ →

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 \vec{I}_A anterior. Hallar la inducción magnética en los siguientes puntos:

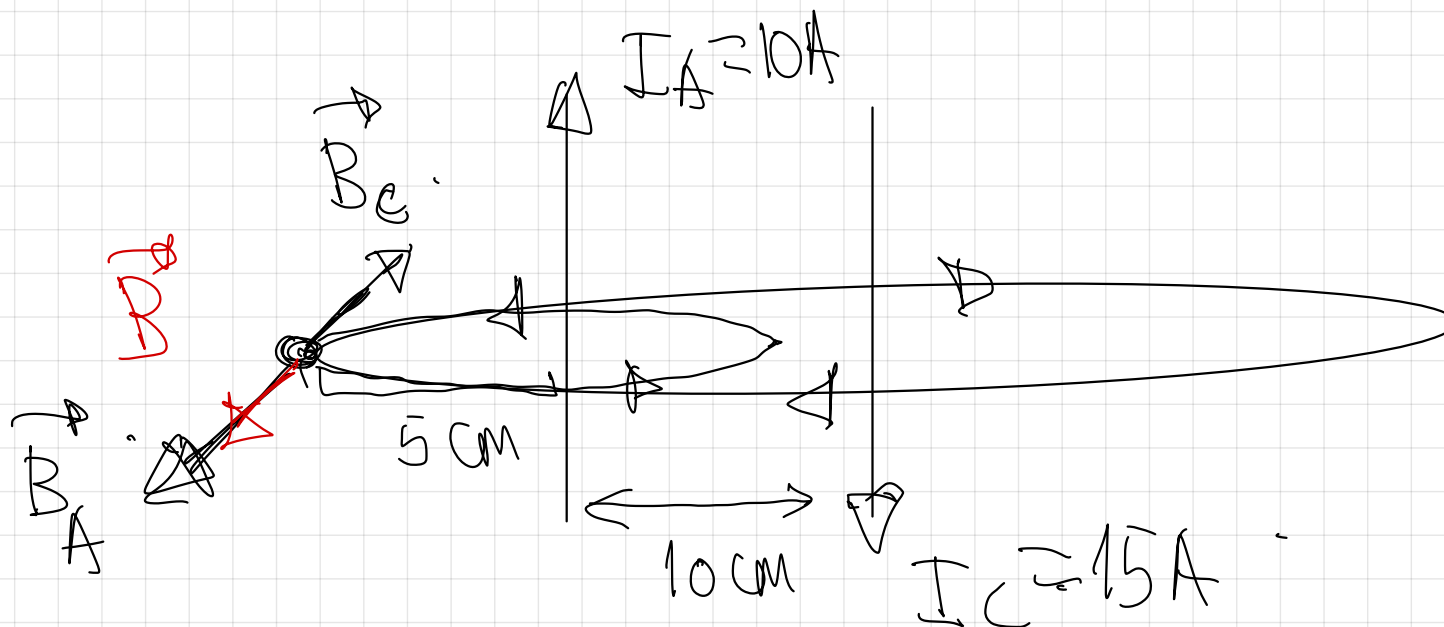
a) En P_1 , situado a 5 cm de A y 15 cm de C

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



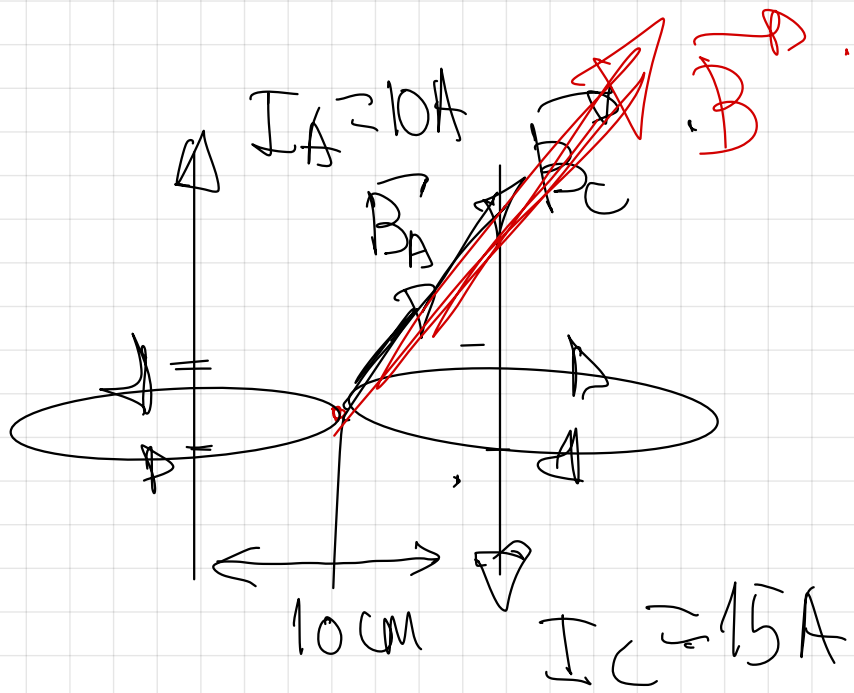
$$B_A = \frac{\mu_0 I_A}{2\pi d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10}{2\pi \cdot 0.05} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

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

$$B_C = \frac{\mu_0 I_C}{2\pi d'} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 15}{2\pi \cdot 0.15} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

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

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



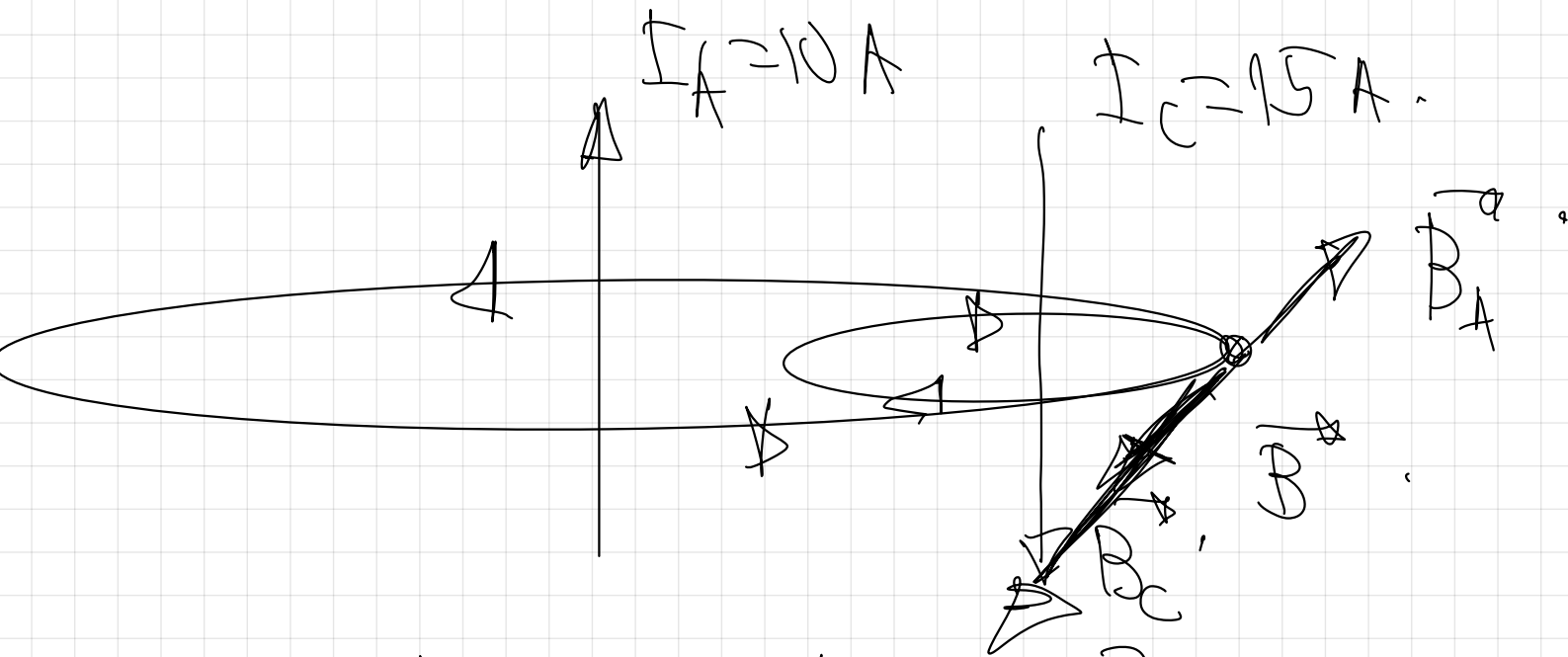
$$\vec{B} = \vec{B}_A + \vec{B}_C$$

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

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

$$B_A = \frac{\mu_0 I_A}{2\pi d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10}{2\pi \cdot 0.05} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

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

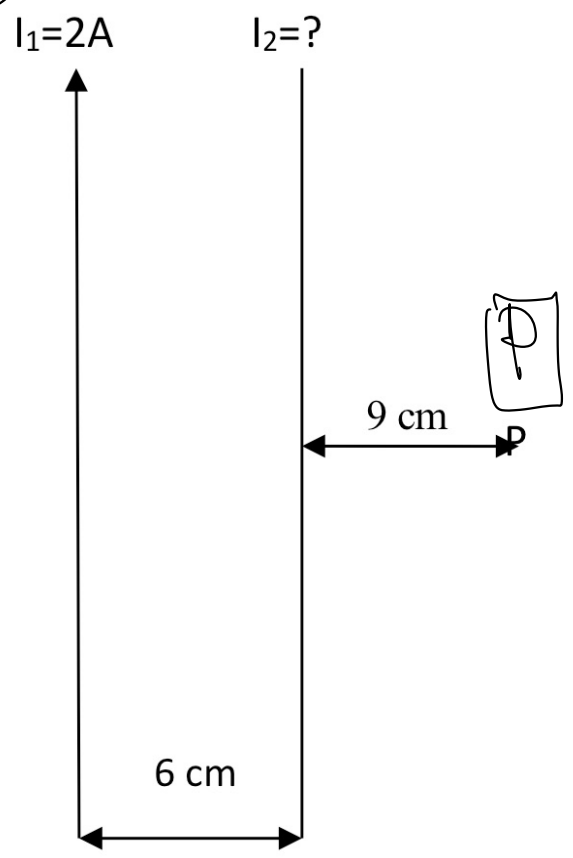


$$B_A = \frac{\mu_0 I_A}{2\pi \cdot R} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10}{2\pi \cdot 0.15} = 1.33 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

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

$$B = B_A + B_C = 1.33 \cdot 10^{-5} \text{ T} + 6 \cdot 10^{-5} \text{ T} = 4.7 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

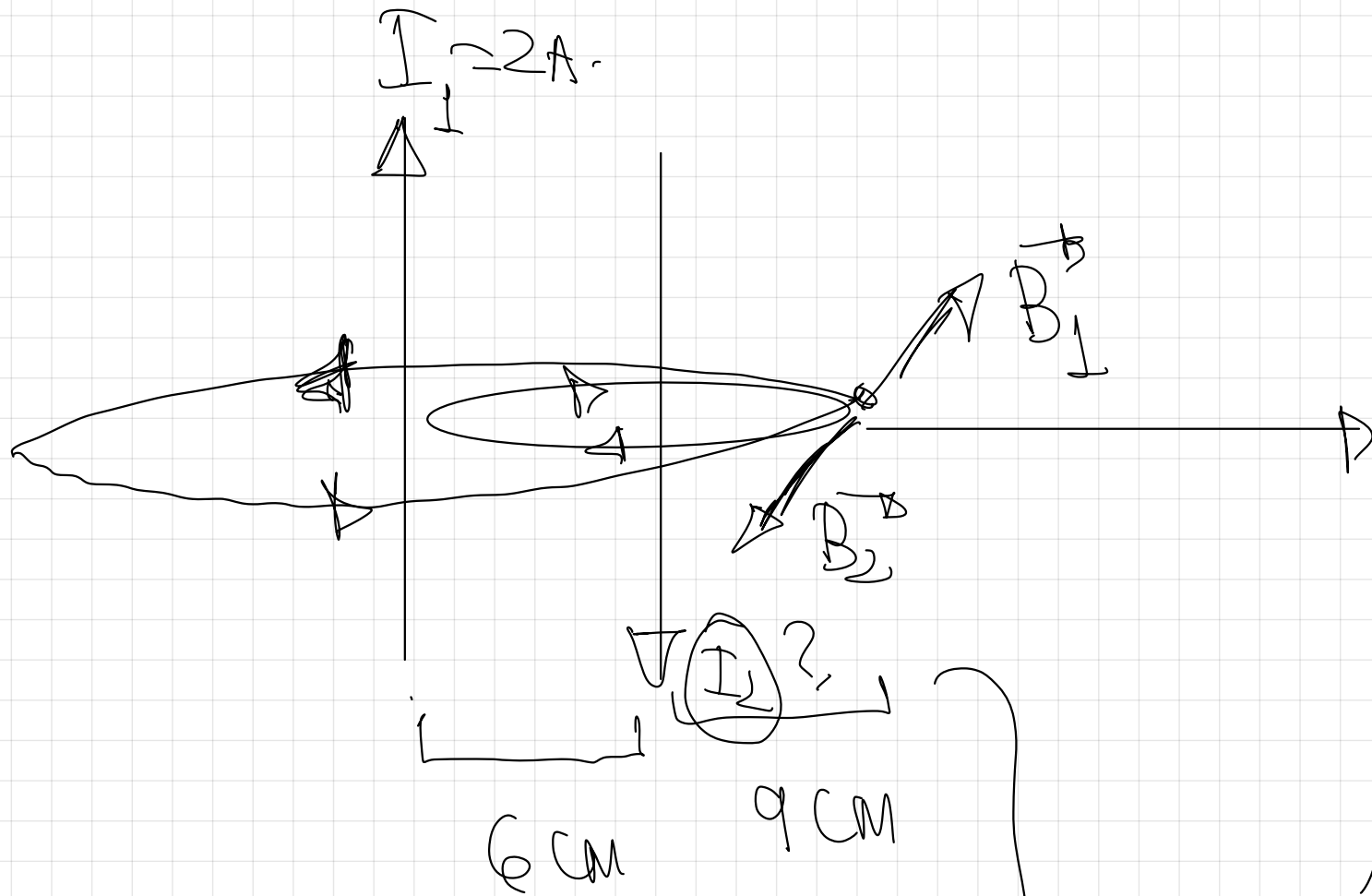
23



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.

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

Por el cable conductor rectilíneo e indefinido de la



$$|B_1| = |B_2|$$

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

\swarrow 15 cm 0.15 m

\swarrow 9 cm 0.09 m

$$I_2 = I_1 \cdot \frac{d}{d} = 2 \cdot \frac{0.09}{0.15} = 1.2 A.$$

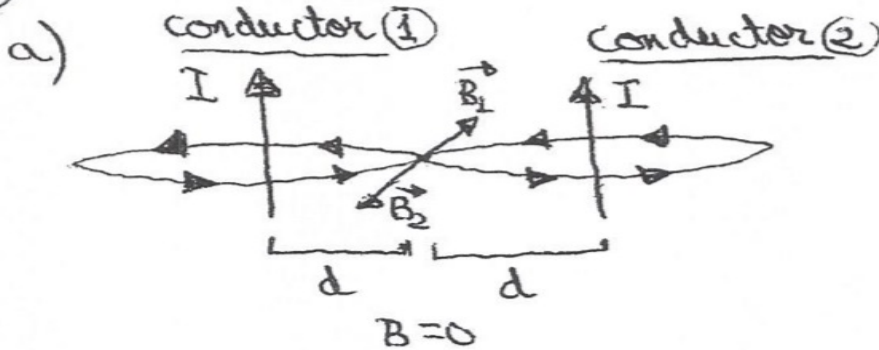
↳ y en el sentido indicado

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?

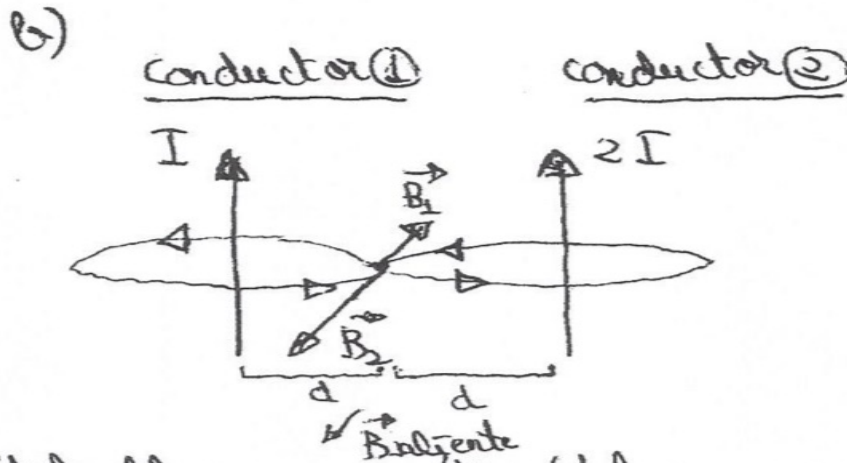
22



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



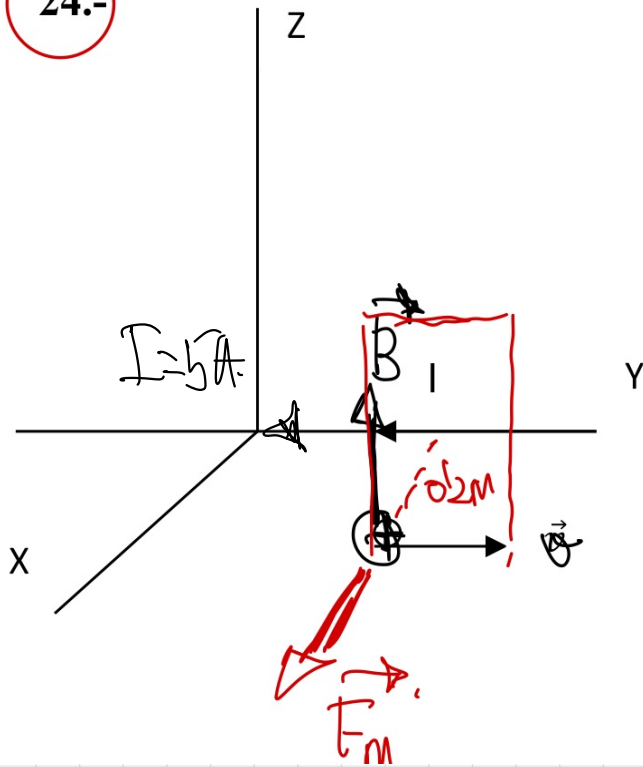
Al duplicar una de las intensidades no cambiaría ni la dirección ni el sentido de \vec{B}_1 y \vec{B}_2 , aunque sí variaría el módulo de \vec{B}_2 , que se duplicaría, y por ello el campo resultante no sería nulo, sino que valdría:

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

El módulo del campo magnético total es el del campo creado por el conductor que no duplica su I , su sentido depende de cuál de los dos conductores duplica su 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.

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

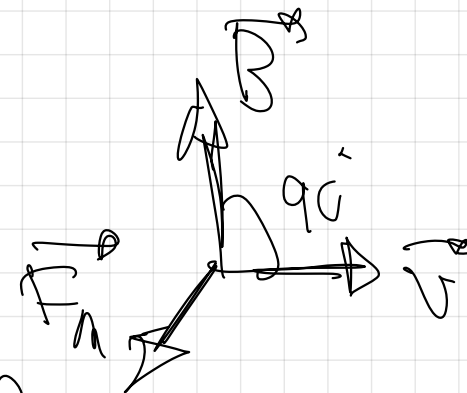
98

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 5}{2\pi \cdot 0,2} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

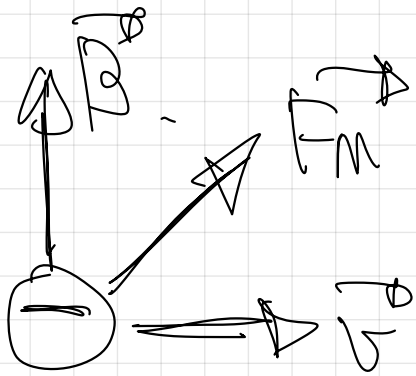
ley de Lorentz.

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

$$F_m = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot \sin \alpha$$



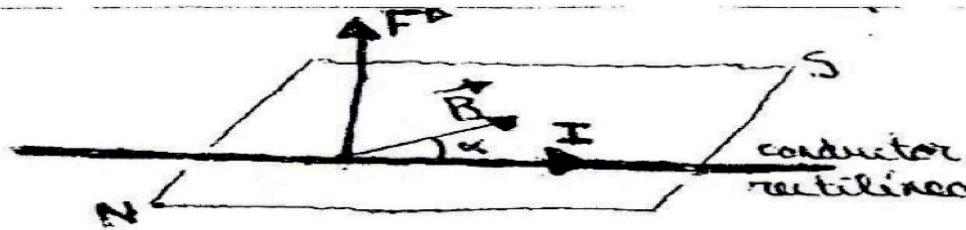
$F_m = 8 \cdot 10^{-20} \text{ N}$ y repulsiva del conductor.



$F_m = 8 \cdot 10^{-20} \text{ N}$ y atractiva hacia el conductor.

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

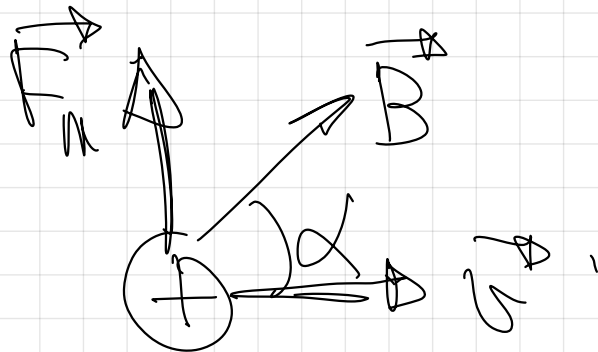
Una corriente eléctrica consiste en un flujo de cargas con una velocidad común de desplazamiento a través del conductor. Por consiguiente, cuando el conductor se encuentra sometido a un campo magnético, cada una de las cargas que se mueven experimentará una fuerza magnética. La resultante de todas estas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



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

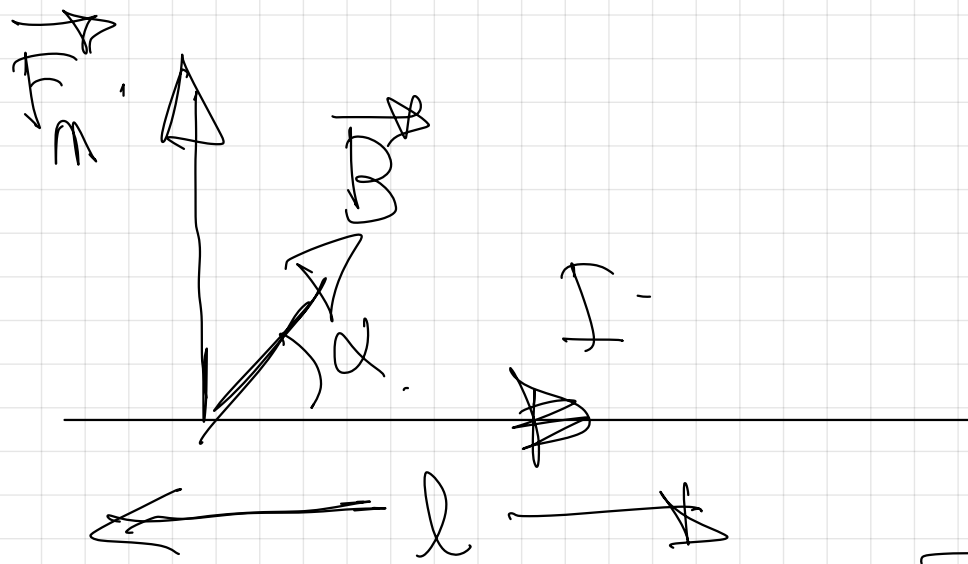
Las características de esta fuerza son las siguientes:

a) Módulo: $F = I \cdot l \cdot B \cdot \text{sen } \alpha$



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

$$F = q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen } \alpha$$



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

$F_m \Rightarrow N$ en (S.I)

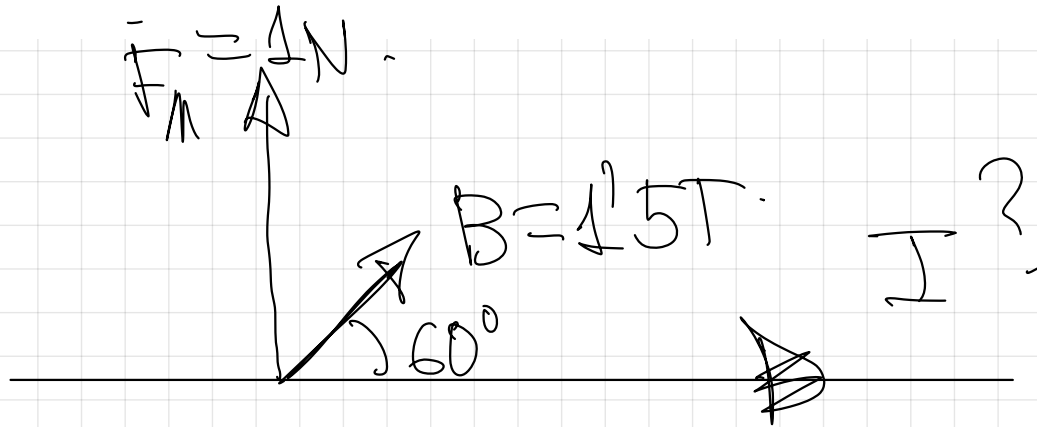
$I \Rightarrow A$ en S.I

$l \Rightarrow$ longitud del conductor (m)

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

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

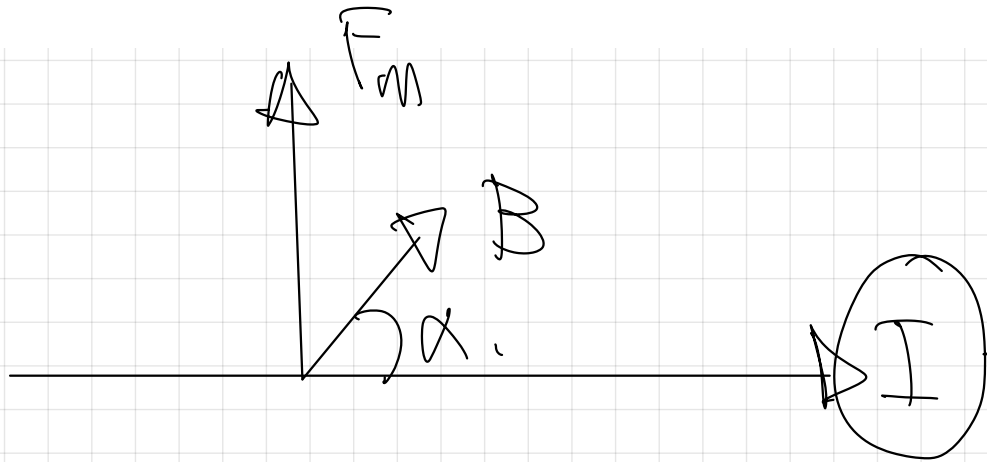
- 19.- Un conductor rectilíneo de 20 cm de longitud está situado en el interior de un campo magnético uniforme de 1,5 T, formando un ángulo de 60° con sus direcciones. Si sobre el conductor actúa una fuerza de 1N, ¿Qué intensidad de corriente circula sobre el mismo?



