EXAMEN PARCIAL II DE FÍSICA **2º BACHILLERATO (G1)**

2ª EVALUACIÓN

Nombre:

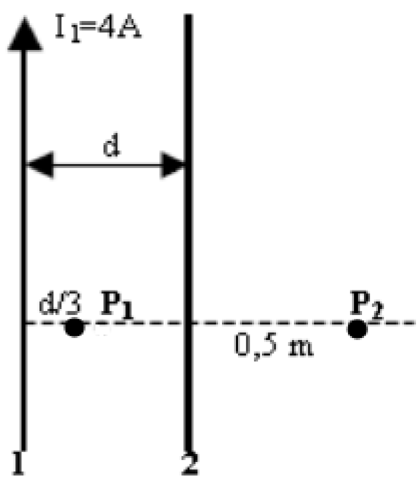
Apellidos:

1. Enuncia el Teorema de Ampère y demuestra su validez para el caso de una corriente indefinida y rectilínea que transporte una intensidad I. ¿Qué tiene que ver el Teorema de Gauss aplicado a campo magnético con el hecho de que éste no sea conservativo? **(3p)**

2. Un protón se mueve en una órbita circular, de 0,5 m de radio, perpendicular a un campo magnético uniforme de 0,75 T. **(4p)**
   a) Dibuja la fuerza que el campo ejerce sobre el protón y calcula la velocidad y el período de su movimiento.
   b) Repite el apartado anterior para el caso de un electrón y compara los resultados.
   c) Compara las energías cinéticas y momentos angulares de ambos.
   d) Si en un punto de la trayectoria queremos que las partículas comiencen a realizar un MRU, ¿qué campo eléctrico debemos aplicar a cada una de ellas?

   Datos: Masas de protón y electrón $m_p = 1,7 \cdot 10^{-27}$ *kg ;* $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ *kg ; valor absoluto de la carga del electrón* $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ *C*

3. Se tienen dos conductores rectilíneos paralelos e indefinidos separados una distancia d. Por el conductor 1 circula un intensidad de 4 A en el sentido mostrado en la figura. **(3p)**
   a) Determina el valor y sentido de la intensidad que debe circular por el conductor 2 de forma que el campo magnético resultante en el punto P_1 se anule.
   b) Si la distancia que los separa es d = 0,3 m, calcula el campo magnético **B** (modulo, dirección y sentido) producido por los dos conductores en el punto P_2 en la situación anterior.
   c) La fuerza por unidad de longitud (módulo, dirección y sentido) que realiza el conductor 2 sobre el 1. ¿Se cumple la tercera ley de Newton?



   Nota: Los conductores y los puntos P_1 y P_2 están contenidos en el mismo plano.
   Dato: Permeabilidad magnética del vacío $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}\ N \cdot A^{-1}$

EXAMEN PARCIAL II DE FÍSICA **2º BACHILLERATO (G2)**

2ª EVALUACIÓN

Nombre:

Apellidos:

---

1. Enuncia el Teorema de Ampère y demuestra su validez para el caso de una corriente indefinida y rectilínea que transporte una intensidad I. ¿Por qué no se puede usar el Teorema de Gauss para determinar campos magnéticos? **(3p)**

2. Un protón se mueve en una órbita circular, de 1 m de radio, perpendicular a un campo magnético uniforme de 0,5 T. **(4p)**
   a) Dibuja la fuerza que el campo ejerce sobre el protón y calcula la velocidad y el período de su movimiento.
   b) Repite el apartado anterior para el caso de un electrón y compara los resultados.
   c) Compara las energías cinéticas y momentos angulares de ambos.
   d) Si en un punto de la trayectoria queremos que las partículas comiencen a realizar un MRU, ¿qué campo eléctrico debemos aplicar a cada una de ellas?