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

$$I = \frac{F_m}{l \cdot B \cdot \sin 60^\circ} = \frac{1\text{ N}}{0,2\text{ m} \cdot 1,5\text{ T} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \boxed{3,85\text{ A}}$$

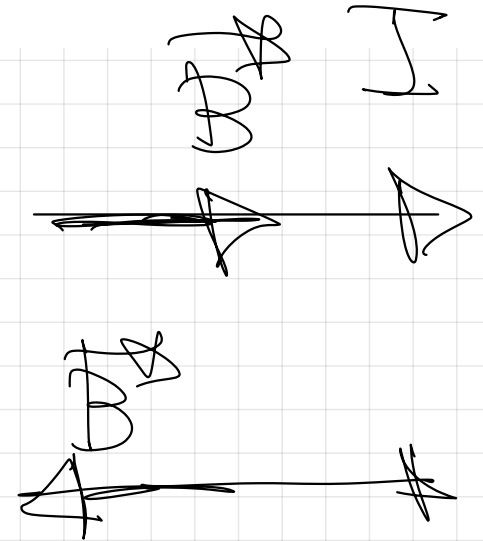
20.- Un conductor rectilíneo de longitud l por el que circula una intensidad de corriente I está sometido a la acción de un campo magnético uniforme B , experimentando una fuerza F . ¿Cómo se vería afectada dicha fuerza si sobre el mismo conductor circulase una intensidad mitad que la anterior?, ¿y si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



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

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

$$F'_m = \frac{1}{2} F_m$$



$$F'_m = I \cdot l \cdot B \cdot \sin 0^\circ$$

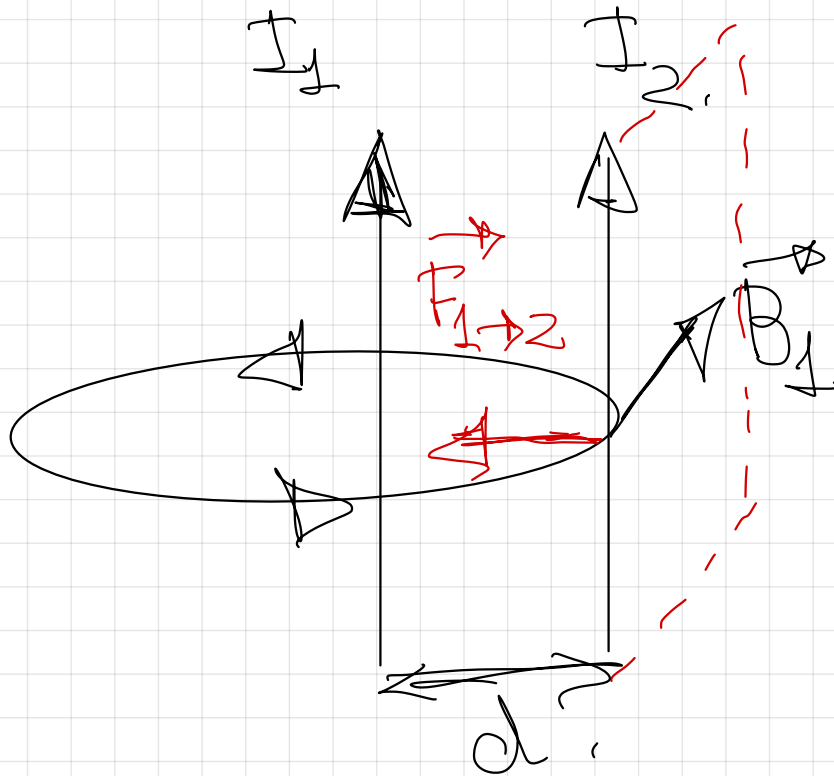
$$F'_m = 0$$

no existe

fuerza
magnética

4.- FUERZA MAGNÉTICA ENTRE DOS CORRIENTES RECTILÍNEAS Y PARALELAS

pag 83



$$\textcircled{B_1} \quad \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d}$$

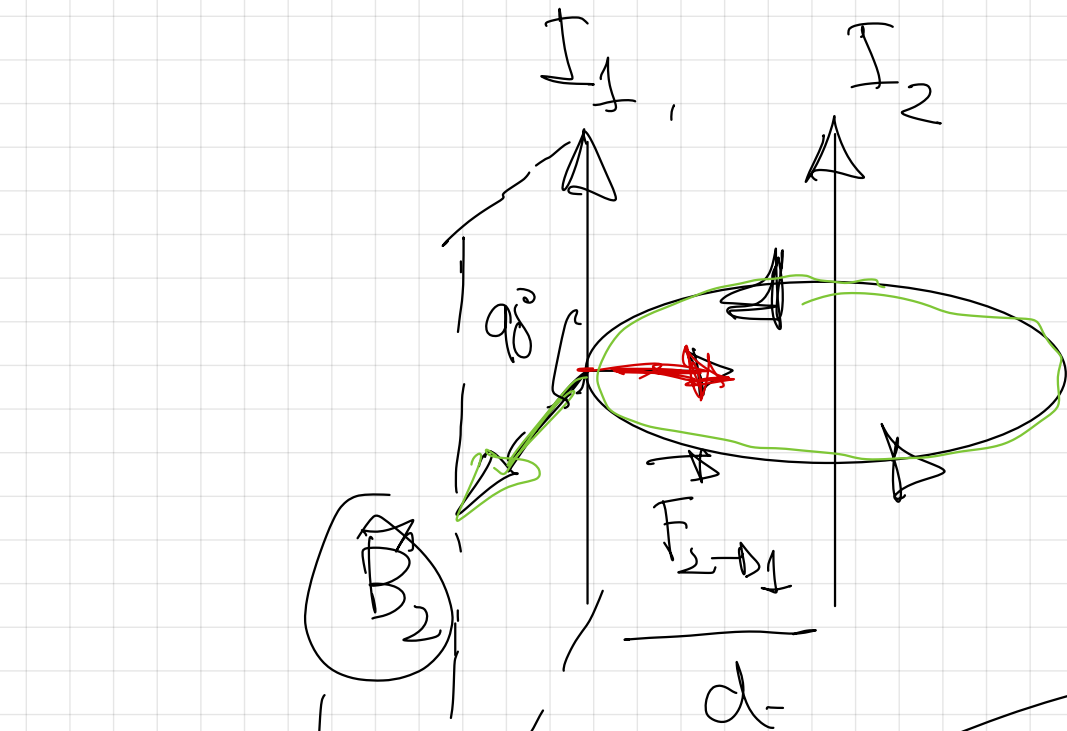
$$F_{1 \rightarrow 2} = I_2 \cdot \textcircled{B_1} \sin 90^\circ$$

$$F_{1 \rightarrow 2} = I_2 \cdot l \cdot \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d} \cdot \sin 90^\circ$$

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

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

\vec{N}
|
 \vec{M}



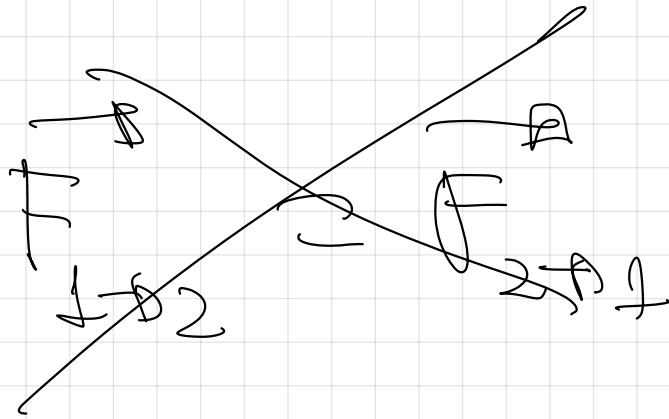
$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d}$

$F_{2 \rightarrow 1} = I_1 l \cdot B_2$

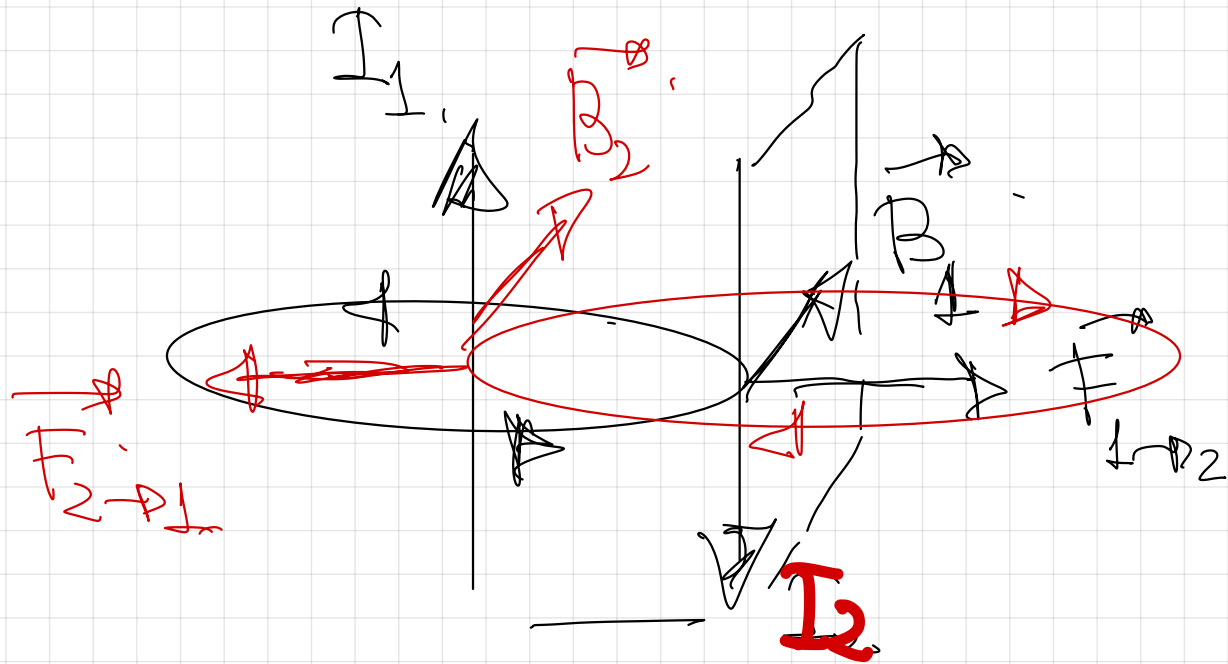
$F_{2 \rightarrow 1} = I_1 l \cdot \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d}$

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

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



$$\left| \frac{F}{l} \right| = \left| \frac{F}{2\theta 1} \right| = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi d}$$



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

$$F_{\text{right}} = I_2 \cdot l \cdot \sin 90^\circ$$

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

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

$$\left(\frac{F}{I_1 I_2 l} \right) = \left(\frac{F}{I_2 I_1 l} \right)$$

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

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{N}{m}$$

~~$\mu_0 = 10^{-7}$~~

~~$1A$~~

~~$1A$~~

~~$1m$~~

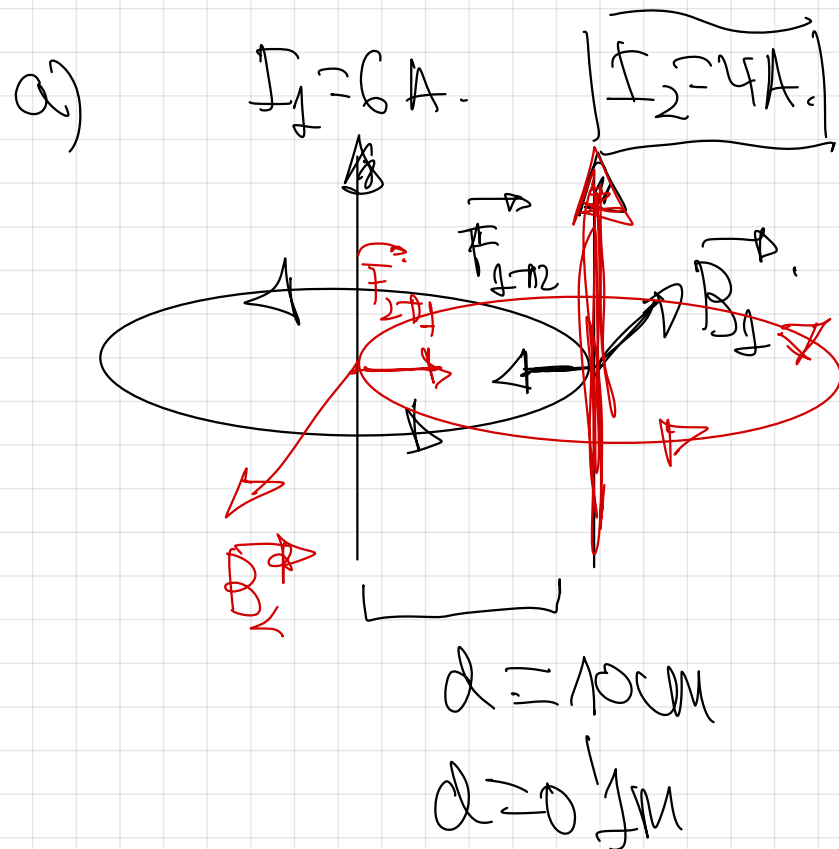
Definición de intensidad de corriente

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

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



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

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

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

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

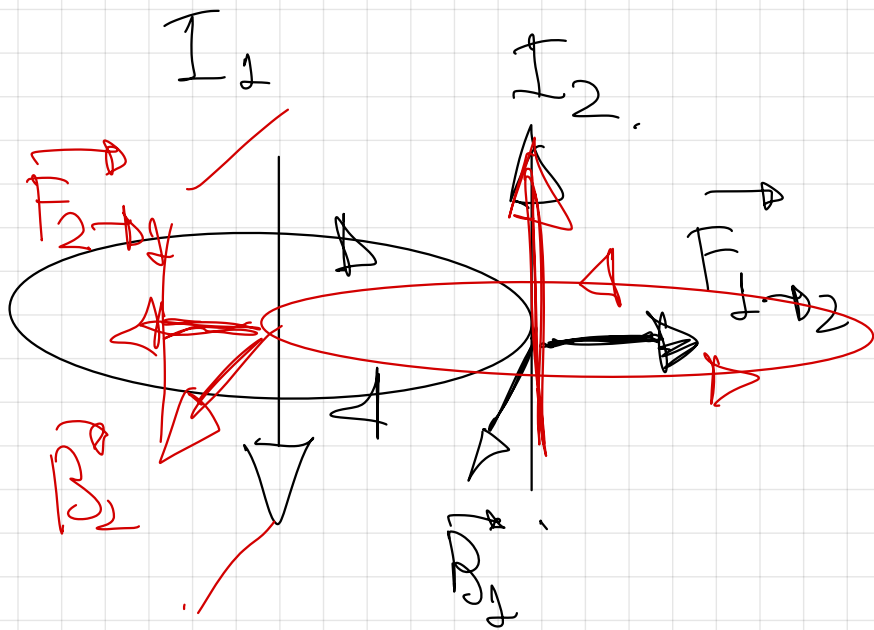
$$F_{I \rightarrow I_2} = \frac{\mu_0 I_1 I_2 \cdot l}{2\pi d}$$

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 6 \cdot 4}{2\pi \cdot 0,1}$$

$$\frac{F}{l} = 4,8 \cdot 10^{-5} \frac{N}{m} \text{ de atracción.}$$

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

$$\frac{F}{l} = 4,8 \cdot 10^{-5} \frac{N}{m} \text{ de repulsión}$$

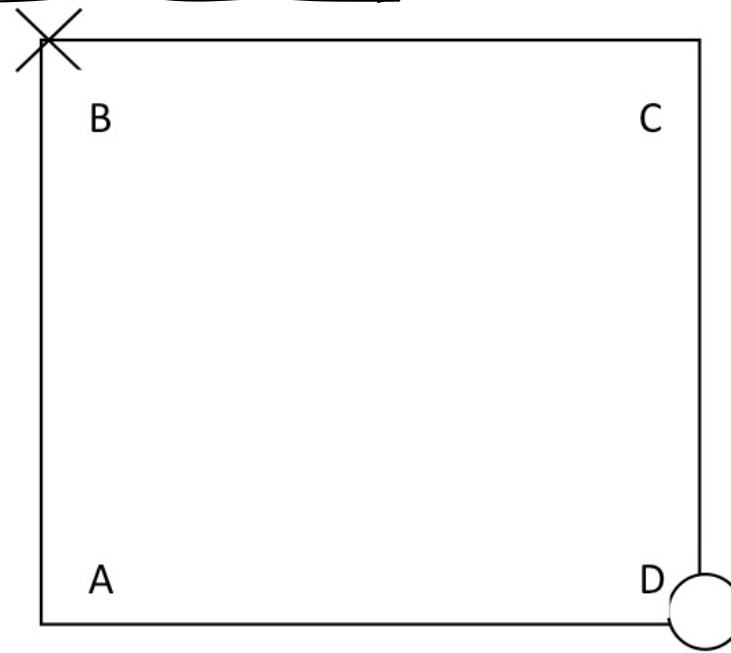


30.- Dos hilos metálicos largos y paralelos, por los que circulan corrientes de 3 A y 4 A, pasan por los vértices B y D de un cuadrado de 2 m de lado, situado en un plano perpendicular, como ilustra la figura. El sentido de las corrientes se indica por los símbolos x=entra en el papel o=sale del papel

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.

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



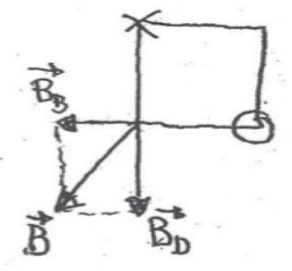
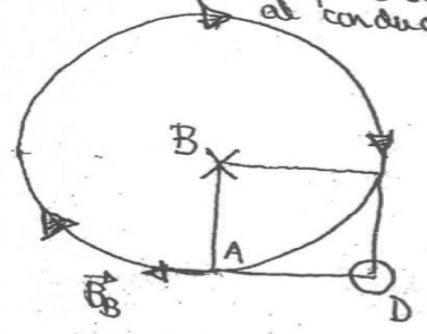
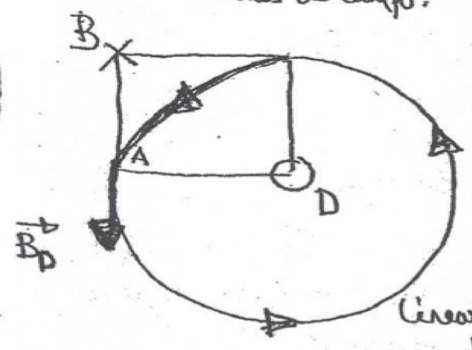
30

a)

Campo magnético resultante en el vértice A

\vec{B} es tangente en cada punto a las líneas de campo.

Las líneas de campo van en un plano perpendicular al conductor.



Líneas de campo magnético creado por un conductor.

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

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

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

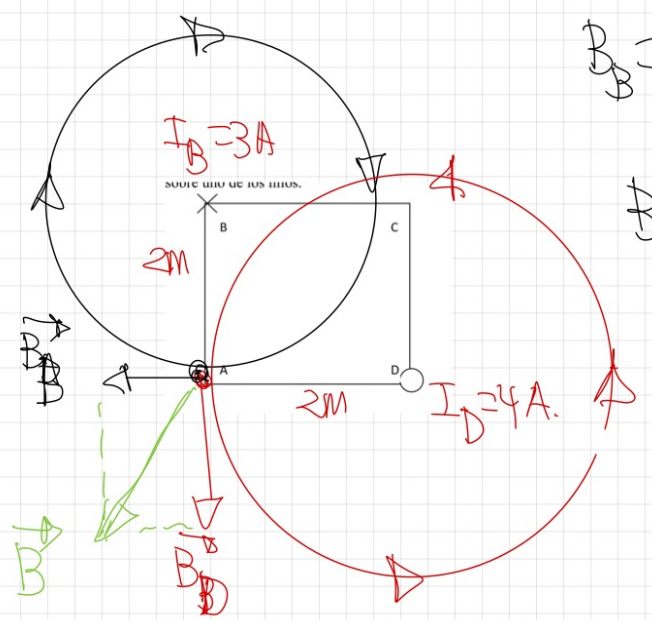
$$B_D = -4 \cdot 10^{-7} \hat{j} \text{ (T)}$$

$$B_B = \frac{\mu_0 I_B}{2\pi r}$$

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

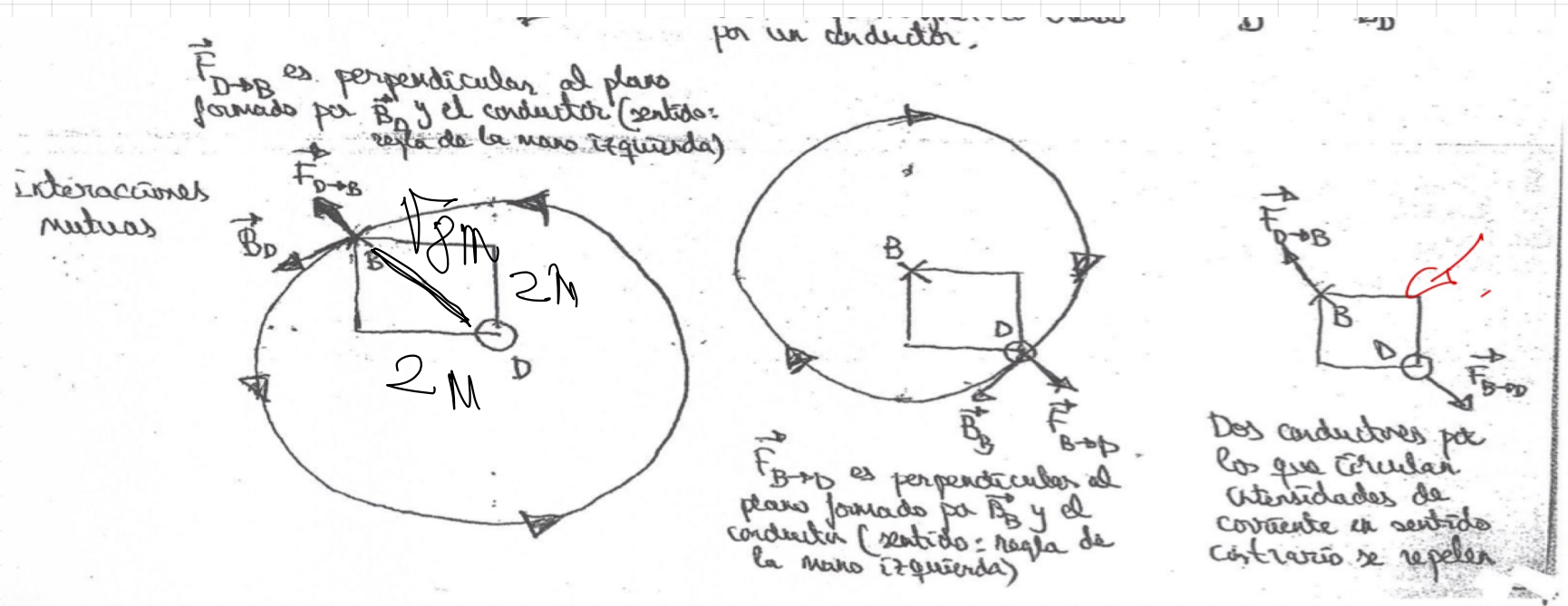
$$B_B = 3 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

$$B_B = -3 \cdot 10^{-7} \hat{c} \text{ (T)}$$



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

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



b)

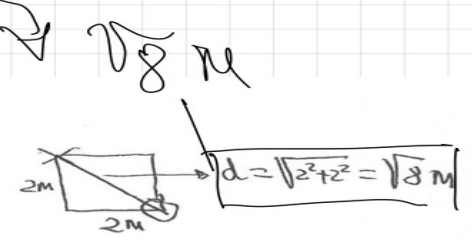
$$F = \frac{\mu_0 \cdot I_B \cdot I_D \cdot l}{2\pi d}$$

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_B \cdot I_D}{2\pi d} = 8,5 \cdot 10^{-7} \frac{N}{m} \quad (\text{de repulsión})$$