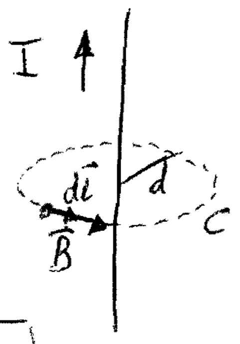
   Datos: Masas de protón y electrón $m_p = 1{,}7 \cdot 10^{-27}$ *kg ;* $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ *kg ;*
   valor absoluto de la carga del electrón $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ *C*

3. Dos hilos rectilíneos indefinidos paralelos separados una distancia de 1 m transportan corrientes de intensidad I_1 e I_2. **(3p)**
   a) Cuando las corrientes circulan en el mismo sentido el campo magnético en un punto medio vale $2 \cdot 10^{-6}$ T, mientras que cuando circulan en sentidos opuestos dicho campo vale $6 \cdot 10^{-6}$ T. Calcule el valor de las intensidades I_1 e I_2.
   b) Si cada hilo transportase una corriente de intensidad $I_1 = 1$ A e $I_2 = 2$ A, respectivamente, ambas en el mismo sentido, calcula el punto donde se anula el campo magnético resultante.
   a) Para las condiciones del apartado b) calcula la fuerza por unidad de longitud (módulo, dirección y sentido) que realiza el conductor 2 sobre el 1. ¿Se cumple la tercera ley de Newton?

   Dato: Permeabilidad magnética del vacío $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}\ N \cdot A^{-1}$

1- <u>TEOREMA DE AMPÈRE</u>: LA CIRCULACIÓN DEL CAMPO MAGNÉTICO SOBRE UNA CURVA CERRADA C, ES PROPORCIONAL A LA INTENSIDAD NETA QUE ATRAVIESA EL ÁREA ENCERRADA POR DICHA CURVA.

$$\boxed{\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I_c}$$



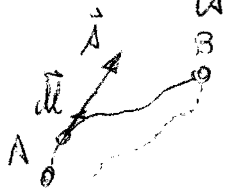
PARA UNA CORRIENTE RECT. E INDEFINIDA (REGLA MANO DERECHA)

$$\boxed{\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}\,\hat{u}_t}$$

$$\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \oint_C B\cdot dl\cdot \cancel{\cos 0^\circ}^{\,1} = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}\oint dl$$

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

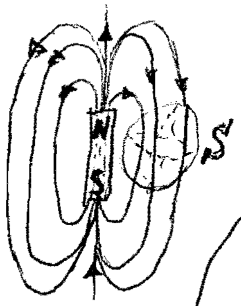
G1 ⇒ UN CAMPO CONSERVATIVO ($\vec{A}$) CUMPLE LA CONDICIÓN DE QUE EL TRABAJO REALIZADO POR LAS FUERZAS DEL CAMPO PARA LLEVAR UNA PARTÍCULA DE A a B NO DEPENDE DEL CAMINO SEGUIDO:



$$W_{AB} = \int_A^B \vec{A}\cdot d\vec{l} = E_{p_A} - E_{p_B} \Rightarrow \boxed{\oint \vec{A}\cdot d\vec{l} = 0}$$

DEL TEOREMA DE AMPÈRE SE DEDUCE QUE $\vec{B}$ NO ES CONSERVATIVO.

EL TEOREMA DE GAUSS APLICADO AL CAMPO MAGNÉTICO:



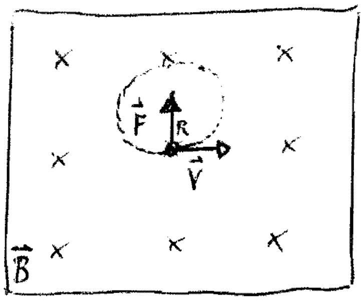
$$\boxed{\oint_{S'} \vec{B}\cdot d\vec{S} = 0}$$

A TRAVÉS DE CUALQUIER SUPERFICIE CERRADA EL FLUJO MAGNÉTICO ES NULO PQ LAS LÍNEAS DE CAMPO SON CERRADAS (NO EXISTE EL MONOPOLO MAGNÉTICO).

LA RELACIÓN PUES, LA MARCA EL Tª DE AMPÈRE NO EL DE GAUSS.

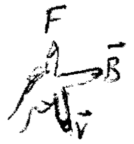
G2 ¡¡ PORQUE NO SE PUEDE DESPEJAR $\vec{B}$ DE ESA EXPRESIÓN !!

2-



a) La fuerza que sufre una partícula cargada en el seno de un campo magnético viene dada por la ley de Lorentz:

$$\boxed{\vec{F}_m = q(\vec{V} \times \vec{B})}$$ (REGLA MANO IZQUIERDA)



G1 $R = 0{,}5\,m$
$B = 0{,}75\,T$

Al tratarse de una fuerza perpendicular a $\vec{V}$, causa un MCU:

$$\vec{F}_m = \vec{F}_c \Rightarrow F_m = F_c \Rightarrow |q|\cancel{V}B\,\text{sen}\,90° = \frac{mv^2}{R}$$

G2 $R = 1\,m$
$B = 0{,}5\,T$

El radio de la trayectoria:

$$\boxed{R = \frac{mV}{|q|B}} \Rightarrow \boxed{V = \frac{e \cdot B \cdot R}{m_p}}$$

$q_p = e$
m_p

G1 $\boxed{V_p = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}5}{1{,}7 \cdot 10^{-27}} = 3{,}53 \cdot 10^7\,m/s}$

G2 $\boxed{V_p = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 1 \cdot 0{,}5}{1{,}7 \cdot 10^{-27}} = 4{,}71 \cdot 10^7\,m/s}$

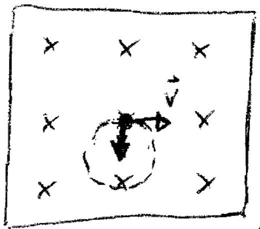
El período en un MCU (tiempo que tarda la partícula en completar 1 revolución):

$$\boxed{T = \frac{2\pi R}{V} = \frac{2\pi m \cancel{V}}{|q|B\cancel{V}} = \frac{2\pi m_p}{eB}}$$

G1 $T_p = \frac{2\pi \cdot 1{,}7 \cdot 10^{-27}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}75} = 8{,}90 \cdot 10^{-8}\,s$

G2 $T_p = \frac{2\pi \cdot 1{,}7 \cdot 10^{-27}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}5} = 1{,}34 \cdot 10^{-7}\,s$

b)



Al tratarse de un electrón ($q_e = -e$), se desvía en sentido contrario:

$$\boxed{\vec{F}_m = -e(\vec{V} \times \vec{B})}$$

El cálculo es similar pero con los del electrón $q = -e$; m_e

G1

$\boxed{T_e = \frac{2\pi \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}75} = 4{,}76 \cdot 10^{-11}\,s}$

$V_e = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}5}{9{,}1 \cdot 10^{-31}} = 6{,}59 \cdot 10^{10}\,m/s$

G2

$V_e = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 1 \cdot 0{,}5}{9{,}1 \cdot 10^{-31}} = 8{,}79 \cdot 10^{10}\,m/s$

$\boxed{T_e = \frac{2\pi \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}5} = 7{,}15 \cdot 10^{-11}\,s}$

> ¡¡ $C = 3 \cdot 10^8\,m/s$ (el e^- no podría realizar este MCU !!

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

$$\boxed{\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} \Rightarrow L = m r v\,\text{sen}\,\alpha}$$

Las expresiones de energía cinética y momento angular

$\boxed{G1 \text{ y } G2}$

$$E_{C_p} = \frac{1}{2} m_p v_p^2 = \frac{1}{2} m_p \left(\frac{e B R}{m_p}\right)^2$$
$$E_{C_e} = \frac{1}{2} m_e v_e^2 = \frac{1}{2} m_e \left(\frac{e B R}{m_e}\right)^2$$