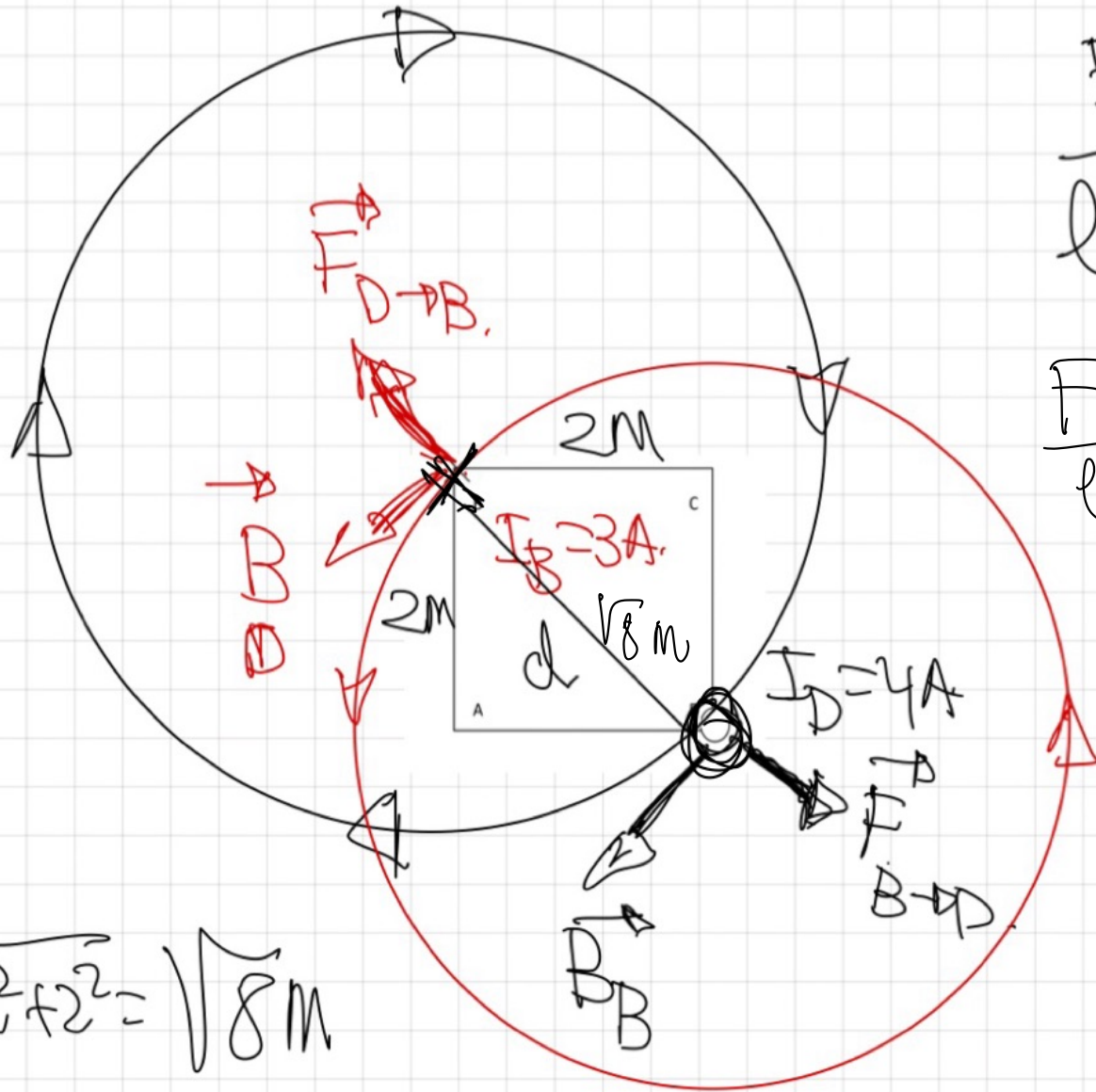
$$F_{B \rightarrow D} = F_{D \rightarrow B} = \frac{\mu_0 \cdot I_B \cdot I_D \cdot l}{2\pi d}$$

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

$$\frac{F}{l} = 8,5 \cdot 10^{-7} \frac{N}{m}$$



(30)



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

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

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

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

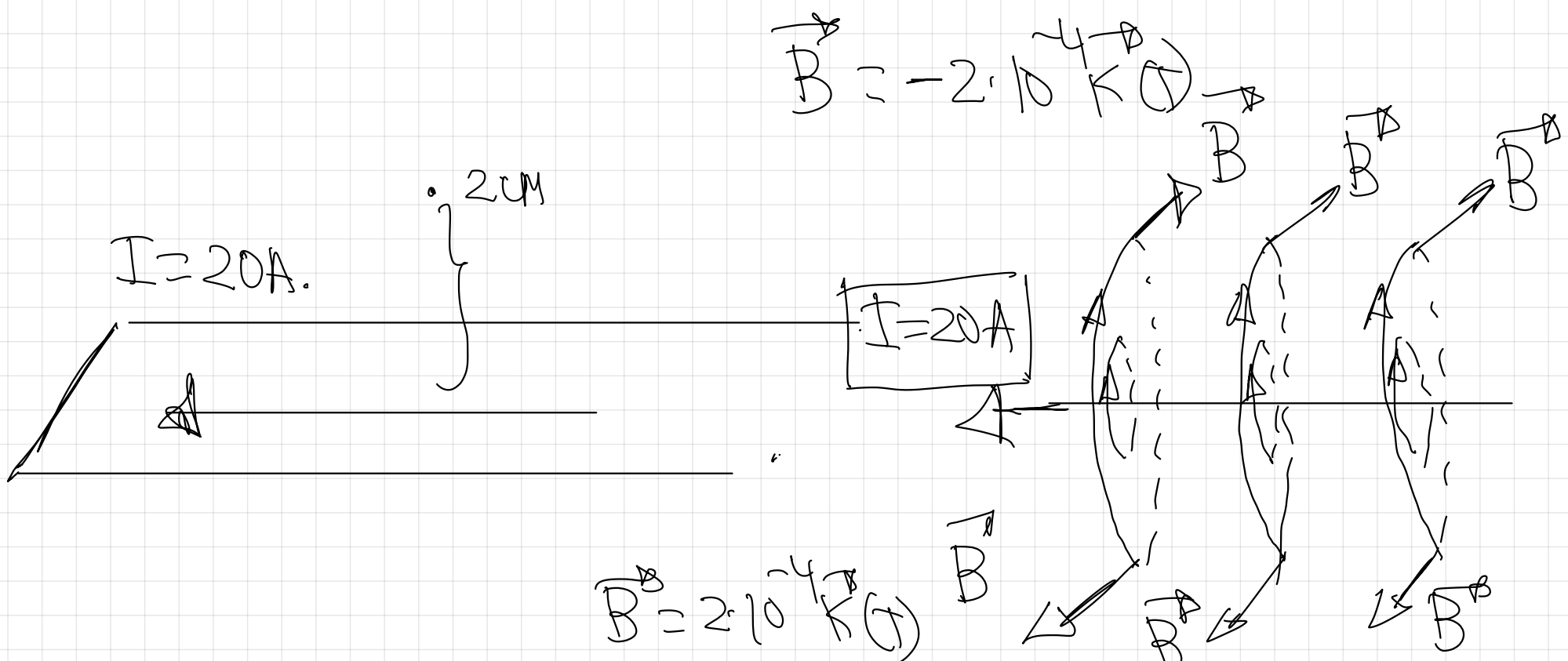
de repulsion.

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

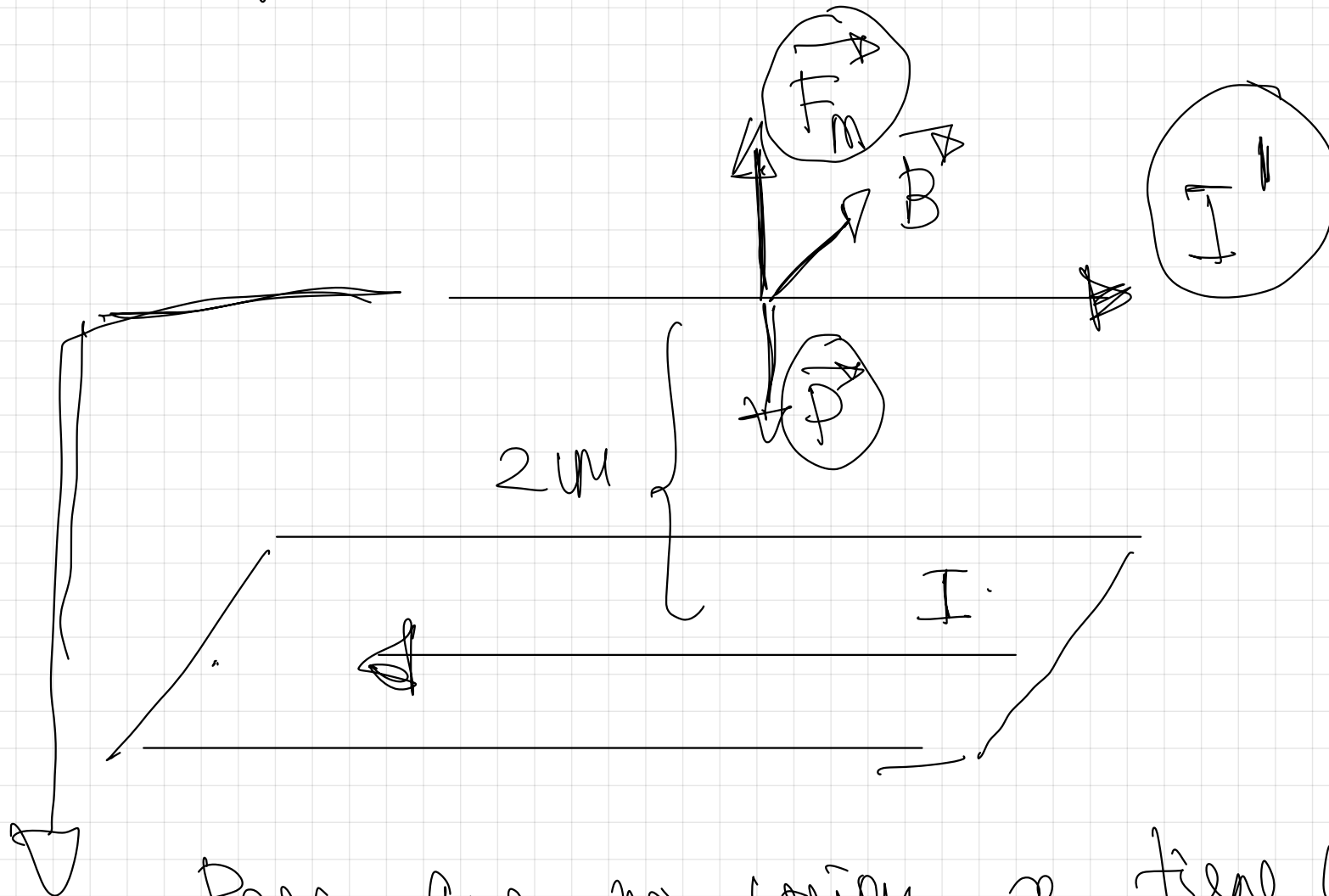
a) Dibuje las líneas del campo magnético producido por la corriente y calcule el valor de dicho campo en un punto situado en la vertical del conductor y a 2 cm de él.

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 $0,1 \text{ Kg/m}$?

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



$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 20}{2\pi \cdot 0,02} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$$



Para que no corija a final que
cumplir que:

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

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

$$I = \frac{m \cdot g}{l \cdot B} = \frac{0,1 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2 \cdot 10^{-4} \text{ T}}$$

$$\left(\frac{0,1 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}}{\text{m}} \right)$$

$I = 5000 \text{ A}$. 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.

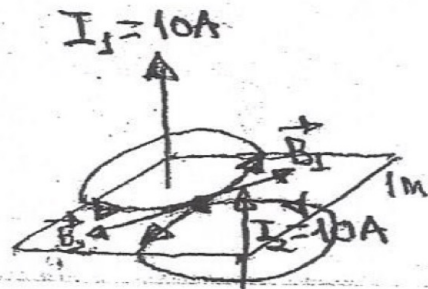
a) Dibuje un esquema en el que figuren las interacciones mutuas y el campo magnético resultante en el centro del cuadrado

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 el plano perpendicular al conductor.

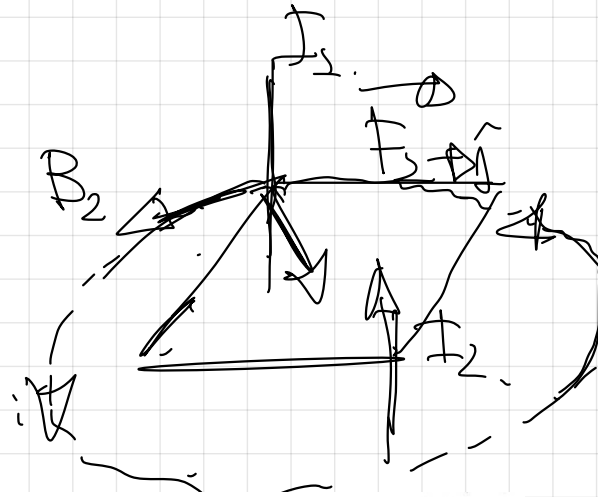
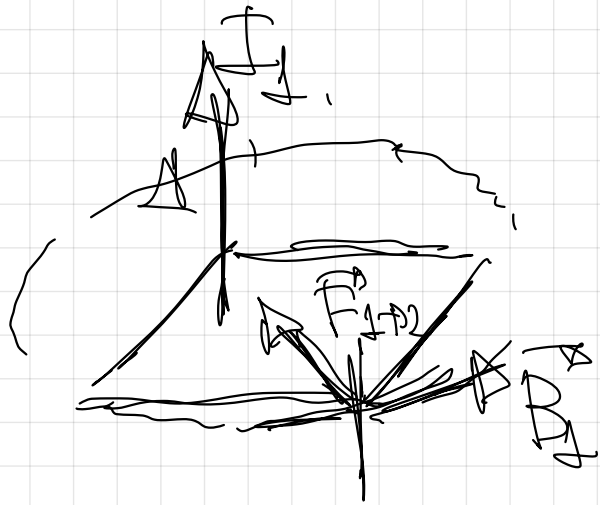
Se observa que \vec{B}_1 y \vec{B}_2 son dos vectores con la misma dirección y sentido contrario, además poseen el mismo módulo:

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

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 ($B=0$)

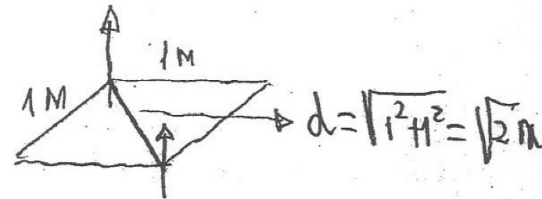
Fuerza por unidad de longitud:

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

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

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

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



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.

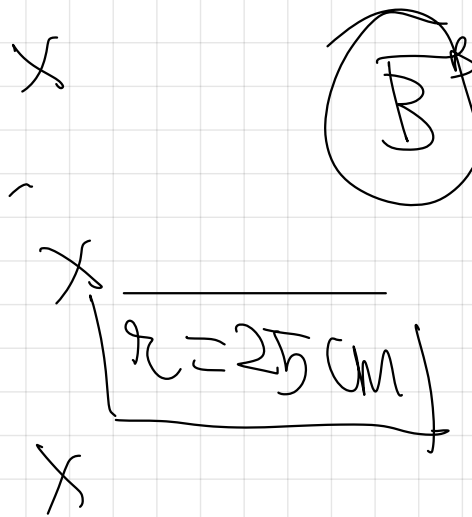
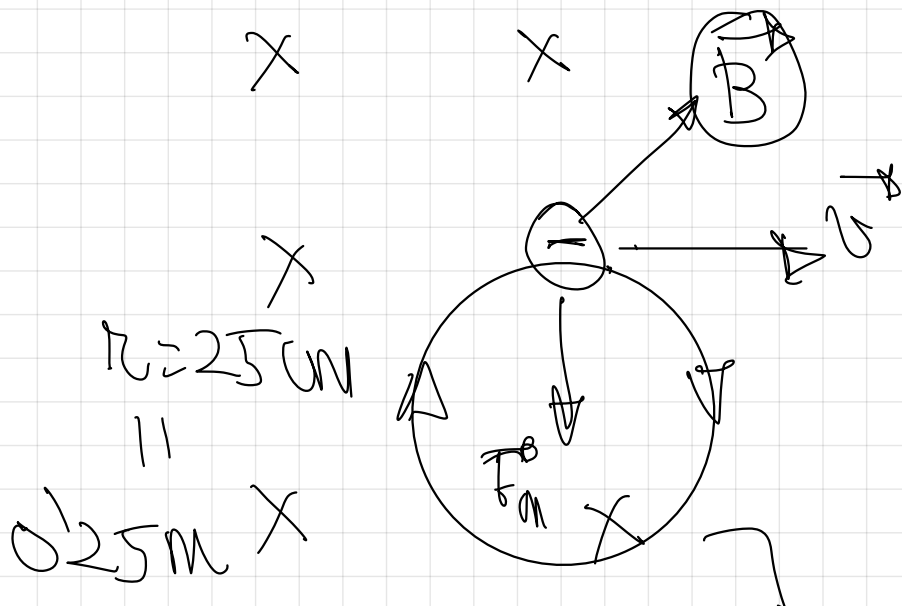
b) Para ese mismo campo magnético explique, cualitativamente, cómo variarían la velocidad, la trayectoria de las partículas y su radio si, en lugar de electrones, se tratara de un haz de iones

de Ca^{2+} . *de la misma E_c*
 $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

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

$$E_c = 10^4 \text{ eV}$$

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



$$F_m = F_n$$

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

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

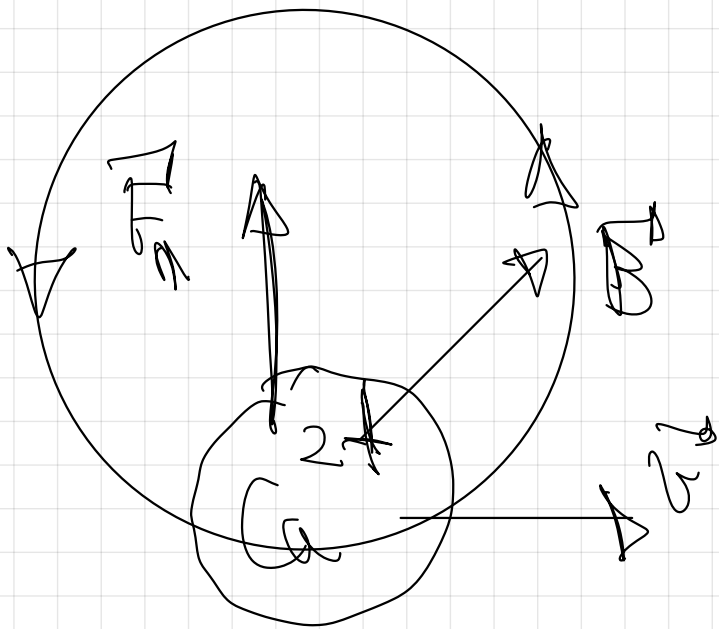
↑
Sentido do horário,

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

$$v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}}$$

$$B = \frac{m \cdot v}{q \cdot r} \Rightarrow B = \frac{m \cdot \sqrt{\frac{2E_c}{m}}}{q \cdot r} = \frac{\sqrt{2E_c \cdot m}}{q \cdot r}$$

$$B = \frac{\sqrt{2E_c m}}{q \cdot r} = \frac{\sqrt{2 \cdot 16 \cdot 10^{-15} \cdot 94 \cdot 10^{-31}}}{16 \cdot 10^{-14} \cdot 0,25} = 0,0135 \text{ T}$$



Despejo r de esta expresión para compararla con los conos Ca^{2+} de canal

Sentido antihorario.

$$B = \frac{\sqrt{2E_c M}}{q \cdot r_c}$$

la misma.

$$r = \frac{\sqrt{2E_c M}}{q \cdot B} \rightarrow M_{Ca^{2+}} \gg \gg \gg \gg M_e$$



el misma

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

$$\left[r_{Ca^{2+}} > r_{Ca} \right]$$

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

$$v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}}$$

→ mínima.

$$m_{Ca^{2+}} \gg \gg \gg m_{e^-}$$

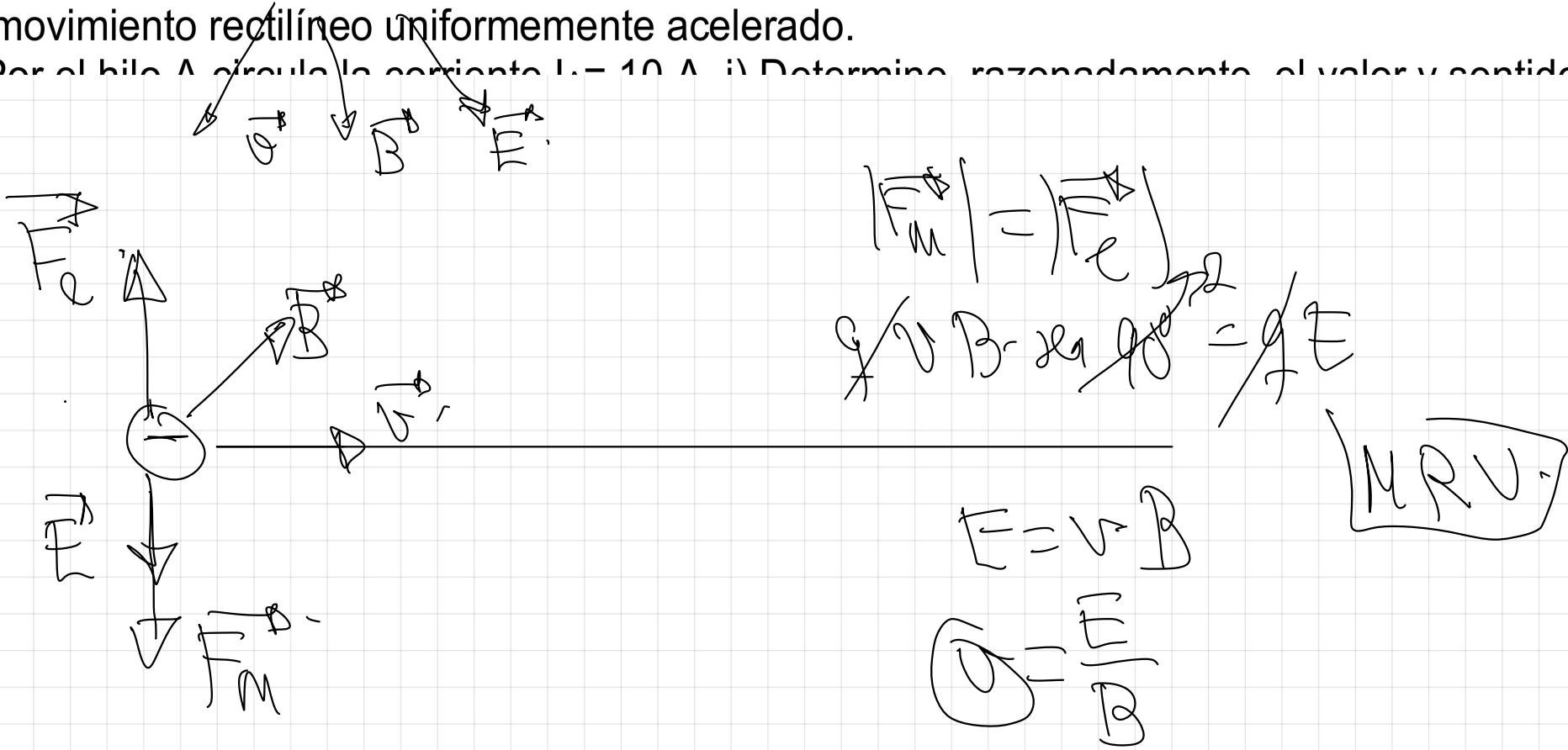
$v \downarrow$

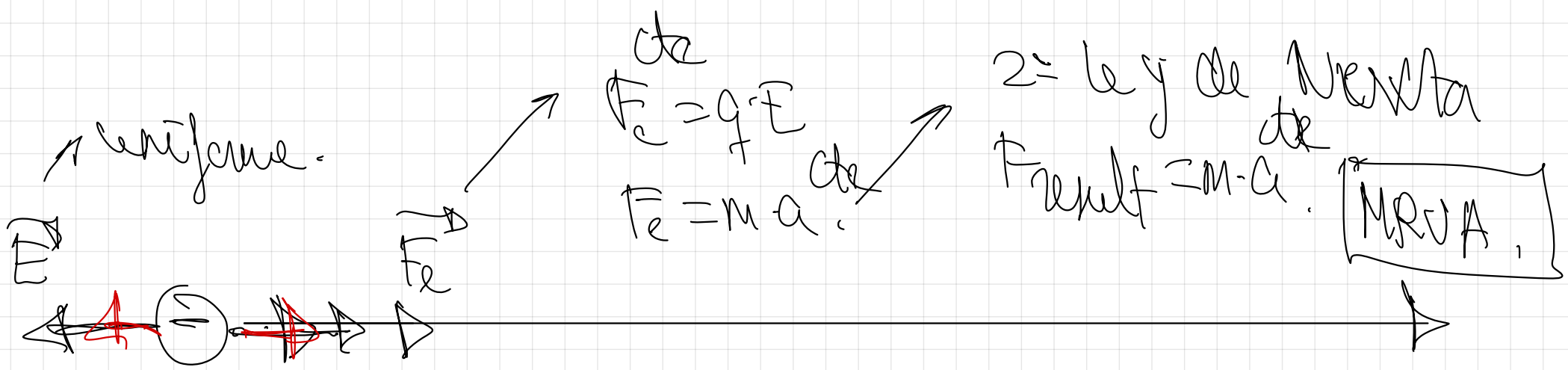
————— $v \downarrow$

La velocidad no cambia
en módulo pero
los iones Ca^{2+} ~~perd~~
penetran con menor
velocidad.