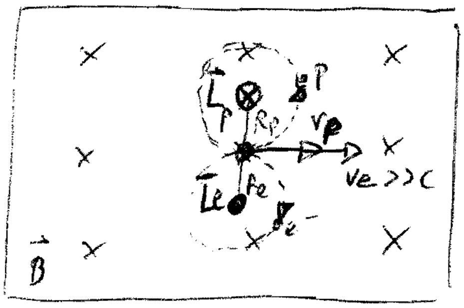
$$\boxed{\frac{E_{C_p}}{E_{C_e}} = \frac{\frac{\cancel{e^2 B^2 R^2}}{2 m_p}}{\frac{\cancel{e^2 B^2 R^2}}{2 m_e}} = \frac{m_e}{m_p}}$$

$$\frac{E_{C_p}}{E_{C_e}} = \frac{9{,}1 \cdot 10^{-31}}{1{,}7 \cdot 10^{-27}} = \underline{5{,}4 \cdot 10^{-4}}$$

AUNQUE EL CÁLCULO CARECE DE SENTIDO POR LA VIOLACIÓN RELATIVISTA DEL e^-

EN CUANTO AL MOMENTO ANGULAR (DIRECC Y SENTIDO):

TB. APART. (d)



$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$$

DIRECC. PERPENDICULAR A LA TRAYECTORIA Y SENTIDO (+) PARA e^- Y (-) PARA p^+.

$$L_p = m_p R v_p = m_p \left(\frac{m_p v_p}{e B}\right) v_p = \frac{m_p^2 v_p^2}{e B}$$
$$L_e = m_e R v_e = m_e \left(\frac{m_e v_e}{e B}\right) v_e = \frac{m_e^2 v_e^2}{e B}$$

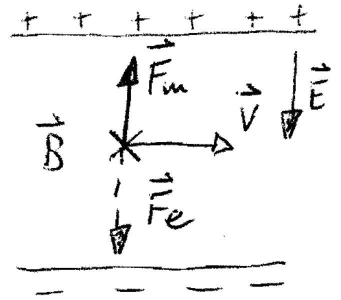
$$\Rightarrow \frac{L_p}{L_e} = \frac{m_p^2 v_p^2}{m_e^2 v_e^2} = \frac{p_p^2}{p_e^2}$$

AMBOS TIENEN EL MISMO $|\vec{L}|$.

$$\frac{L_p}{L_e} = \frac{m_p^2 \left(\frac{e B R}{m_p}\right)^2}{m_e^2 \left(\frac{e B R}{m_e}\right)^2} = \boxed{1}$$

d) UN MRU SE CARACTERIZA POR $\vec{R} = \vec{F}_e + \vec{F}_m = \vec{0}$ (1ª LEY NEWTON)

PROTÓN:

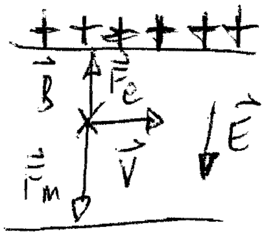


$$\vec{F}_e + \vec{F}_m = \vec{0} \Rightarrow \vec{F}_e = -\vec{F}_m \Rightarrow \boxed{F_e = F_m}$$

$$\cancel{q} E = \cancel{q} v B \cancel{\operatorname{sen} 90}$$

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

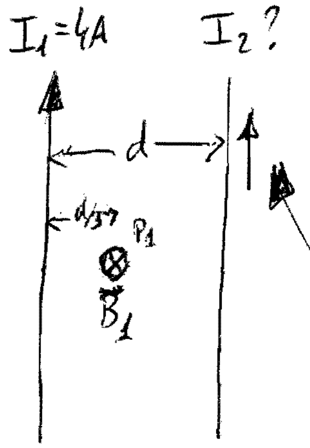
ELECTRÓN:



G1
PROTÓN $E = v_p B = 3{,}53 \cdot 10^7 \cdot 0{,}75 = 2{,}65 \cdot 10^7$ N/C
ELECT. $E = v_e B = 6{,}59 \cdot 10^{10} \cdot 0{,}75 = 4{,}94 \cdot 10^{10}$ N/C