(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



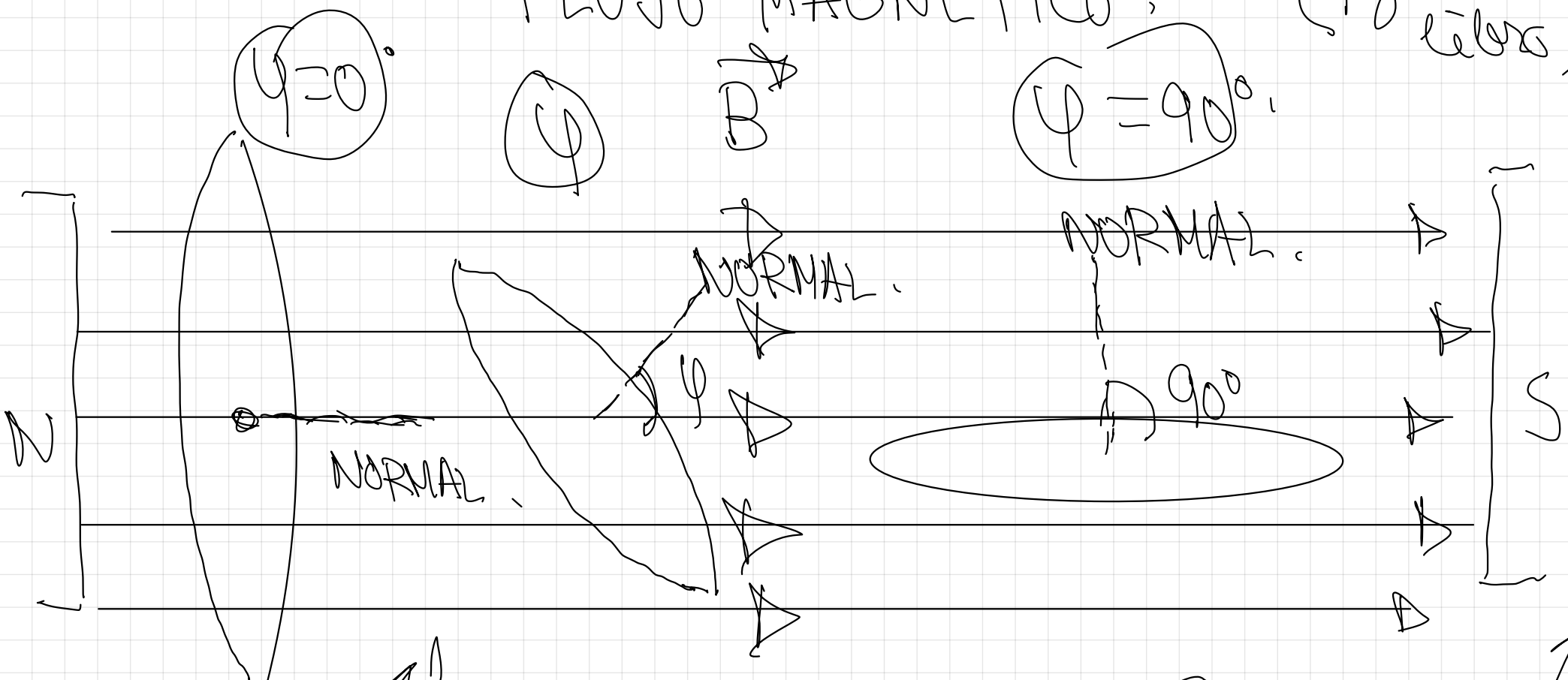


en la misma dirección \vec{v}

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

FLUJO MAGNÉTICO

(pag 89 del libro)



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

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

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

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

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 $\Rightarrow \Phi$

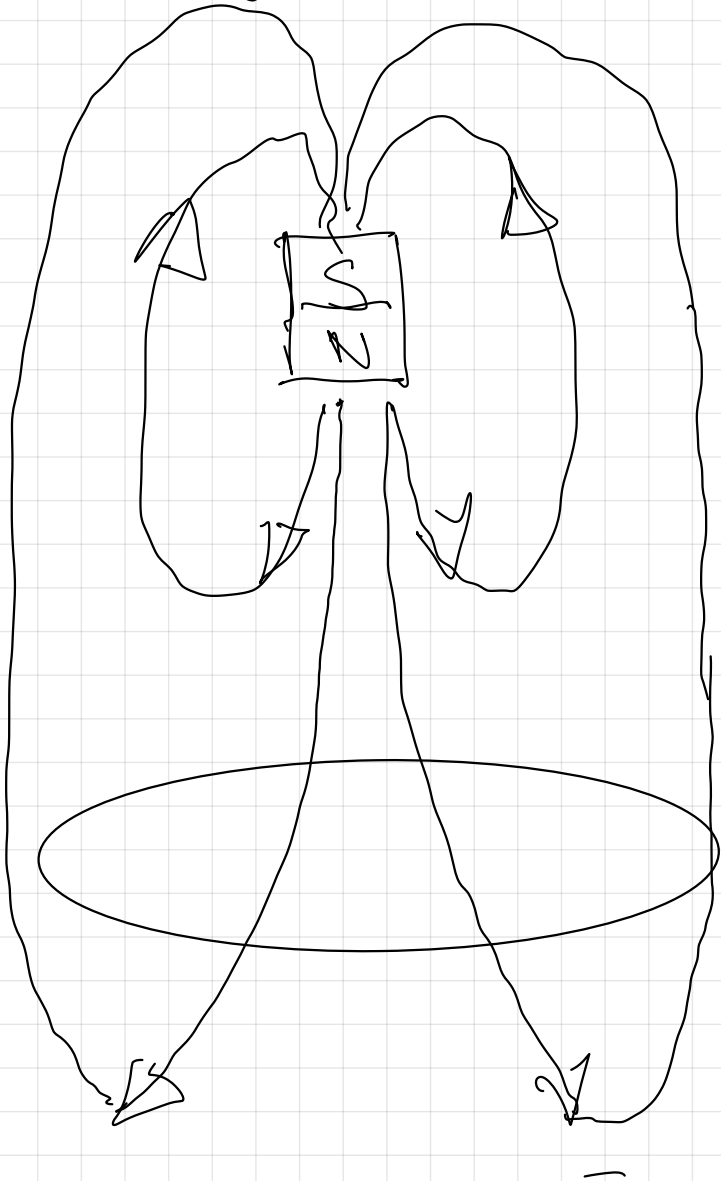
$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos \varphi$$

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

$S \Rightarrow$ Superficie de la espira
(m^2)

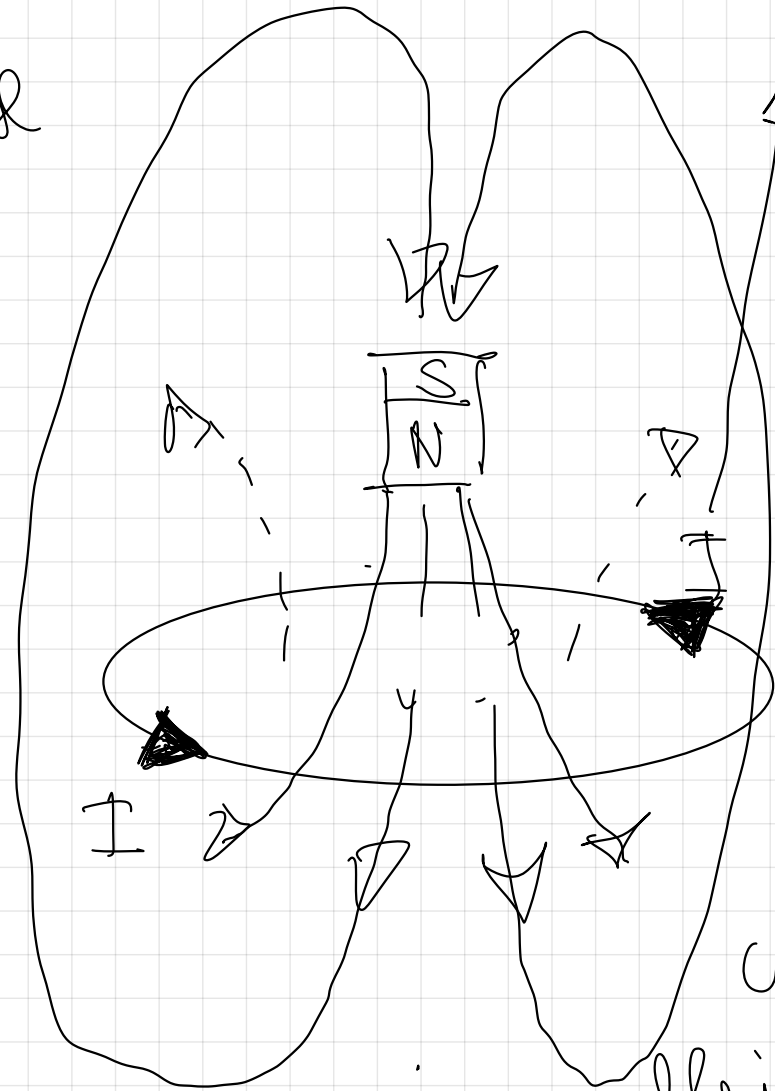
$\varphi \Rightarrow$ ángulo que forma la normal a la superficie de la espira con el campo B

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.

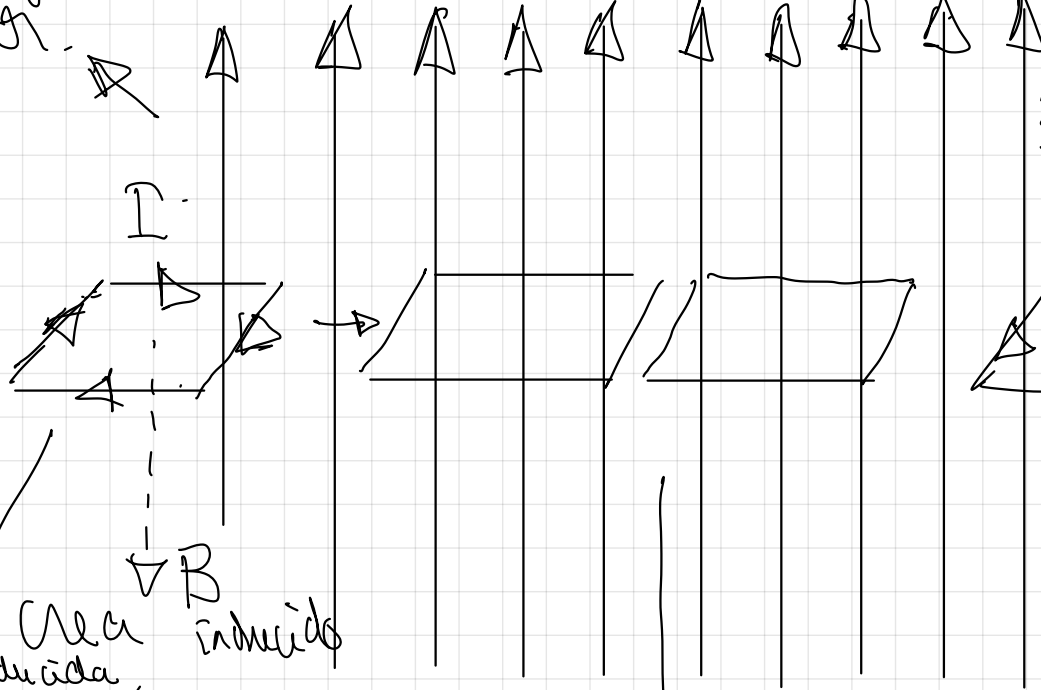
Explicar si circula corriente o no por la espira en los siguientes casos, indicando el sentido de la corriente en los casos en los que exista:

- 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

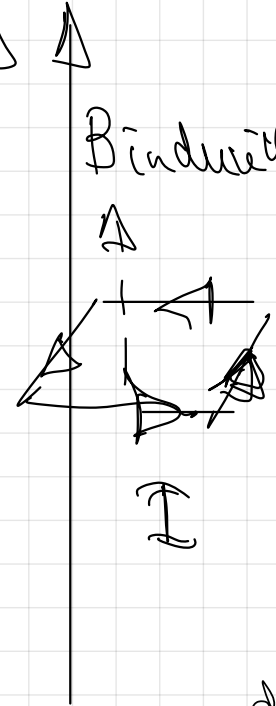
Flujo magnético $B_{inductor}$ inductor.

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.

$B_{inductor}$

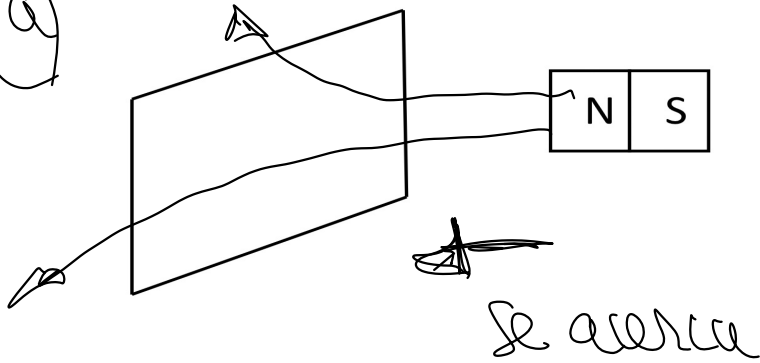


b) Mientras se mueve por dicha región según el flujo (n° de líneas de campo que la atraviesan) no varía y no hay corriente inducida.

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.

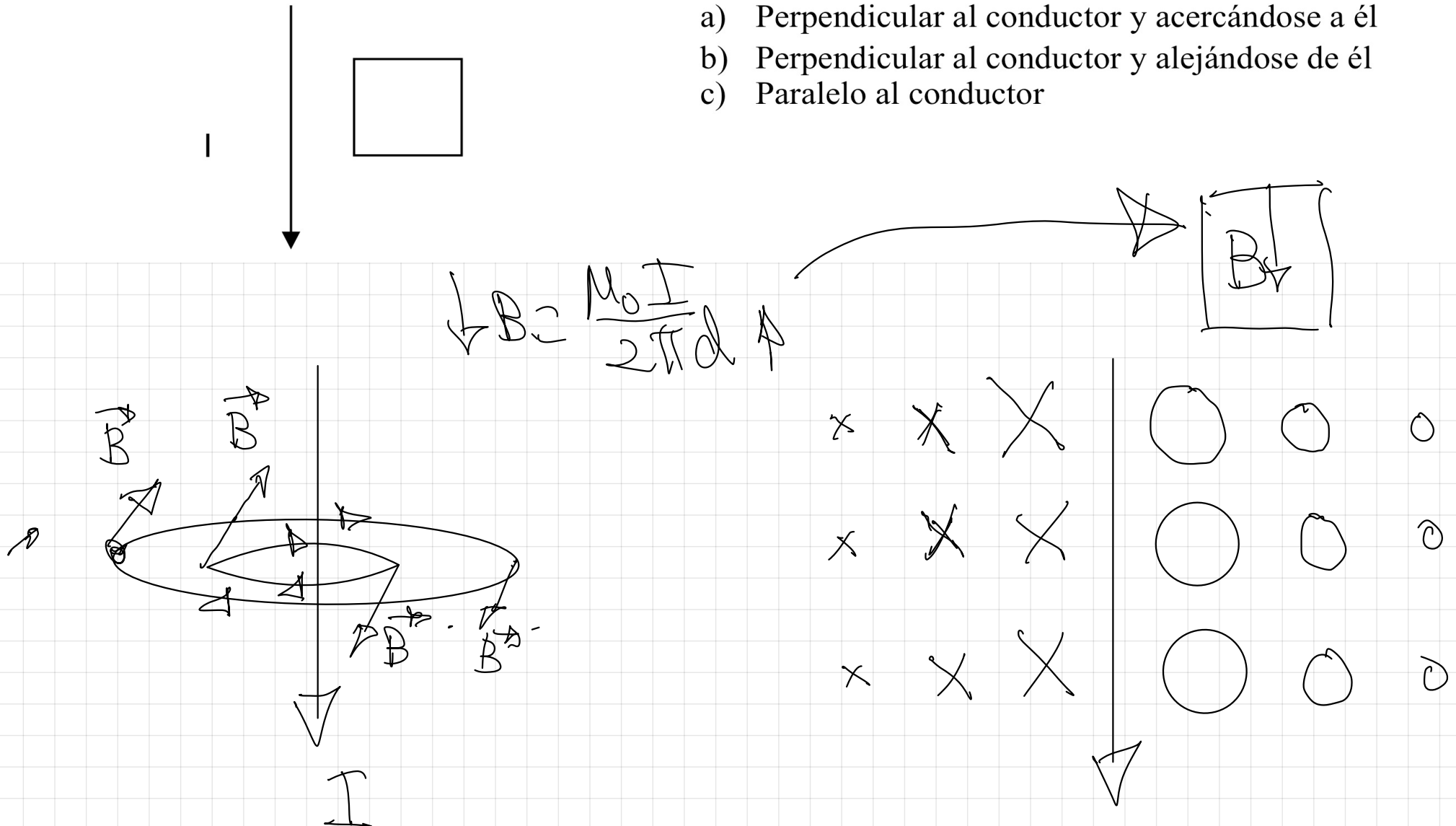
b)

flujo magnético inductor en disminución

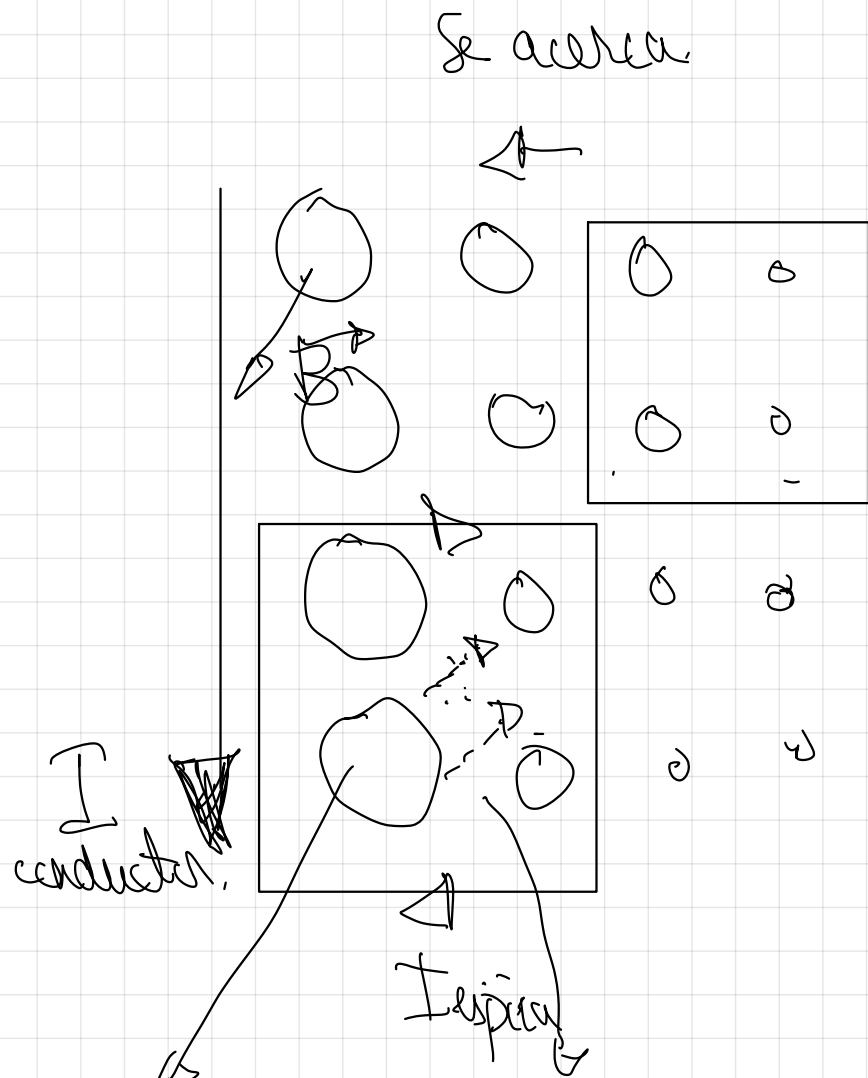
ley de Lenz.
Para oponerse se crea I en el sentido indicado

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:

- Perpendicular al conductor y acercándose a él
- Perpendicular al conductor y alejándose de él
- Paralelo al conductor



a)

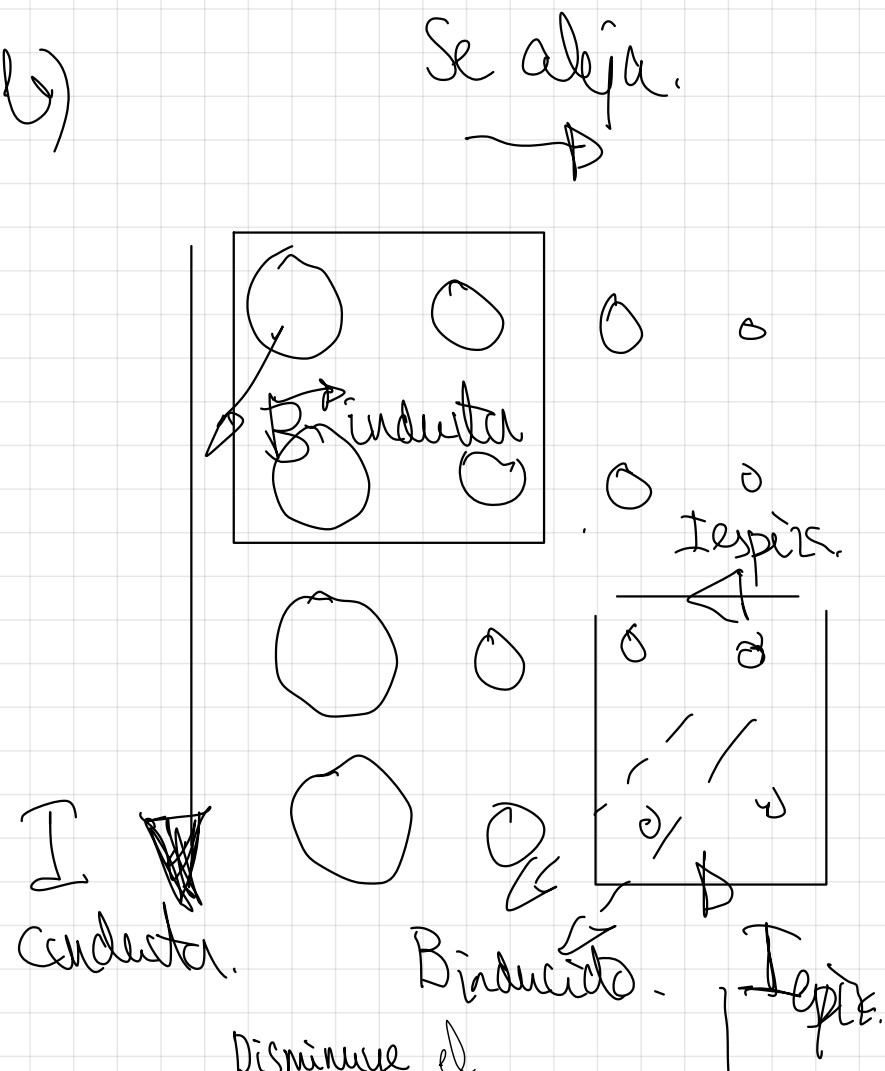


Aumenta el flujo magnético inducido

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

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

b)



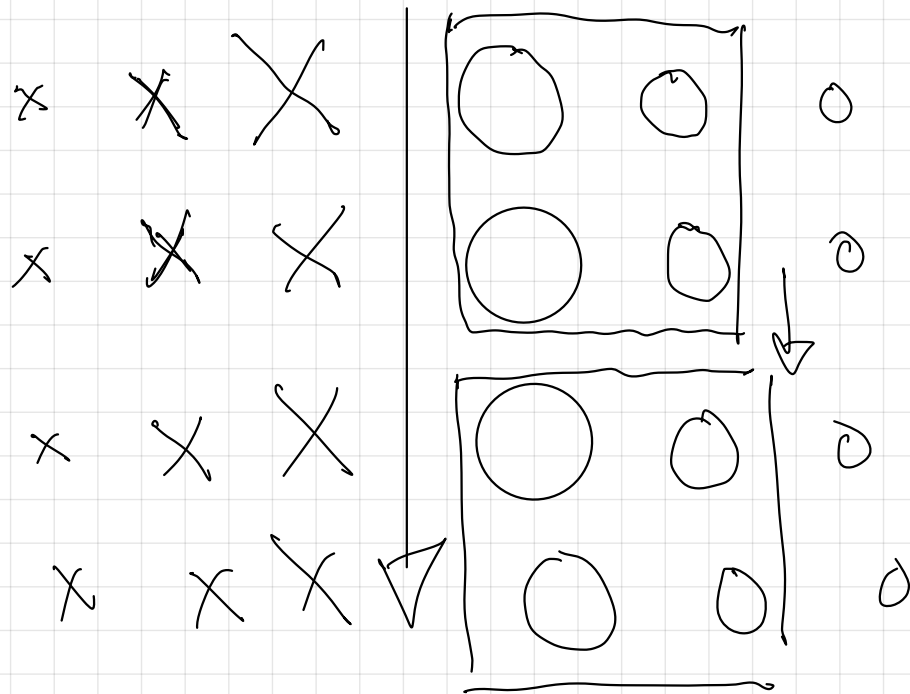
Disminuye el flujo magnético inducido

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

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

c)

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

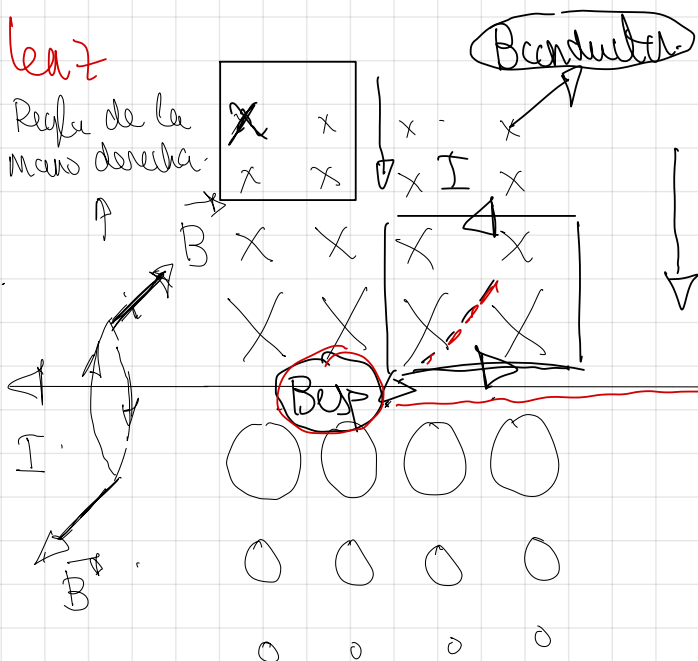


No hay variación
del flujo magnético,
luego no existe
corriente inducida.

Ejemplo aparte puesto en clase
en la siguiente página.

ley de leitz

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



→ aumento del flujo magnético inductor.

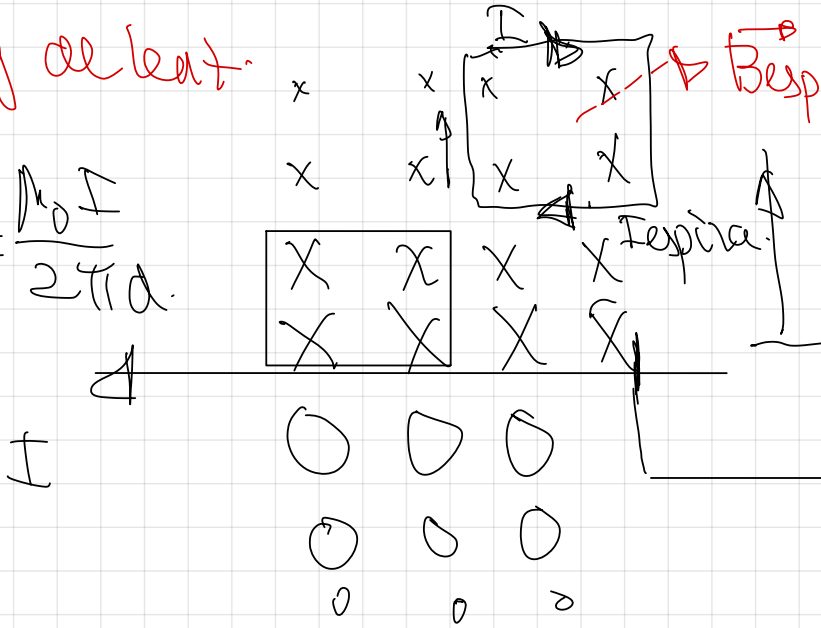
Espira acercándose

Campo magnético creado por el conductor entrante

Campo magnético creado por la espira saliente

ley de leitz.

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



→ 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

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

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

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

b)

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

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

Superficie de un círculo

$$a) \Phi = 188 \cdot 10^{-4} \text{ T} \cdot \text{m}^2 = \text{Vs}$$

initial

$$\Phi = 9142 \cdot 10^{-5} \text{ T} \cdot \text{m}^2 = \text{Vs}$$

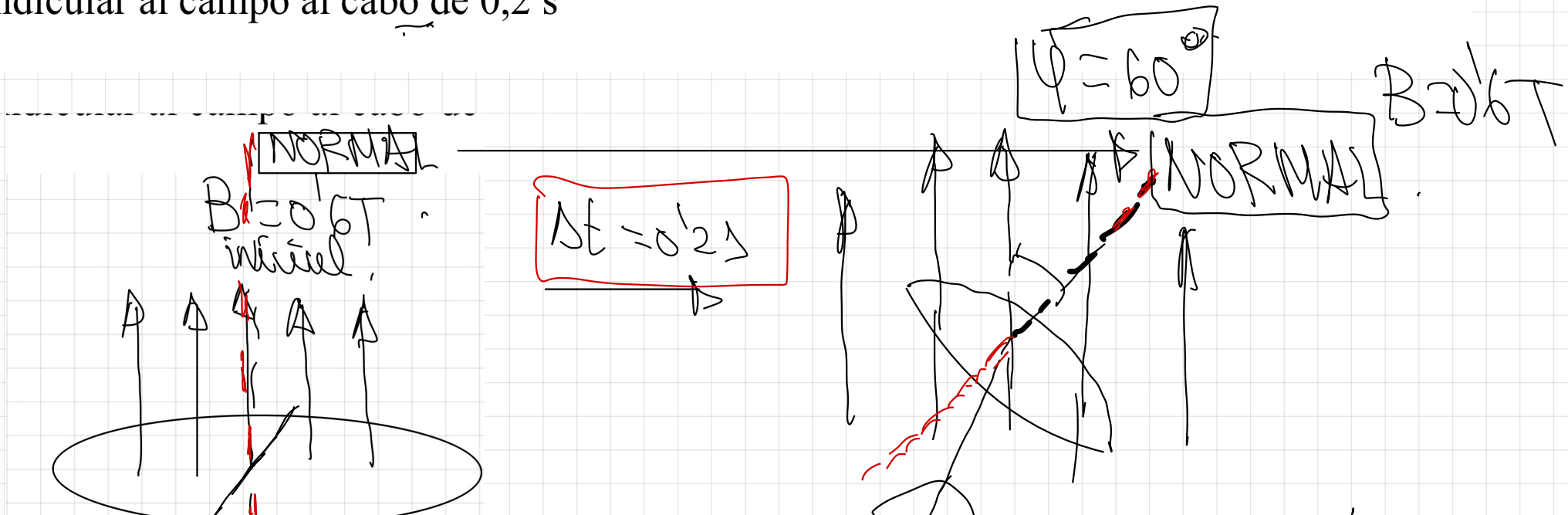
final

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

$$E_{\text{media}} = \frac{9142 \cdot 10^{-5} - 188 \cdot 10^{-4}}{0.2} \frac{\text{Vs}}{\text{s}} = \text{Volts}$$

$$E_{\text{media}} = +469 \cdot 10^{-4} \text{ V}$$

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



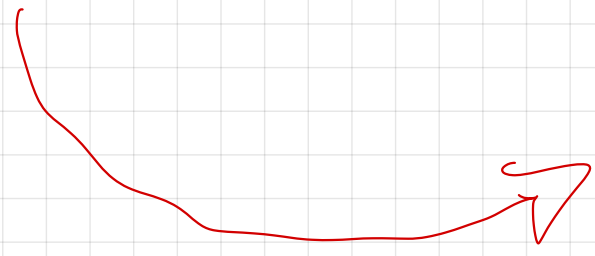
Se gira 60° y por tanto la normal girará 60° siendo $\psi = 60^\circ$ el ángulo que forma con el campo magnético vertical.

$$\Phi_{\text{inicial}} = 1,88 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

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

$$\Phi_{\text{final}} = 0,6 \text{ T} \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 0,5$$

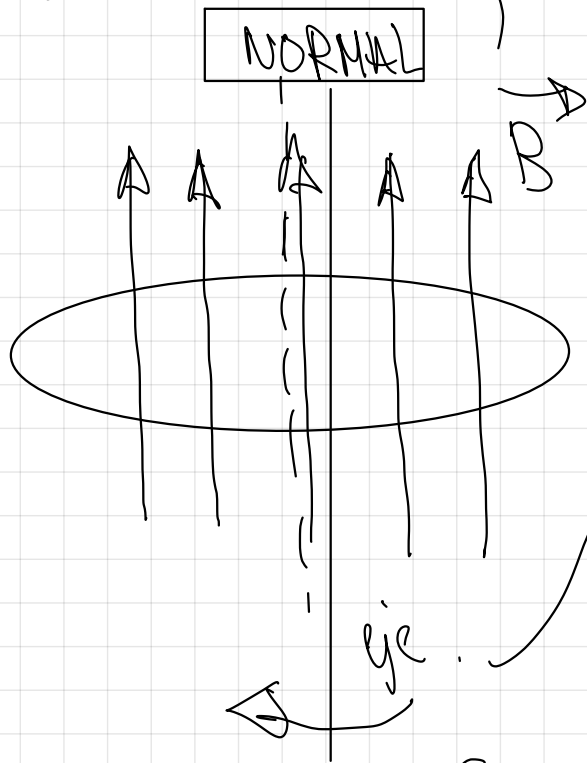
$$\Phi_{\text{final}} = 0,3 \cdot 10^{-4} \text{ T} \cdot \text{m}^2$$



↑ 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.

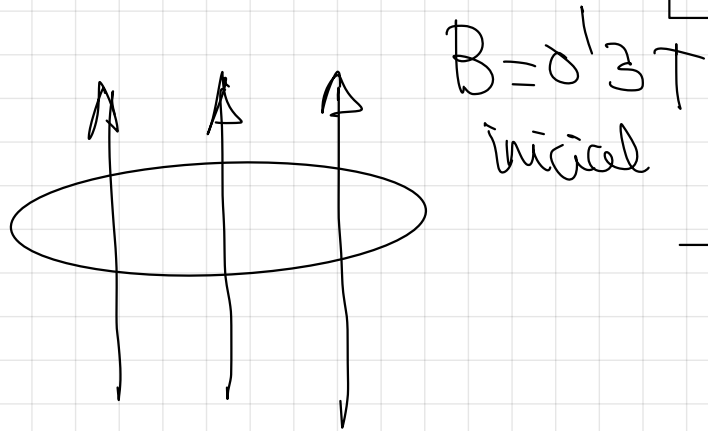
$$\Phi_{\text{inicial}} = \Phi_{\text{final}}$$

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

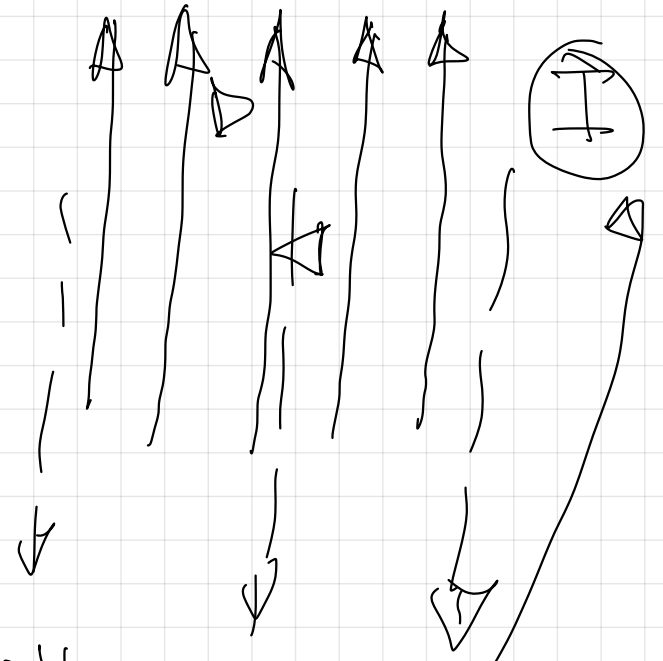
Traducido matemáticamente

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 magnetico 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

$l = 5 \text{ cm}$

NORMAL ψ

$B = 2t^2 \text{ (T)}$

$B \uparrow$

$E \text{ (V)}$

$S = l \cdot l$
 $S = 5 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-2}$
 $S = 2.5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

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

$\Phi = 2t^2 \cdot 2.5 \cdot 10^{-3} \cdot \cos 0^\circ$

B

t

The diagram shows a square loop with side length $l = 5 \text{ cm}$ in a uniform magnetic field B pointing upwards. The normal to the loop's surface is also labeled 'NORMAL' and ψ . The induced EMF E is shown as a vector along one side of the loop. The magnetic field B is given as $B = 2t^2 \text{ (T)}$. A graph to the right shows B on the vertical axis and t on the horizontal axis, with a parabolic curve starting from the origin.

$$\Phi = 5 \cdot 10^{-3} t^2 \quad (\text{T} \cdot \text{m}^2) \quad \text{W/s}$$

Law of Faraday

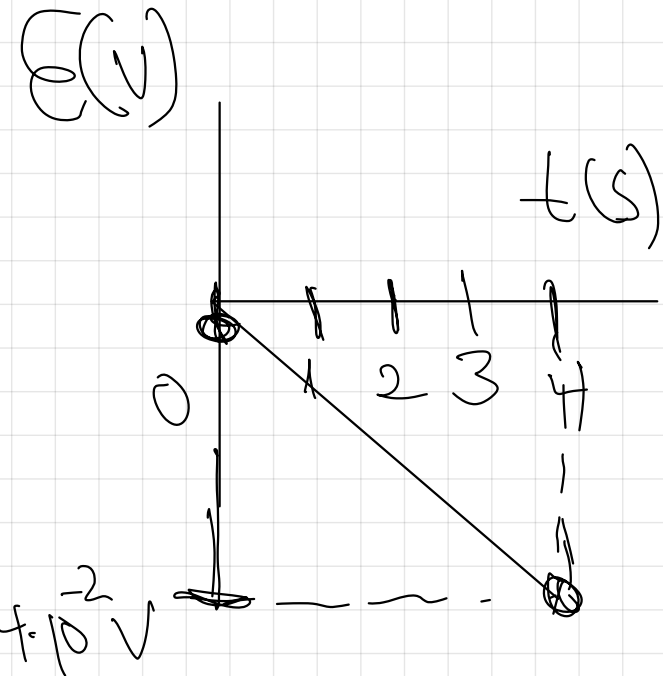
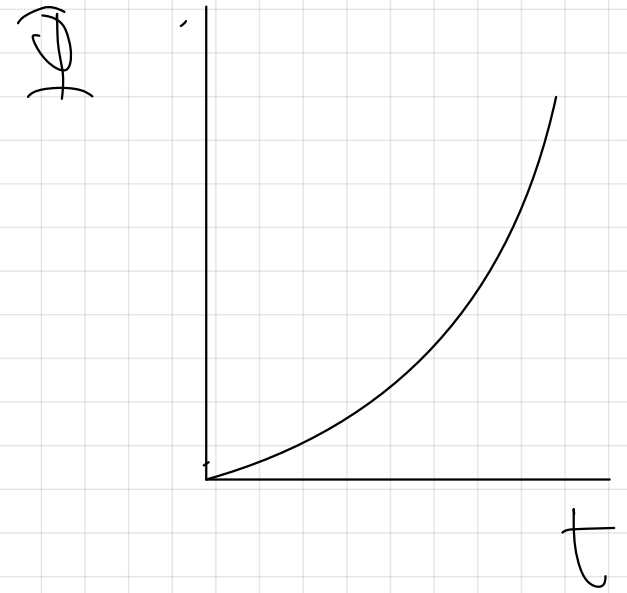
$$b) \quad \mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = -5 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot t \quad (\text{V})$$

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

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

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

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



46.- A una espira circular de radio $r=5$ 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 (T) vertical y hacia arriba

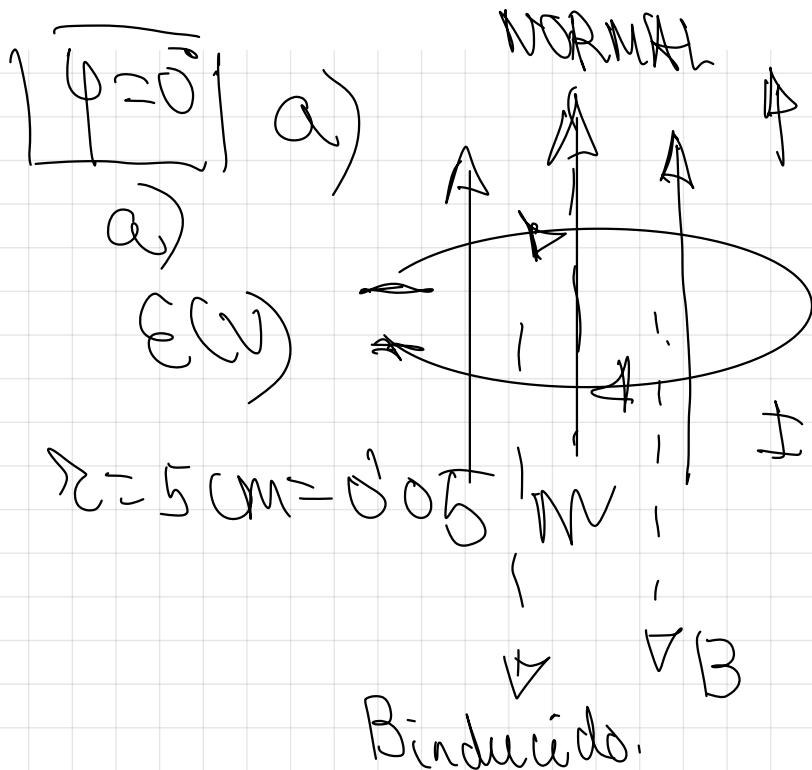
a) Represente el flujo magnético que atraviesa la espira en función del tiempo y calcule el flujo magnético máximo.

b) Represente la f.e.m inducida en función del instante t y dibuje el sentido de la corriente inducida.

c) Repita el apartado b) en el supuesto de que el campo magnético variable cambie de sentido.

d) Repita los apartados a) y b) en el supuesto de que la espira sometida al campo magnético variable estuviese en el plano del papel.

e) 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

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

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

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

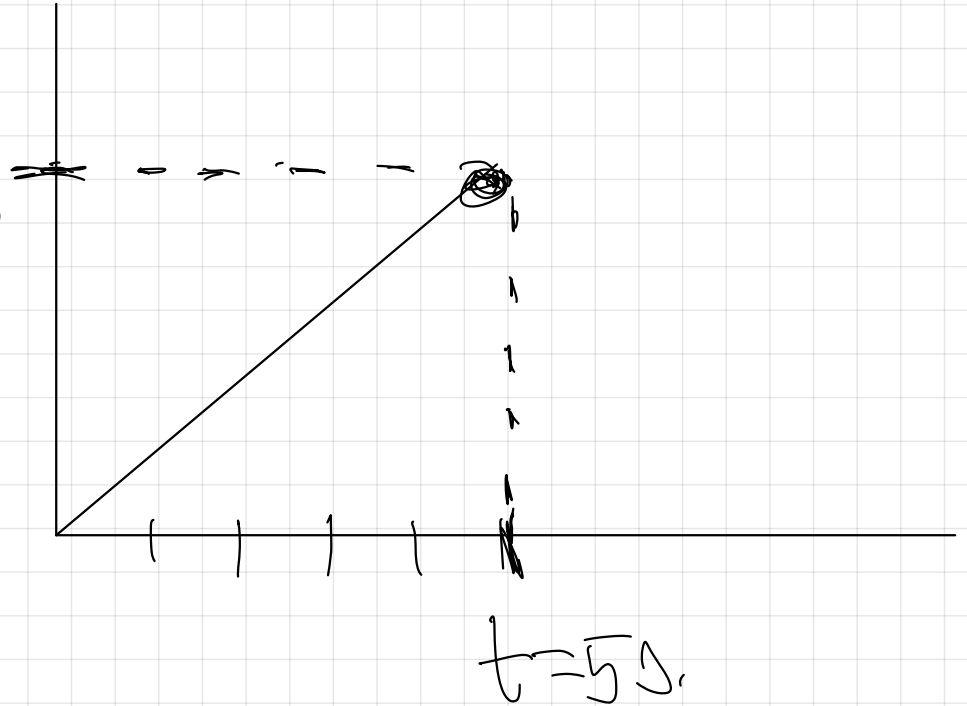
$$\Phi(t) = 2,5\pi \cdot 10^{-4} t \text{ (Vs)}$$

Φ (Vs)

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

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

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

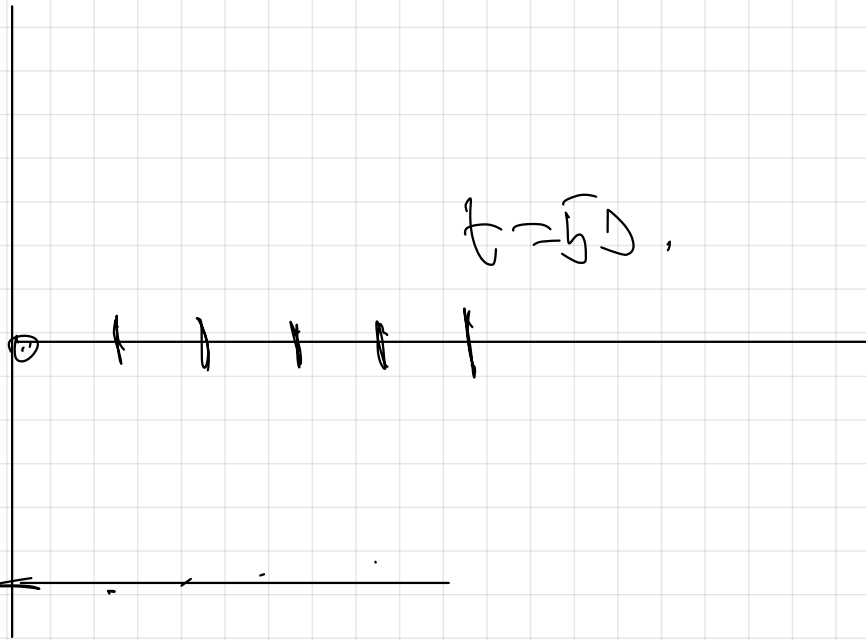


b) $\Phi(t) = 2,5\pi \cdot 10^{-4} t \text{ (Vs)}$

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

$\mathcal{E}(t)$

$t = 50.$

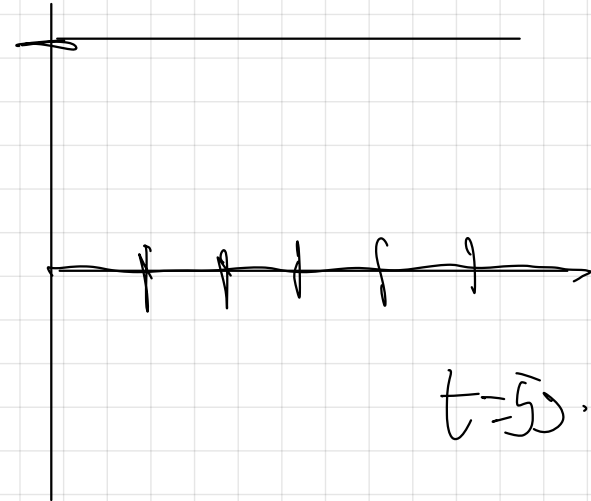
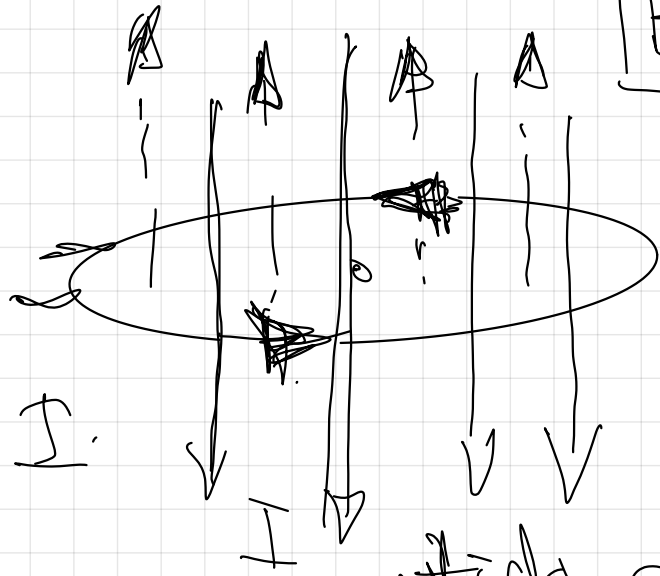


$-2.5\pi \cdot 10^{-4} \text{ V}$

$B = 0.1 \text{ T} (+)$

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

c)



sentido contrario em

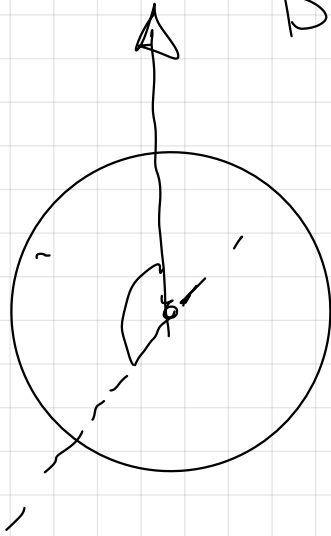
$\mathcal{E} = 2.5\pi \cdot 10^{-4} \text{ (V)}$

$t(5)$

a)

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

$$\varphi = 90^\circ$$



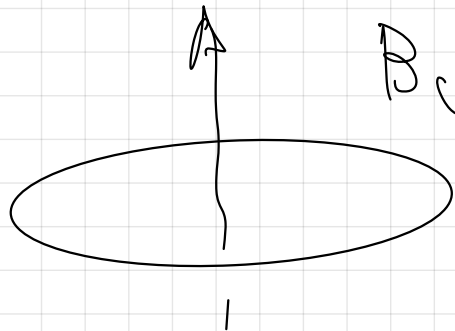
NORMAL

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

$$|\Phi| = 0$$

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

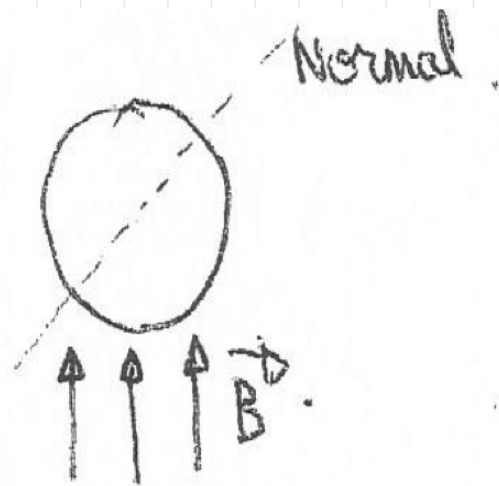
b)



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

$$|\Phi| = B \cdot S \cdot \cos \varphi \quad (\text{N.D.})$$

d)



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

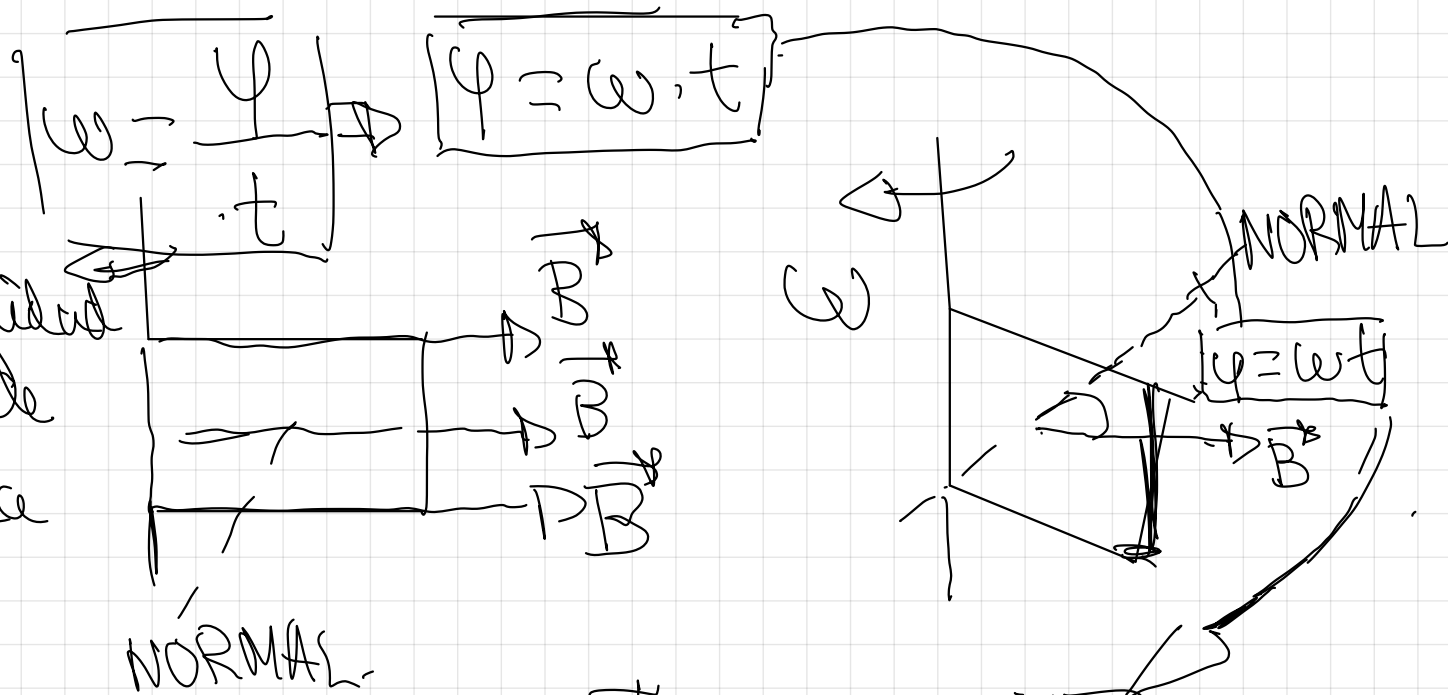
El flujo magnético que atraviesa la espira será nulo en cualquier instante, y por ello no se generará ni f.e.m. ni corriente inducida.

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 ALTERNIA

MIRAR
PRIMERO
LA PAG 93
DEL LIBRO



$\omega \Rightarrow$ velocidad angular de giro de la espira.

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

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

Ley de Faraday

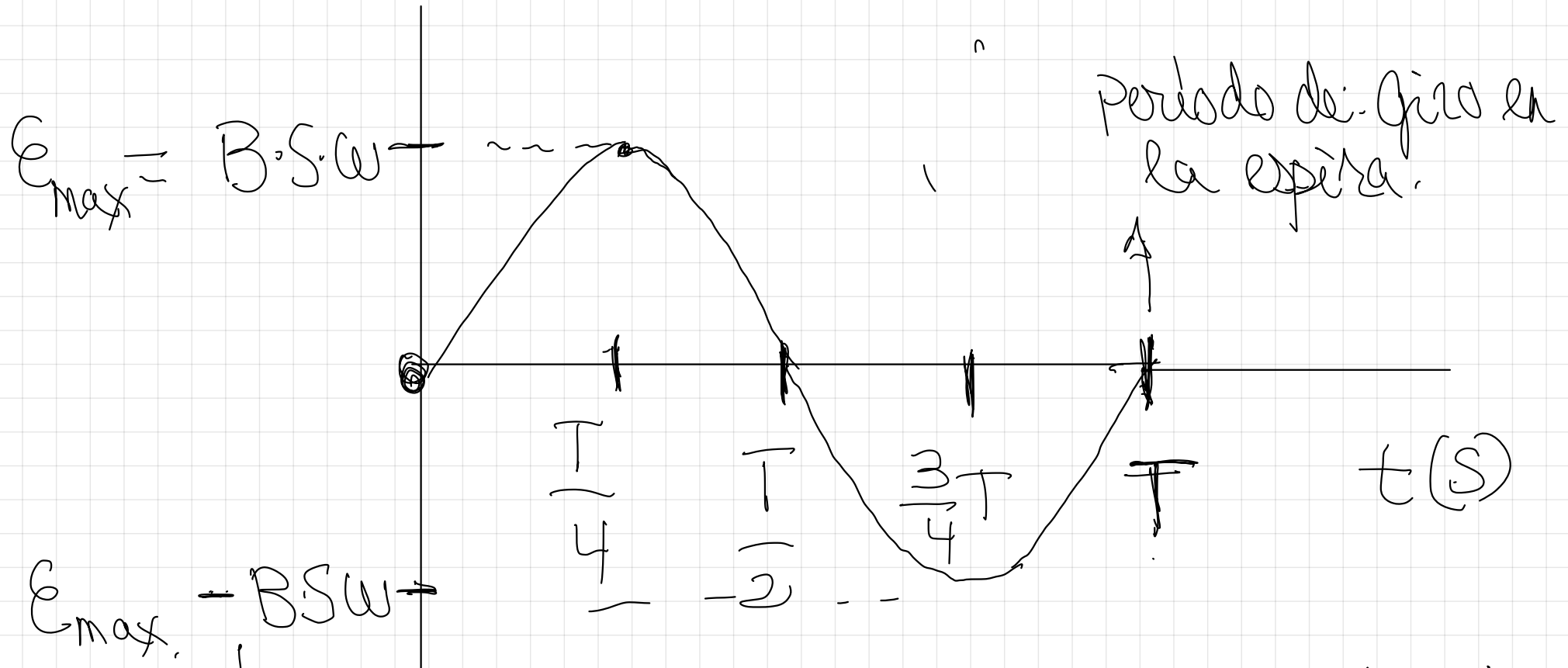
$$E = - \frac{d\Phi}{dt} = - [B \cdot S \cdot (-\sin(\omega t)) \omega]$$

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

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

$\underline{e(t)}$
 $E(V)$

$$\rightarrow E_{\max} = \pm B S \omega$$



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?

The diagram shows a rectangular coil of area $S = 4 \text{ cm}^2$ rotating with angular velocity ω around one of its sides. A uniform magnetic field B is applied vertically downwards. The normal to the coil's surface is shown at an angle φ to the magnetic field. The induced EMF is labeled as \mathcal{E} . The diagram also shows the coil's rotation and the relationship $\omega = \frac{\varphi}{t} \Rightarrow \varphi = \omega \cdot t$.

MCU

$S = 4 \text{ cm}^2$

ω

B

NORMAL

φ

B

ω

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

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

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

Ley de Faraday

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

$$\text{E}_{\text{instantanea}} = -B \cdot S \cdot [-\text{sen}(\omega t)] \cdot \omega$$

$$\text{E}_{\text{instantanea}} = B \cdot S \cdot \omega \cdot \text{sen}(\omega t)$$

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

$$e(t) = 0,5 \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot \omega \cdot \text{sen}(\omega t)$$

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

$$b) \quad \overline{e_{\text{max}} = 0,5 \text{ V}}$$

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

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

$\uparrow \pm 1$

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

$$\omega = \frac{\epsilon_{\text{max}}}{B \cdot S} = \frac{0,05 \text{ V}}{0,5 \text{ T} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 250 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

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

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

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

Otra forma

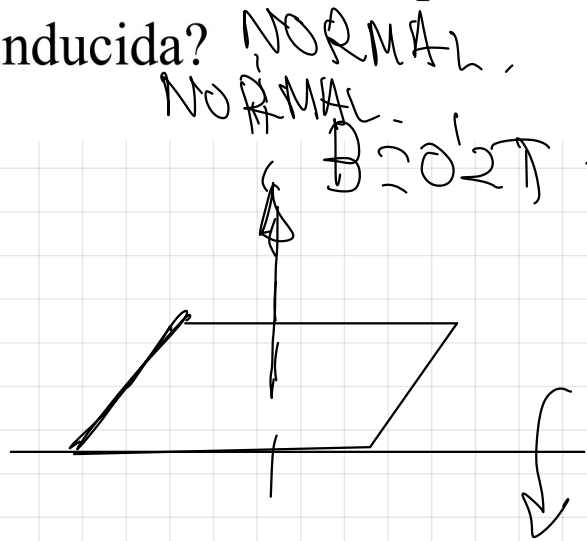
$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot \frac{1}{T} = 2\pi f$$

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

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?

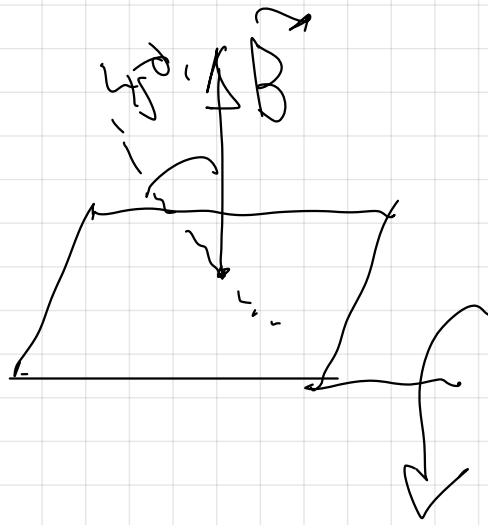


El ángulo que forma la normal al plano de la espira y el campo

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

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

45° →



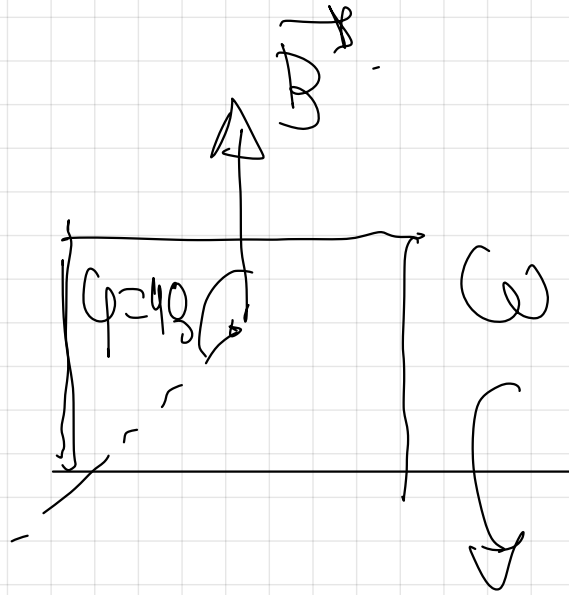
$$\varphi = 45^\circ$$

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

$$\Phi = 0.2 \text{ T} \cdot 50 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\Phi_{\text{max}} = 7 \cdot 10^{-6} \text{ Wb} \quad (\text{T} \cdot \text{m}^2)$$

90° →



$$\varphi = 90^\circ$$

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

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

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

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

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

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

ley de Faraday

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

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

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

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

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

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

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

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

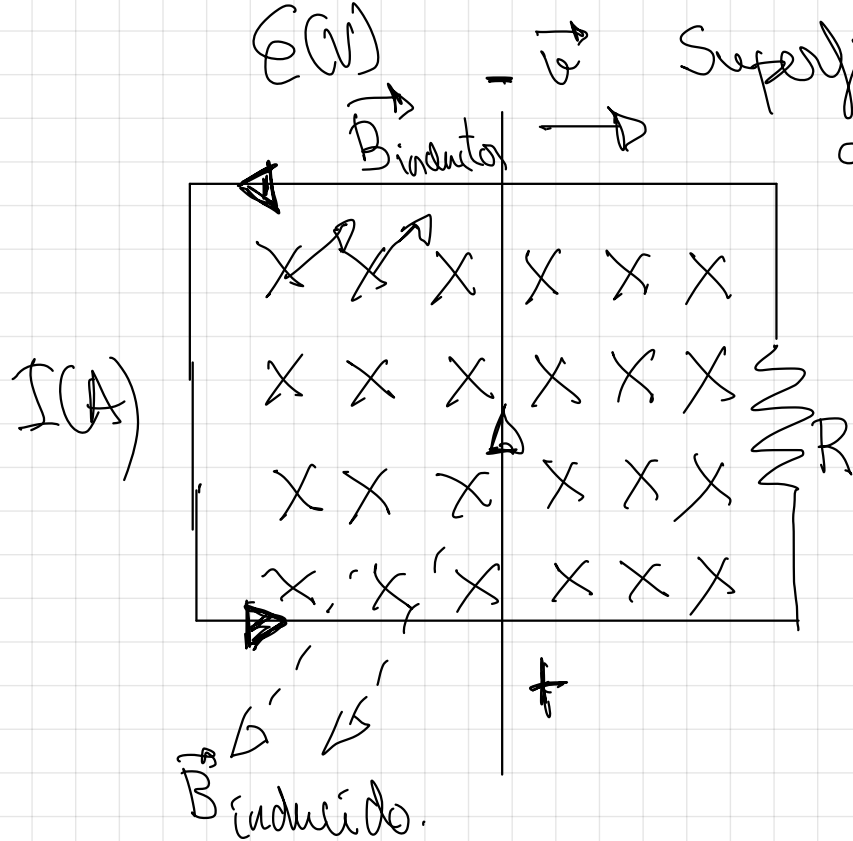
\vec{B}
Duplicar el campo magnético \vec{B} que atraviesa a la espira.

S
Duplicar la superficie de la espira.

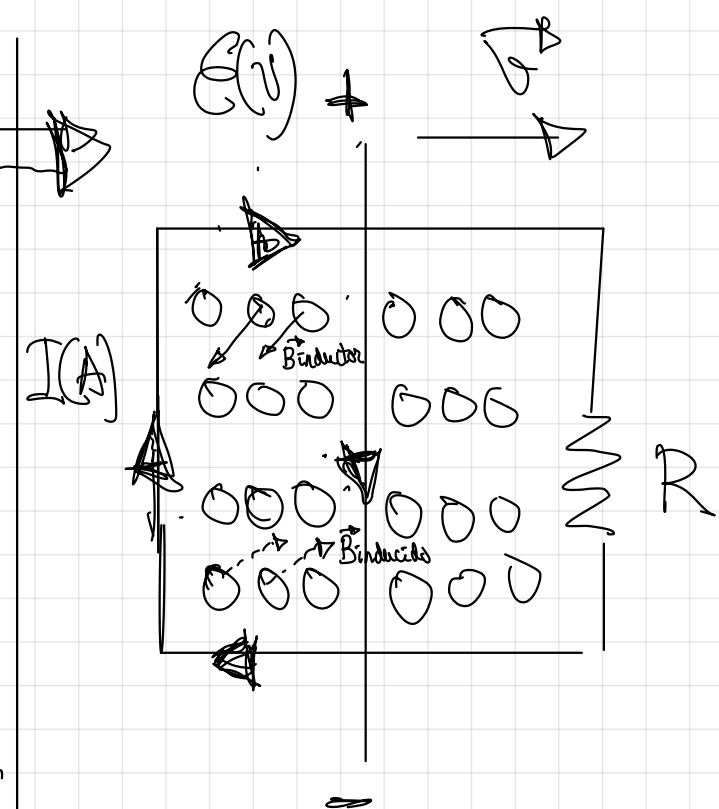
ω
Duplicar la velocidad angular ω de giro de la espira.

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?

$B = 0.2 \text{ T}$
 $\omega = 1200 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \text{ a } \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
 $\omega = 1200 \frac{\text{rpm}}{\text{min}}$
 $\omega = 1200 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$
 $\omega = 40\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
 $l = 0.1 \text{ m}$
 $S = l \cdot l = 0.1 \text{ m} \cdot 0.1 \text{ m} = 10^{-2} \text{ m}^2$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \varphi \quad \varphi = \omega t$$

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

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

$$\Phi_{\max} = B \cdot S = 0,27 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

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

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

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

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

$$\mathcal{E}_{\max} = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin(\omega t) \quad \rightarrow 1$$

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

$$\mathcal{E}_{\max} = 0,27 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot 40\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\mathcal{E}_{\max} = 0,25 \text{ V}$$

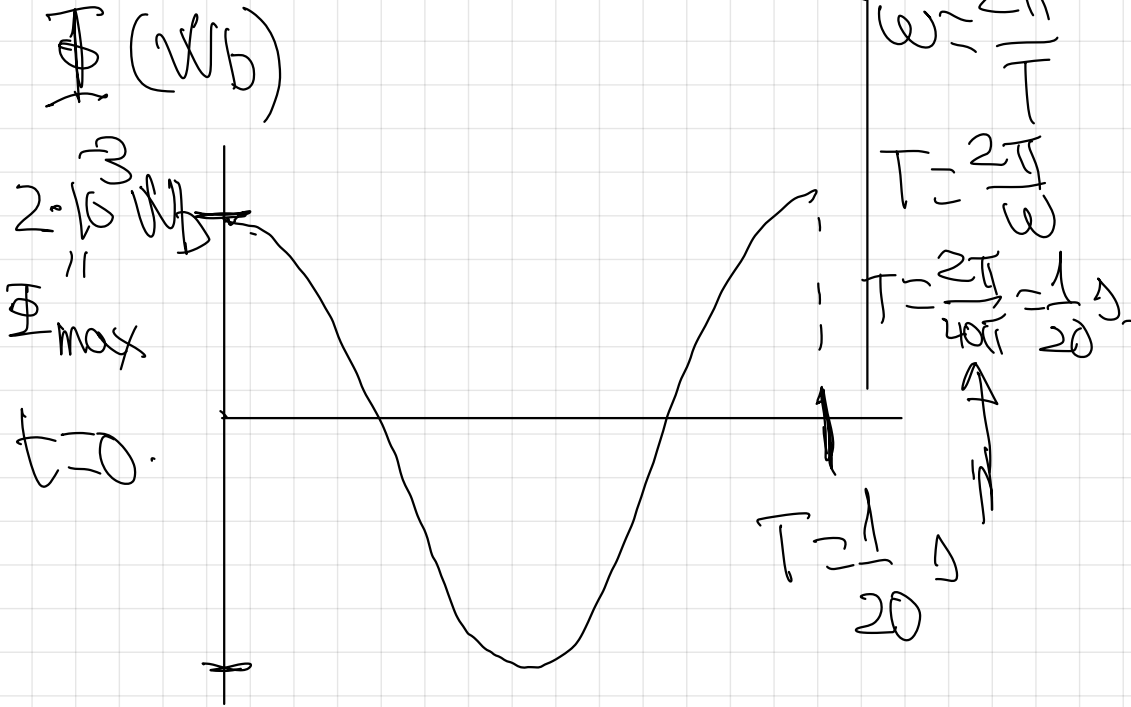
$$\Phi_{\max} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

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

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

Φ_{\max}

función a
representar



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

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

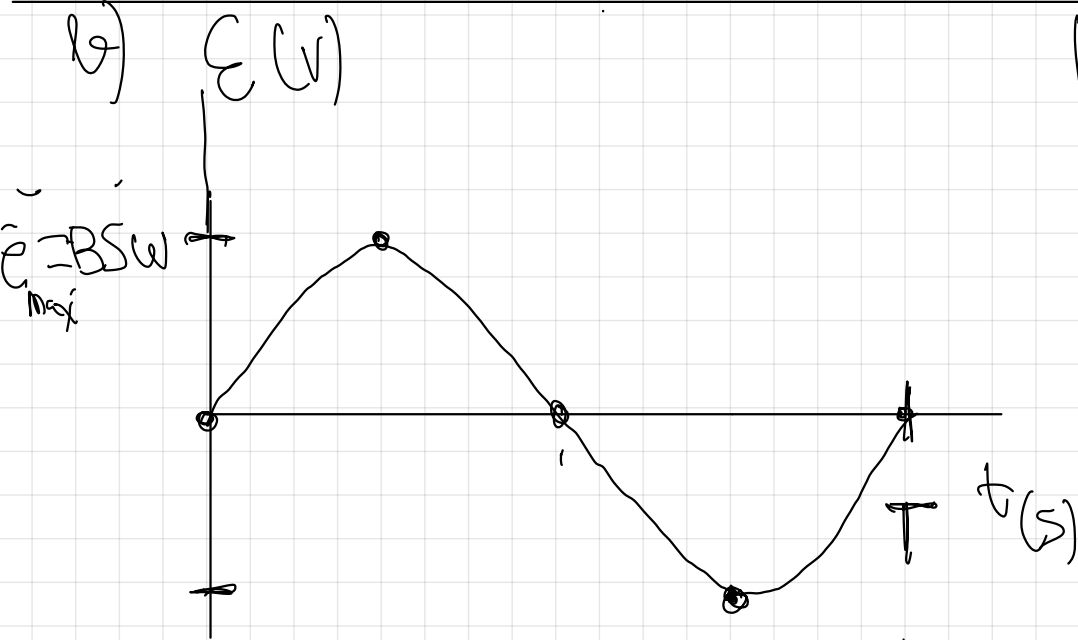
$$E = [B \cdot S \cdot \omega] \sin(\omega t)$$

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

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

función a
representar





Al reducir ω a la mitad.

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

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

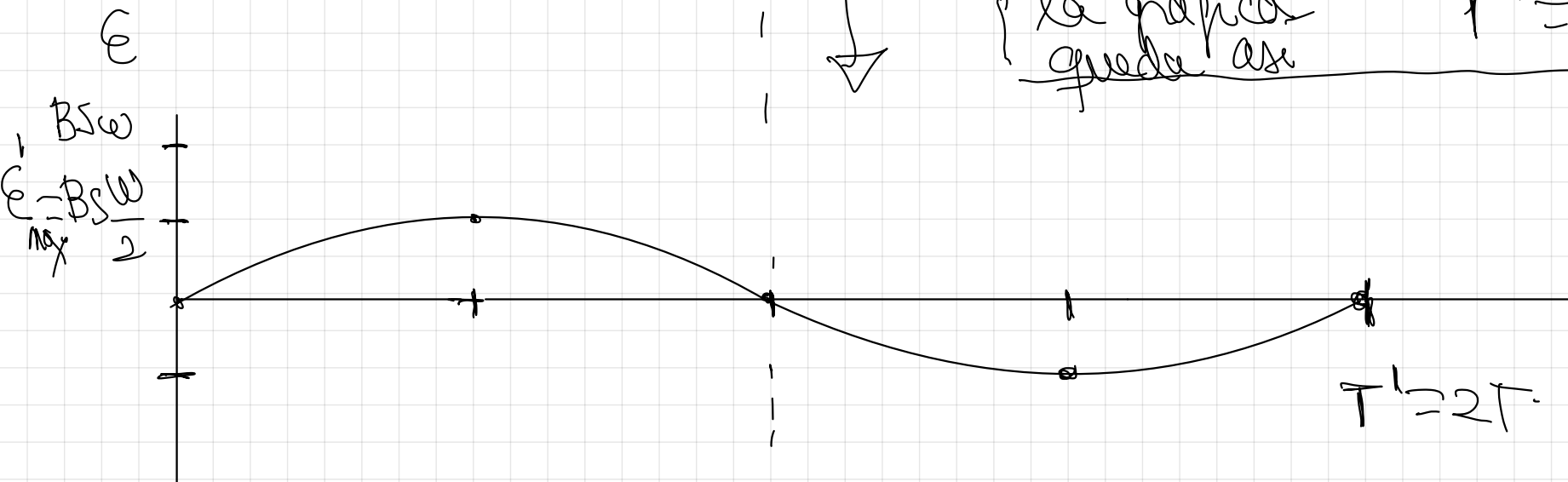
Sin embargo al reducir ω a la mitad el período se ~~va~~ el doble

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

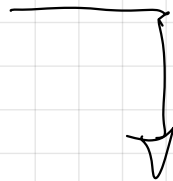
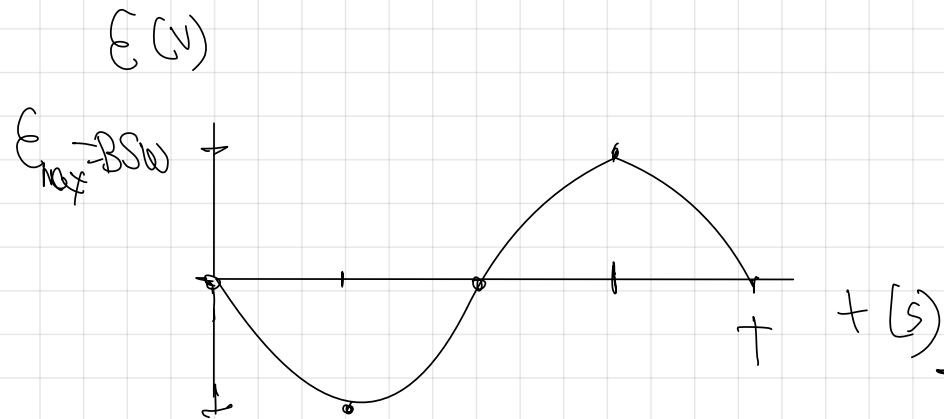
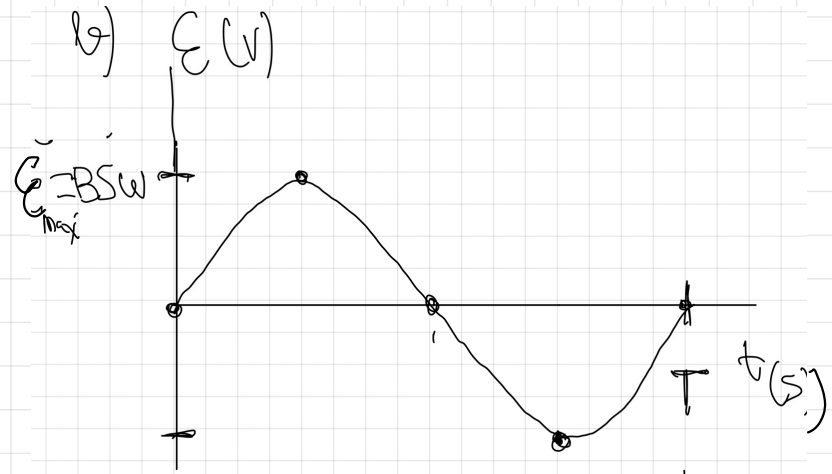
$$T' = \frac{2\pi}{\frac{\omega}{2}} = 2 \cdot \frac{2\pi}{\omega}$$

$$T' = 2T.$$

Combinando ambos cambios la gráfica queda así



1

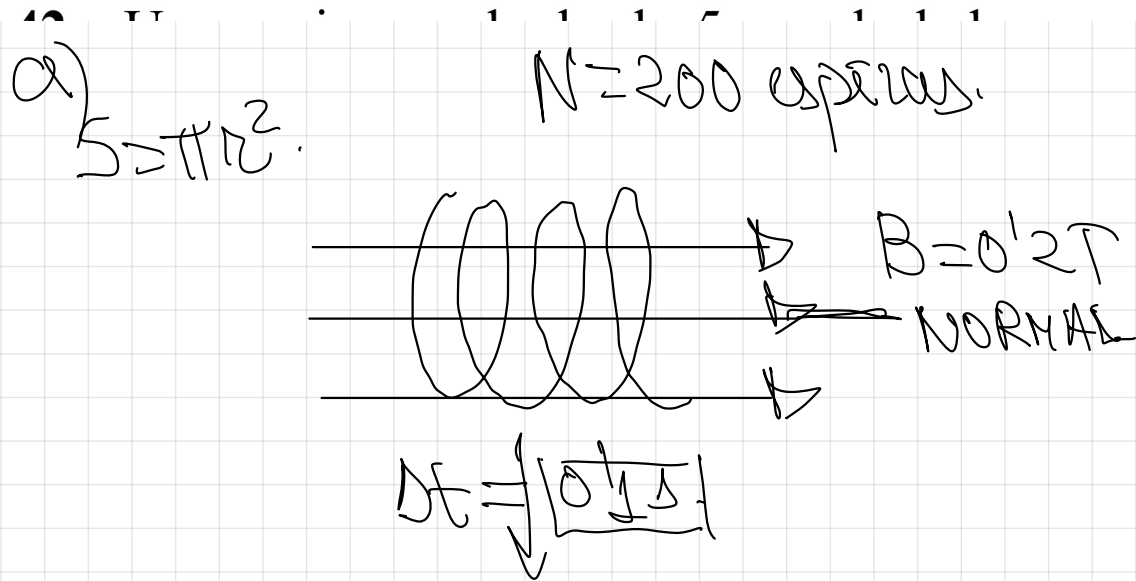


Al invertir el sentido del campo magnético B , se invertirá también el sentido de la corriente inducida, de forma que la gráfica se modificará así.



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

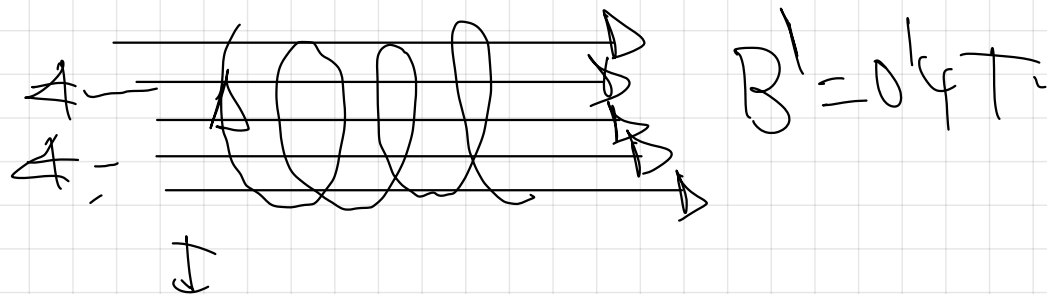
- El campo magnético pasa a valer 0,4 T
- Se gira la bobina 90° en torno a un eje paralelo al campo
- Se gira la bobina 90° en torno a un eje perpendicular al campo



$$\Phi_{\text{bobina inicial}} = N \cdot B \cdot S \cdot \cos 0^\circ$$

$$\Phi_{\text{bobina inicial}} = 200 \cdot 0.2 \cdot \pi \cdot (0.1)^2$$

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



$$\Phi_{\text{final}} = N \cdot B' \cdot S \cdot \cos 0^\circ$$

$$\Phi_{\text{final}} = 200 \cdot 0.4 \cdot \pi \cdot (0.1)^2$$

$$\Phi_{\text{final}} = 2.52 \text{ Wb}$$

ley de Faraday - Lenz.

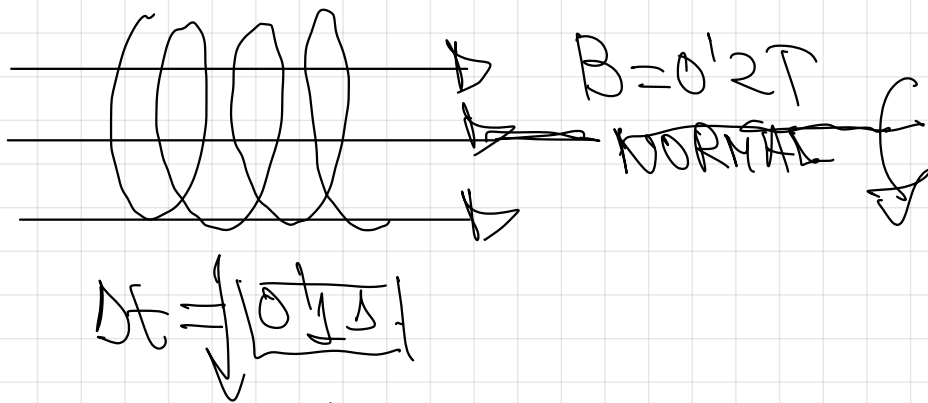
$$\mathcal{E}_{\text{media}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi_{\text{final}} - \Phi_{\text{inicial}}}{\Delta t}$$

(Intervalo)

↓
ley de Lenz

$$= - \frac{2,52 - 1,26}{0,1} = -12,56 \text{ V.}$$

b)



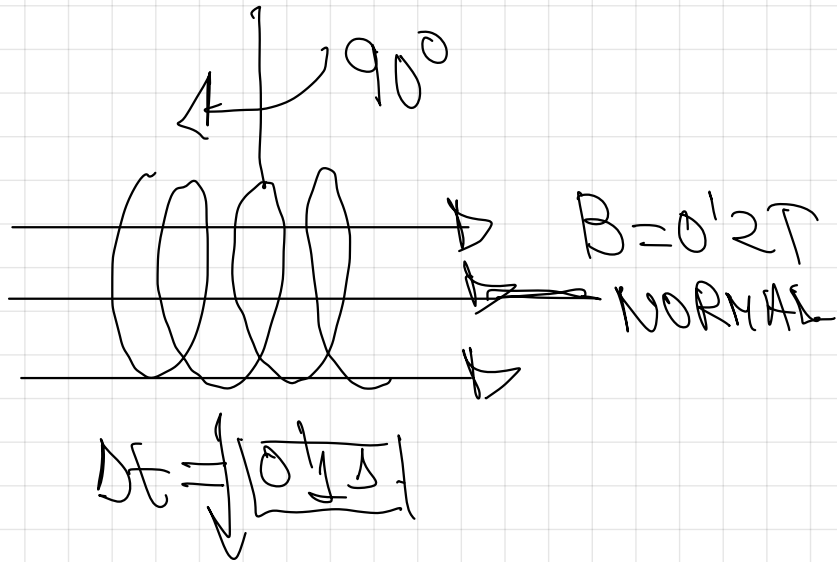
Eje paralelo
al campo

∴ corriente
inducida
(no varía el
flujo
magnético)

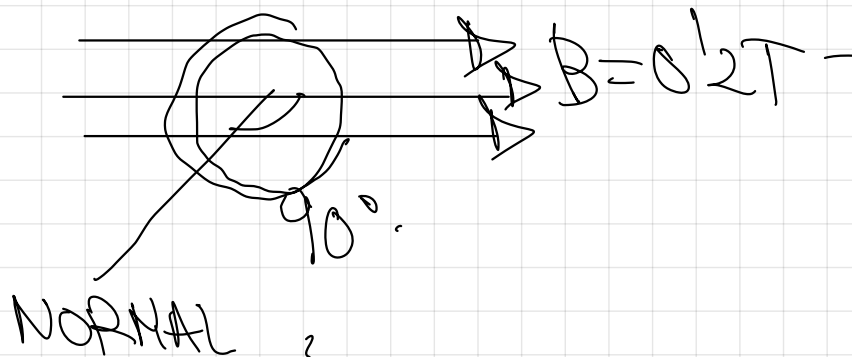
$$\mathcal{E}_{\text{media}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{0}{0,1 \text{ s}} = 0 \text{ V}$$

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

c)



$$\Phi_{\text{initial}} = \underline{1.26 \text{ Wb}}$$



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

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

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi_{\text{final}} - \Phi_{\text{initial}}}{\Delta t} = - \frac{0 - 126}{0.70}$$

$$\mathcal{E} = -180 \text{ V}$$

> **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?

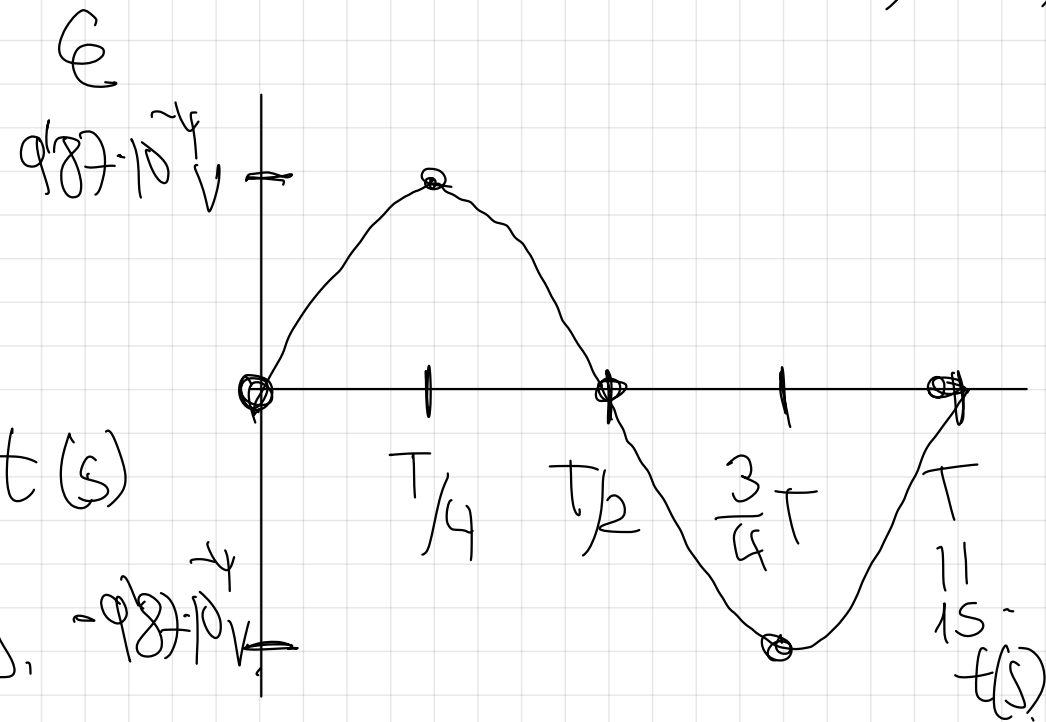
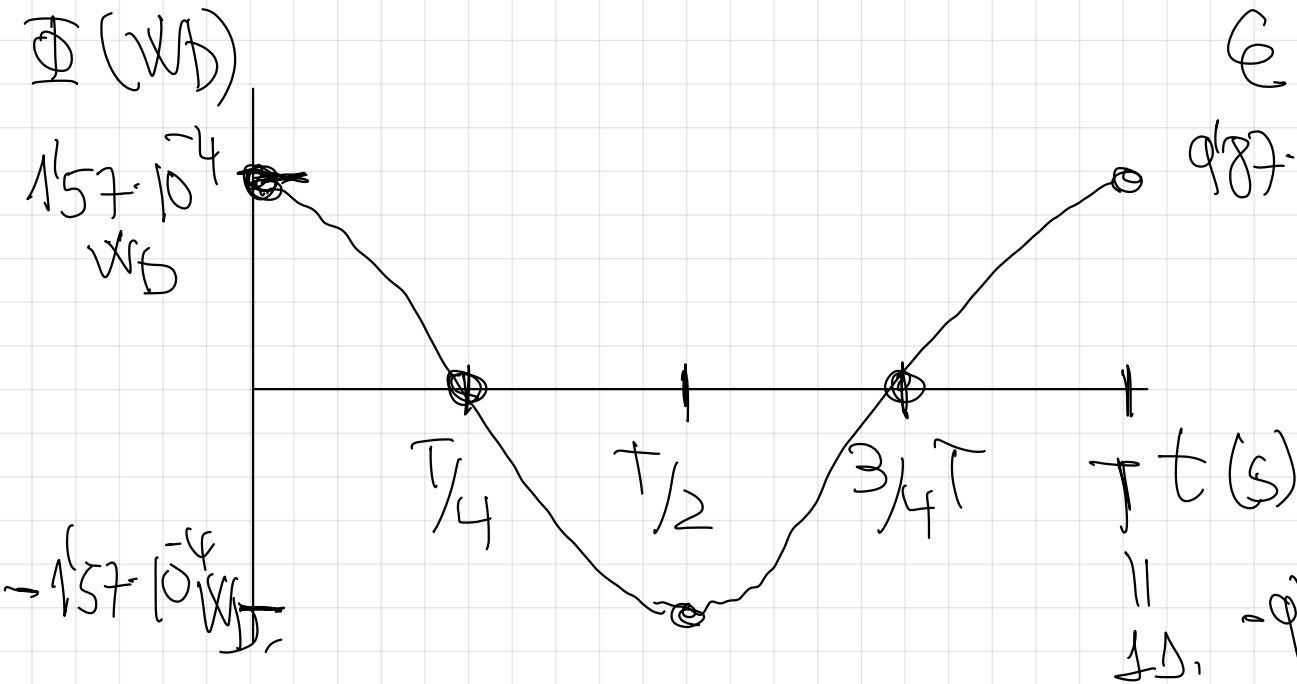
$\omega = \frac{\varphi}{t} \Rightarrow \varphi = \omega \cdot t$
 $\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\varphi)$
 $\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\omega t)$
 $\Phi = B \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \cos(\omega t)$
 $\Phi = 0,5 \pi \cdot (0,01)^2 \cdot \cos(2\pi t)$
 $\Phi = 1,57 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(2\pi t)$

1 cm
 0,01 m
 $\omega = 2\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
 NORMAL $B = 0,5 \text{ T}$

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

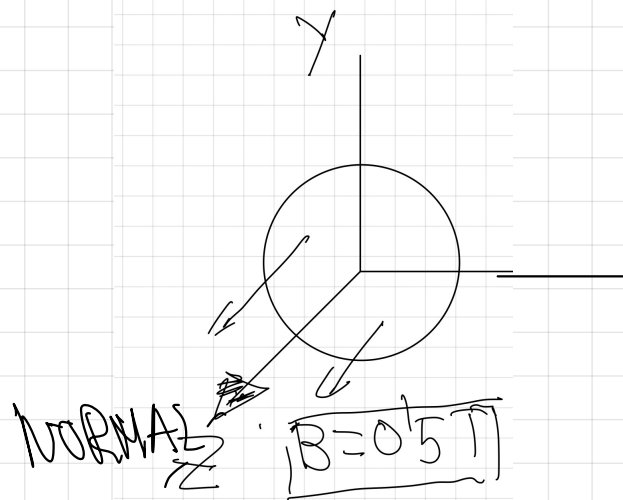
$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = \rightarrow \left[1.57 \cdot 10^{-4} \cdot (-\sin(2\pi t)) \cdot 2\pi \right]$$

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

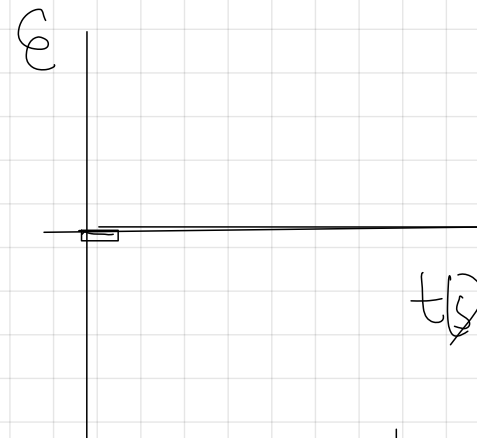
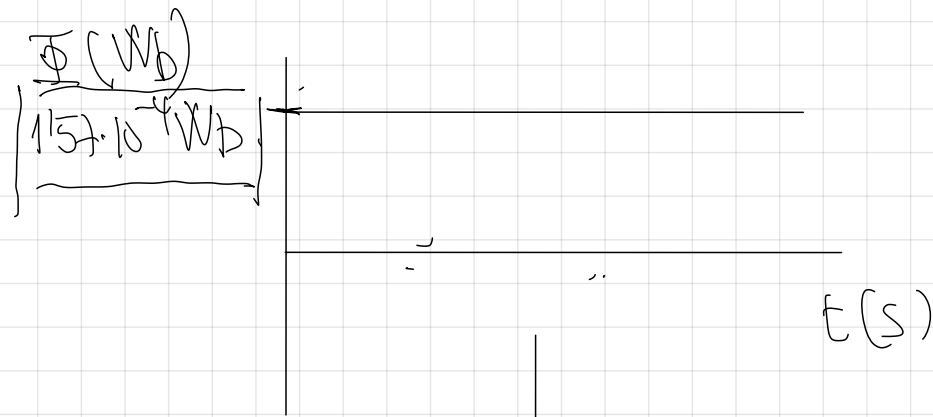


$$\omega = \frac{\varphi}{t} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1 \text{ s}$$

b)



Al girar en torno a este eje



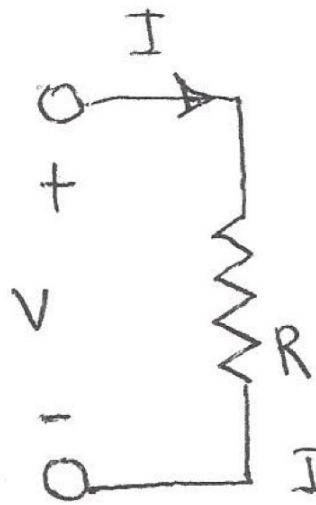
$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos 0^\circ$$

$$\Phi = 157 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

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

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

LEY DE OHM



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

$I \Rightarrow A \left(\frac{C}{s} \right)$

$V \Rightarrow \text{Voltio (V)}$

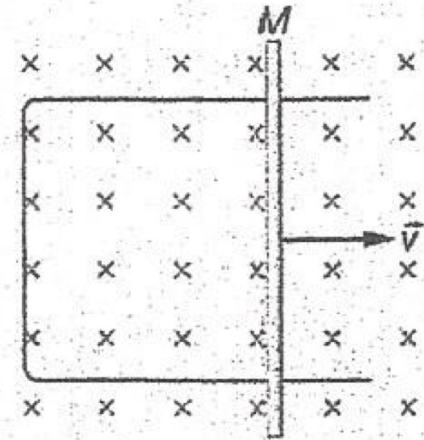
$R \Rightarrow \Omega \text{ (ohmio)}$

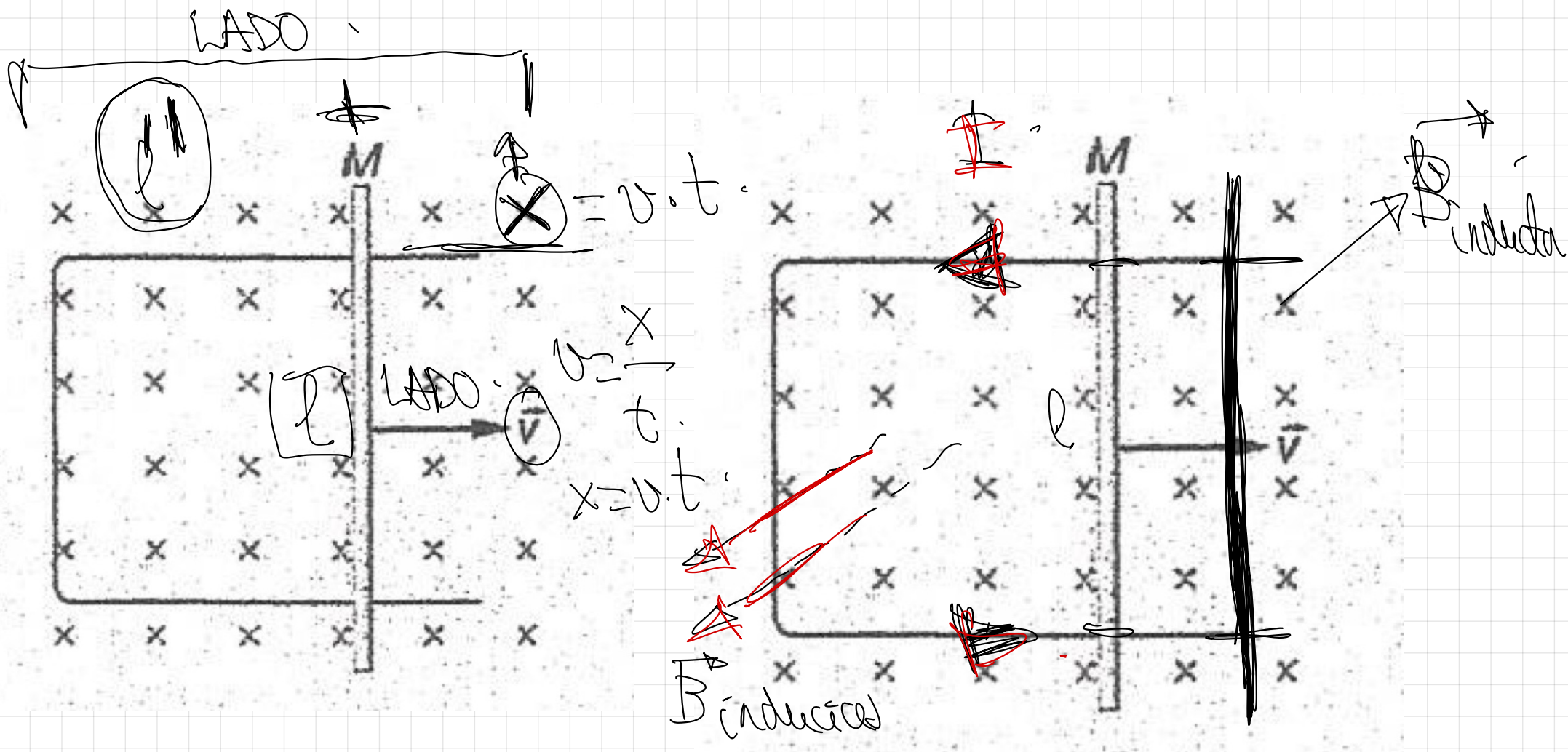
Esta ley nos dice que la intensidad I que circula por un conductor de electricidad es directamente proporcional a la diferencia de potencial e inversamente proporcional a la resistencia eléctrica a través del conductor.

1

- 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.





$$\mathbb{H} = B \cdot S \cdot \omega / \theta^2$$

$$\mathbb{H} = B \cdot \left[\text{lado} \times \text{lado} \right]$$

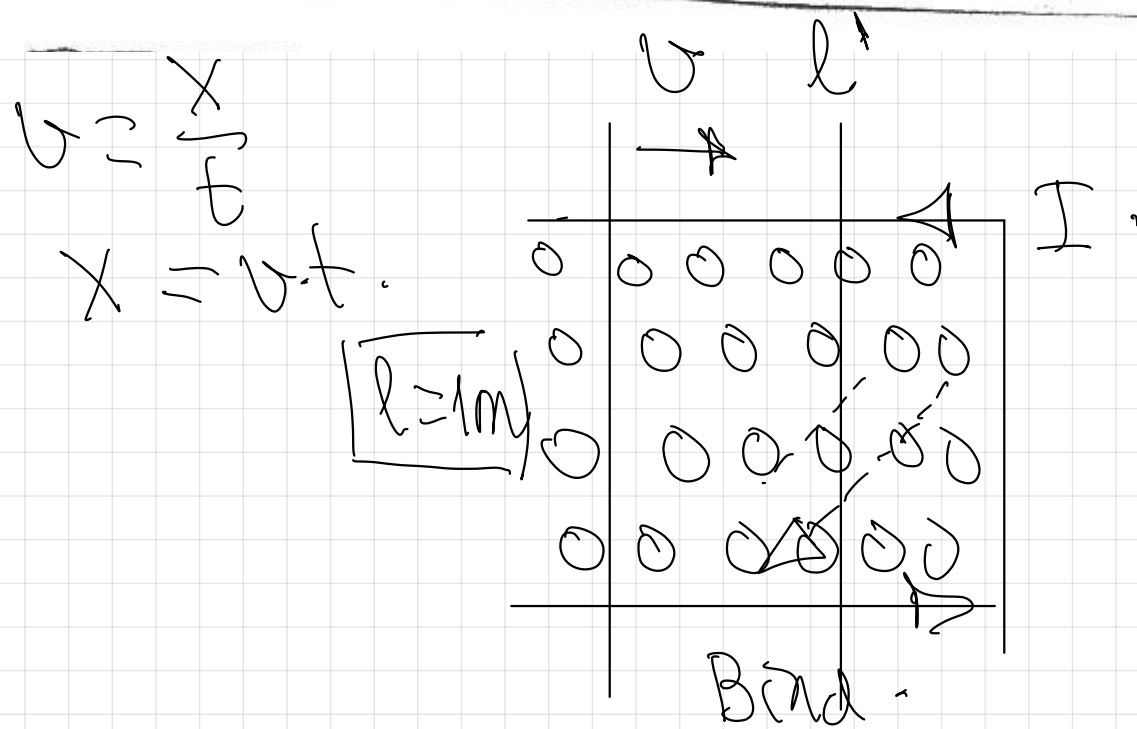
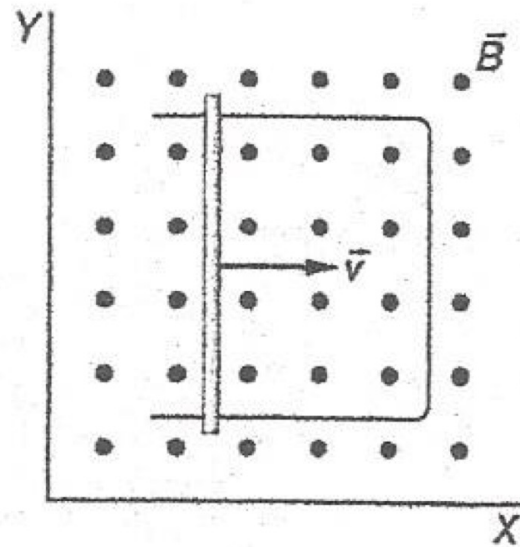
$$\dot{\theta} = B [l \cdot (l' + vt)]$$

$$\dot{\theta} = B \cdot [ll' + lvt]$$

$$\dot{\theta} = Bll' + Blv\theta$$

$$\theta = \frac{\dot{\theta}}{a} = -Bl\theta \quad (2)$$

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



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

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

$$\Phi = B \cdot [ll' - lvt]$$

$$\Phi = \boxed{Blx} + Blvt$$

↓
cte.

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = -Blv = .014T \cdot 1m \cdot 2 \frac{m}{s}$$

$$\boxed{\mathcal{E} = 0.028V}$$

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:

$v = x/t$

$x = v \cdot t$

$B = 5 \text{ mT} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ T}$

$R = 4 \Omega$

$v = 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

2 cm

Empieza aquí.

- a) 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.
- b) La intensidad y el sentido de la corriente eléctrica inducida.

$\Phi = B \cdot S$

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

$R = 4 \Omega$

$$\vec{\Phi} = B l v t$$

$$\vec{\Phi} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,02 \cdot 0,2 t$$

$$\vec{\Phi} = 2 \cdot 10^{-5} t \text{ (Ws)}$$

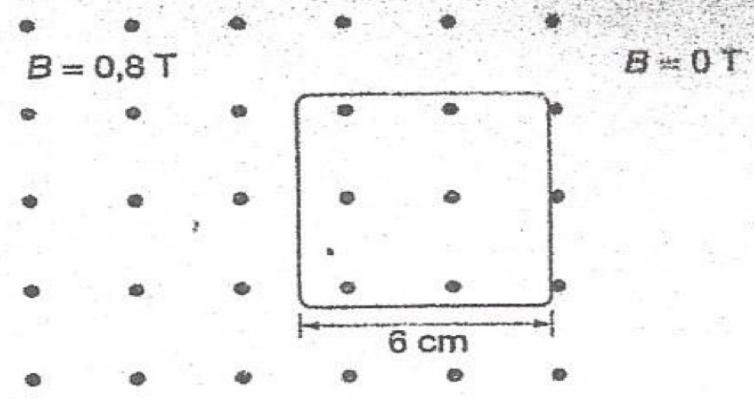
$$\mathcal{E} = - \frac{d\vec{\Phi}}{dt} = - 2 \cdot 10^{-5} \text{ V}$$

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

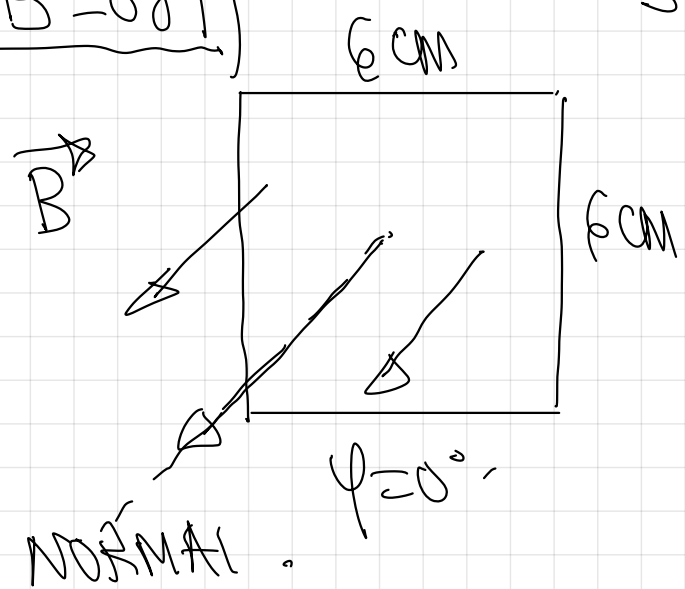
4

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:

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

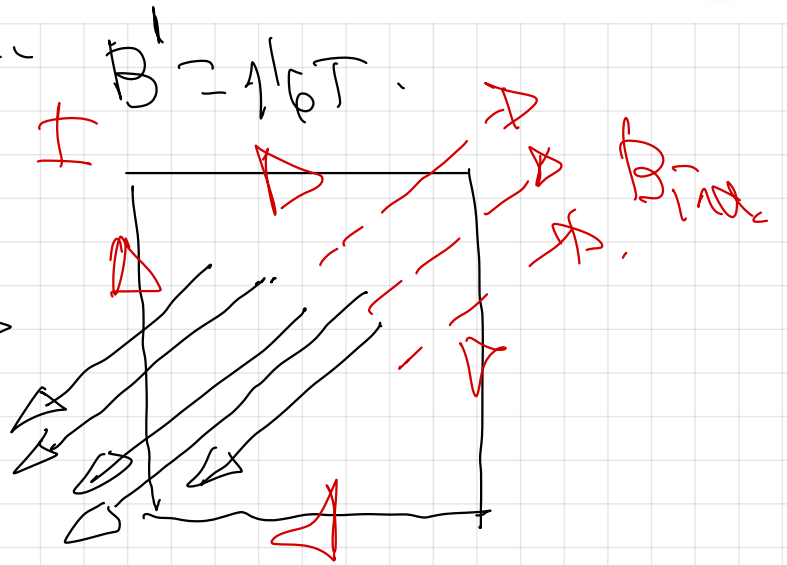


$B = 0,8 T$



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

$\Delta t = 4 s$



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

$$\Phi_{\text{initial}} = 0.18 \text{ T} \cdot 36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

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

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

$$\Phi_{\text{final}} = 1.6 \text{ T} \cdot 36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

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

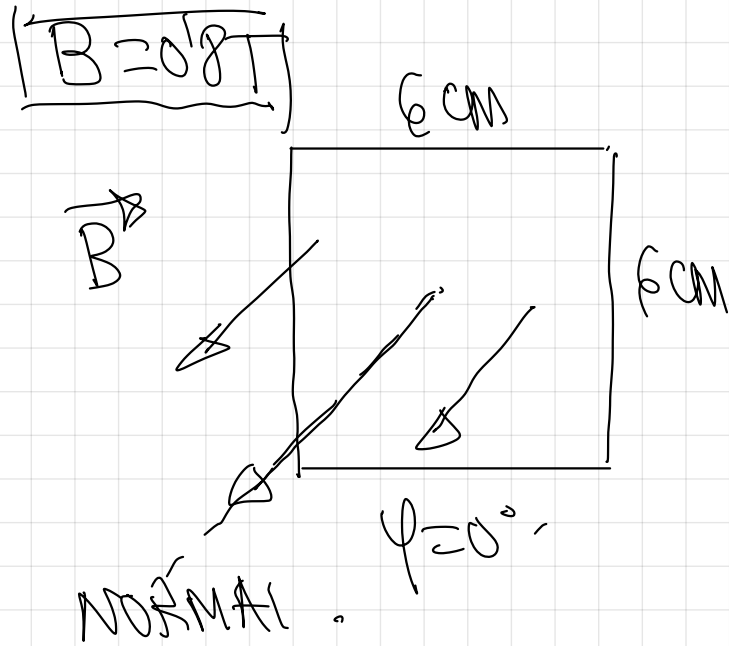
$$\epsilon_{\text{media}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi_{\text{final}} - \Phi_{\text{initial}}}{\Delta t}$$

$$\epsilon_{\text{media}} = - \frac{(5.76 \cdot 10^{-3} - 2.88 \cdot 10^{-3})}{\Delta t}$$

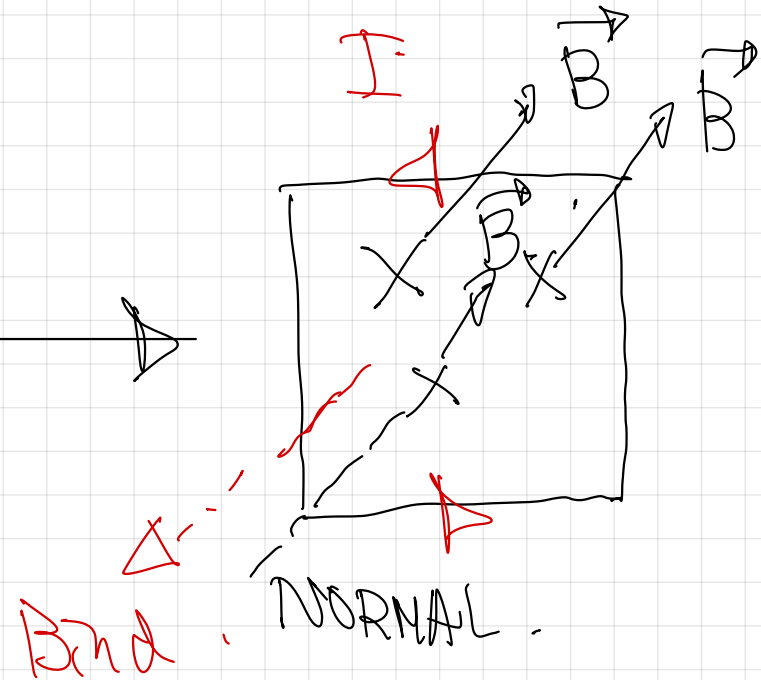
$$\epsilon_{\text{media}} = - 7.2 \cdot 10^4 \text{ V/s}$$

b)

0(87)



$\Delta t =$



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

$$\Phi_{\text{initial}} = 0.8 T \cdot 36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

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

$$\Phi_{\text{final}} = B \cdot S \cdot \cos 180^\circ$$

$$\Phi_{\text{final}} = -2.88 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

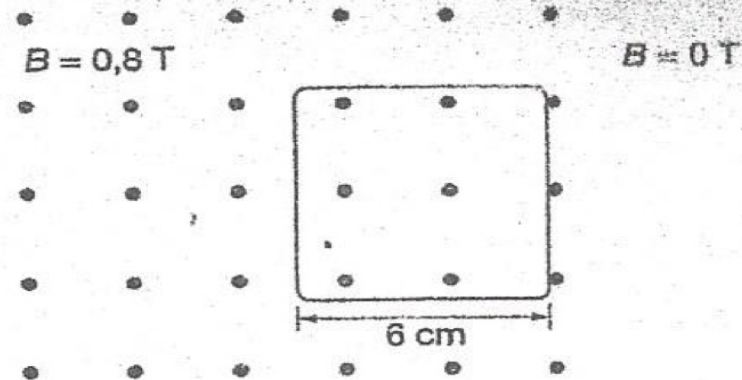
$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi_{\text{final}} - \Phi_{\text{inicial}}}{\Delta t}$$

$$= - \frac{[-2'88 \cdot 10^{-3}] - 2'88 \cdot 10^{-3}}{2} = 2'88 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$

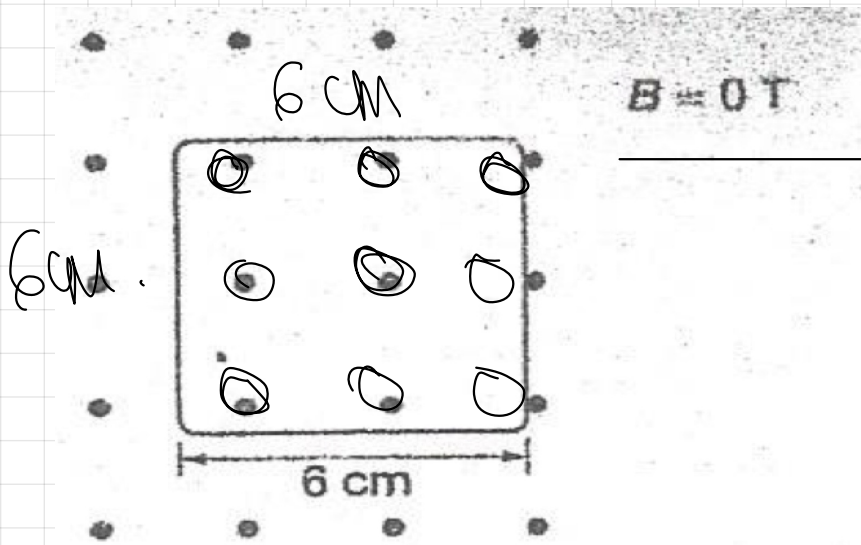
4

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.

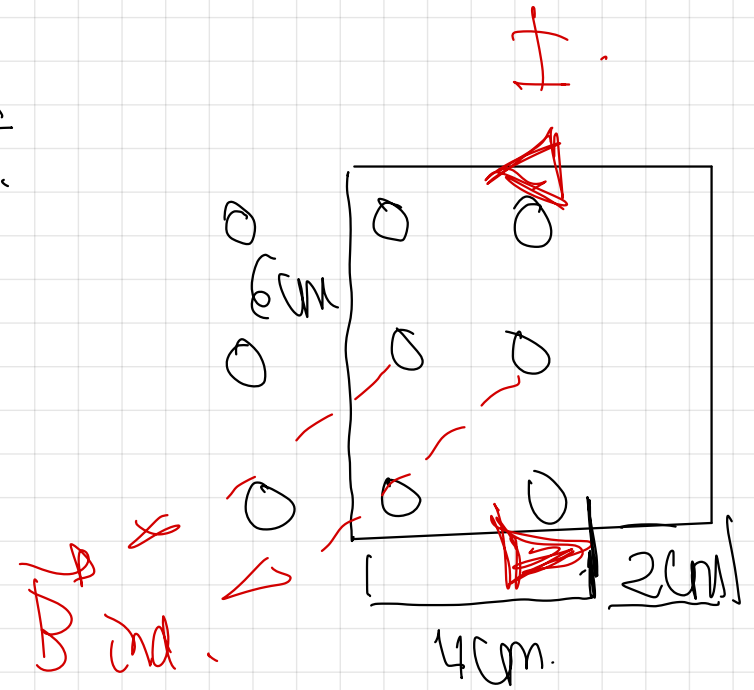


$$B = 0,8 T$$



$$v = 2 \frac{cm}{s}$$

$$t = 1 s$$



$$\Phi_{inicial} = 2,88 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

(Ley de Faraday)

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi_{final} - \Phi_{inicial}}{\Delta t}$$

$$= - \frac{1,92 \cdot 10^{-3} - 2,88 \cdot 10^{-3}}{1 s} = 9,6 \cdot 10^{-4} \text{ V}$$

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

$$\Phi_{final} = 0,8 T \cdot (6 \cdot 10^{-2} \cdot 4 \cdot 10^{-2}) \text{ m}^2$$

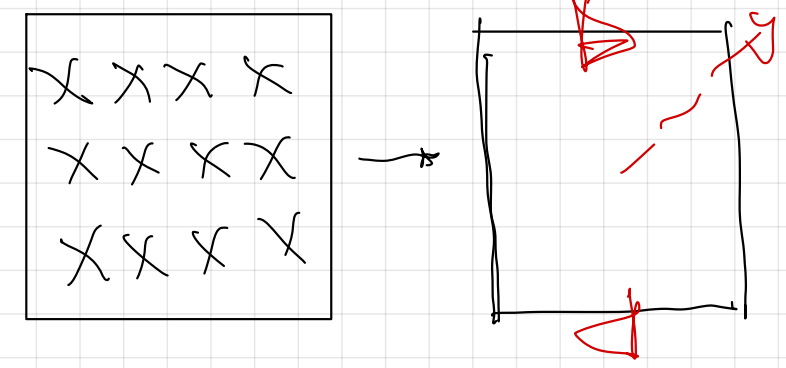
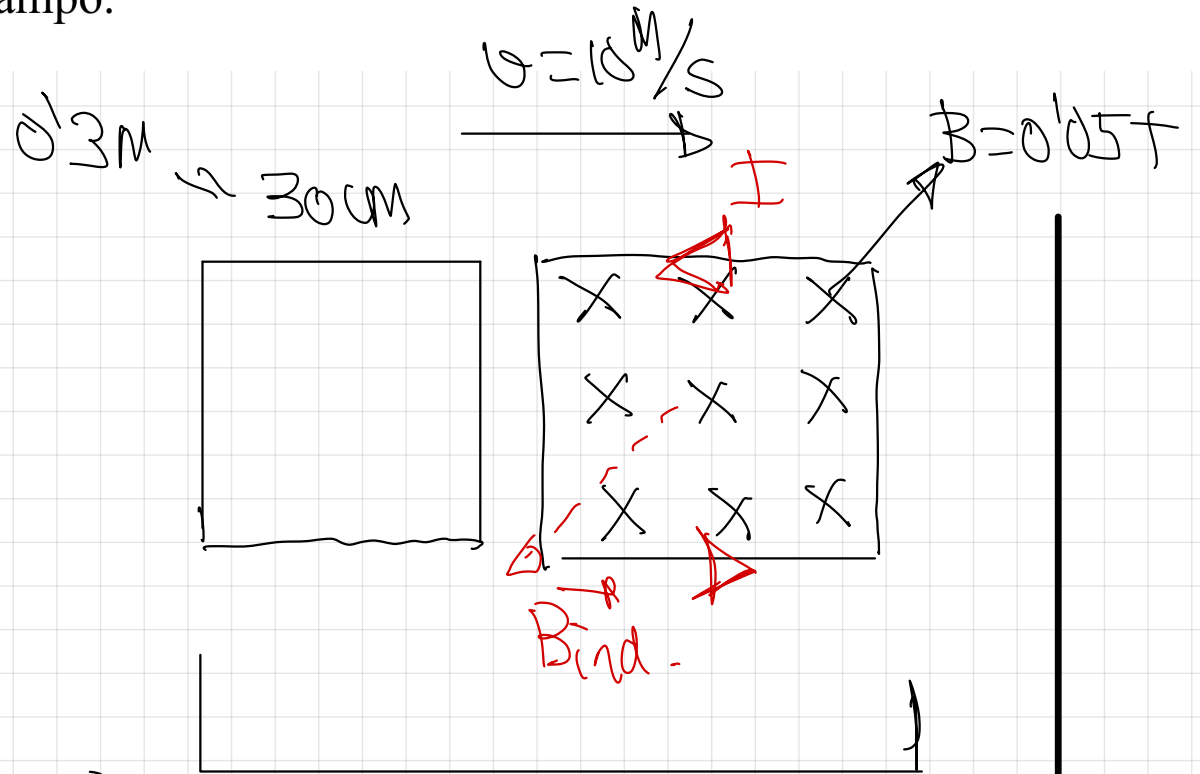
$$\Phi_{final} = 1,92 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$$

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.

↓ intervalo de tiempo.



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

↑

↑

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

↑

↑

$$\Phi_{\text{initial}} = 0 \text{ Wb.}$$

$$\Phi_{\text{final}} = 0.05 \text{ T} \cdot (0.3 \text{ m} \cdot 0.3 \text{ m})$$

$$\Phi_{\text{final}} = 4.5 \cdot 10^{-3} \text{ Wb.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{media}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{\Phi_{\text{final}} - \Phi_{\text{initial}}}{\Delta t} = - \frac{4.5 \cdot 10^{-3} \text{ Wb} - 0 \text{ Wb}}{0.03 \text{ s.}}$$

$$v = \frac{s}{t.}$$

$$t = \frac{s}{v}$$

$$t = \frac{30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m}}{10 \text{ m/s}} = 0.03 \text{ s.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{media}} = -0.15 \text{ V.}$$

pasaj 105.


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.

a)

$B = 2 \cdot \cos(100t)$



$S = \pi R^2$ ^{12 cm}

$S = \pi \cdot (0.12)^2$

$S = 0.045 \text{ m}^2$

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

$$\Phi = 2 \cdot \cos 100t \cdot 0.045 \text{ m}^2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\Phi = 0.064 \cdot \cos(100t) \quad (\text{SI}) \quad (\text{Vs})$$

leg de Faraday

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = - 0.064 \cdot [-200 \sin(100t)] \cdot 100$$

$$\mathcal{E} = 6.4 \cdot \sin(100t) \quad (\text{S.I.})$$

$$\mathcal{E}(t=2s) = 6.4 \cdot \sin(100 \cdot 2) \quad (\text{S.I.})$$

$$\mathcal{E}(t=2s) = 6.4 \cdot \sin(200)$$

$$\mathcal{E}(t=2s) = 5.58 \text{ V}$$

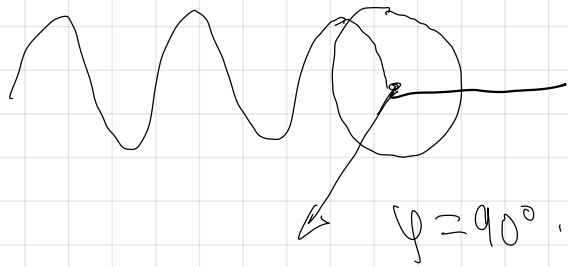
$$\begin{aligned} & \nearrow 6.28 \text{ rad} \\ 2\pi \text{ rad} & \text{ --- } 360^\circ \end{aligned}$$

$$200 \text{ rad} \text{ --- } x$$

$$x = 5732^\circ$$

b)

$$B = 2 \cos(100t) \text{ (SI)}$$



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

no varia.
 $\mathcal{E} = 0$

$$\Phi = 2 \cdot \cos(100t) \cdot (\pi r^2) \cdot \cos 90^\circ$$

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

↓
CORRIENTE
CONTINUA.

⊗,
CORRIENTE
CONTINUA

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

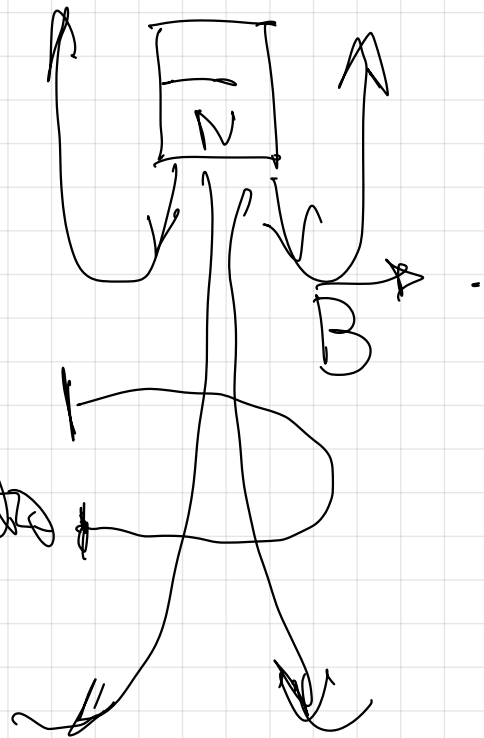
⊗
CORRIENTE
ALTERNA

SI.

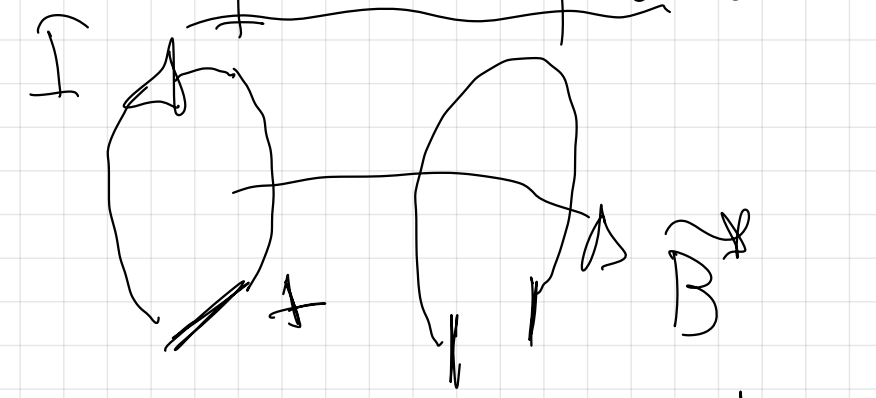
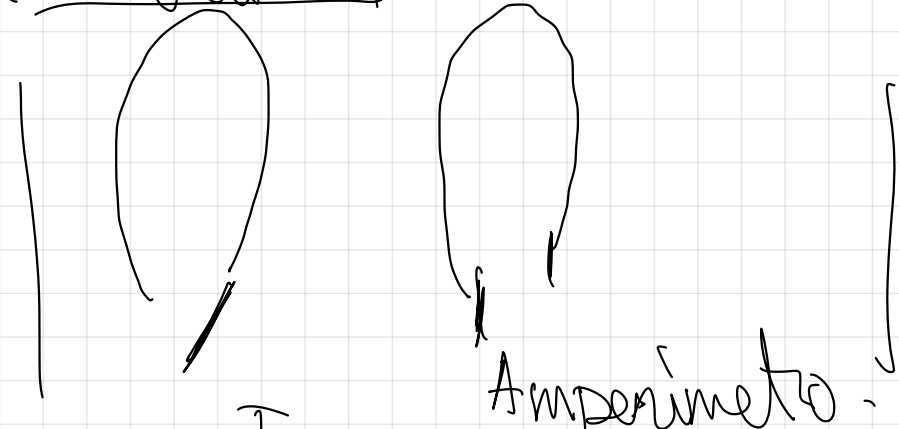
SI.

SI.

Amperimetro



Interruttore aperto.



pila Amperimetro
completata continua.