G2
PROTÓN $E = v_p B = 4{,}71 \cdot 10^7 \cdot 0{,}5 = 2{,}36 \cdot 10^7$ N/C
ELECT. $E = v_e B = 8{,}79 \cdot 10^{10} \cdot 0{,}5 = 4{,}40 \cdot 10^{10}$ N/C

3- G1



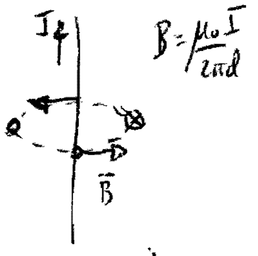
a) $\vec{B}_R(P_1) = \vec{B}_1(P_1) + \vec{B}_2(P_2) = \vec{0}$

$$\Downarrow$$

$$\boxed{\vec{B}_1 = -\vec{B}_2}$$

DEBEN TENER MISMA DIRECCIÓN Y MÓDULO PERO SENTIDO CONTRARIO.

CAMPO CREADO POR HILO



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

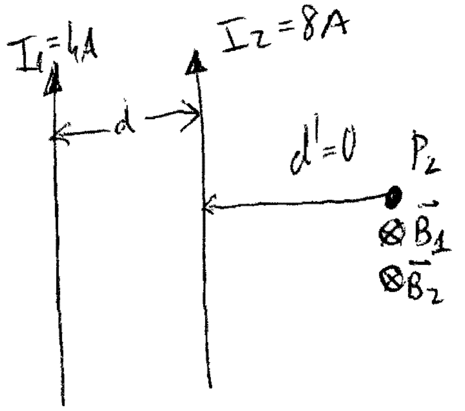
(REGLA MANO DERECHA)

POR EL DIAGRAMA SE OBSERVA QUE $\vec{B}_2$ DEBE IR HACIA FUERA, ASÍ I_2 DEBE IR HACIA ARRIBA.

$$B_1 = B_2 \Rightarrow \frac{\cancel{\mu_0} I_1}{\cancel{2\pi}(d/3)} = \frac{\cancel{\mu_0} I_2}{\cancel{2\pi}\, 2d/3}$$

$$I_1 = I_2/2 \Rightarrow \boxed{I_2 = 2I_1 = 8A}$$

b)



$$\vec{B}_R(P_2) = \vec{B}_1(P_2) + \vec{B}_2(P_2)$$

$$\Rightarrow B_R = B_1 + B_2 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d_1} + \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d_2}$$

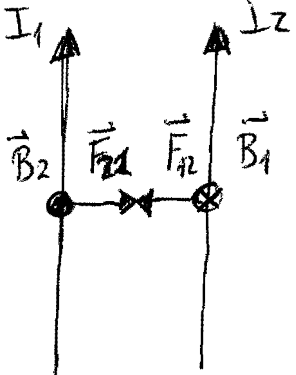
$$B_R = \frac{\mu_0}{2\pi}\left(\frac{4}{0,8} + \frac{8}{0,5}\right) = \boxed{4,2 \cdot 10^{-6}\, T}$$

DIR Y SENTIDO EN DIAGRAMA.

$d = 0,3$ m

$d' = 0,5$ m

c)



EN PRIMER LUGAR CALCULAMOS EL CAMPO QUE CREA 2 EN 1.

$$|\vec{B}_2(1)| = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d}$$ (DIRECC. Y SENT. REGLA MANO DERECHA)

DESPUÉS APLICAMOS LA FUERZA QUE SUFRE UNA CORRIENTE RECTILÍNEA E INDEFINIDA EN UN CAMPO MAGNÉTICO

(REGLA MANO IZQ.) $\vec{F} = I(\vec{l} \times \vec{B}) \Rightarrow F_{12} = I_1\, l\, B_2\, \cancel{\text{sen}\, 90^\circ}^{1}$

$$F_{21} = I_1\, l\, \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d}$$

DE FORMA ANÁLOGA

$$B_1(2) = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d} \Rightarrow F_{12} = I_2\, l\, B_1$$

$$\frac{F_{21}}{l} = \frac{F_{12}}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$$

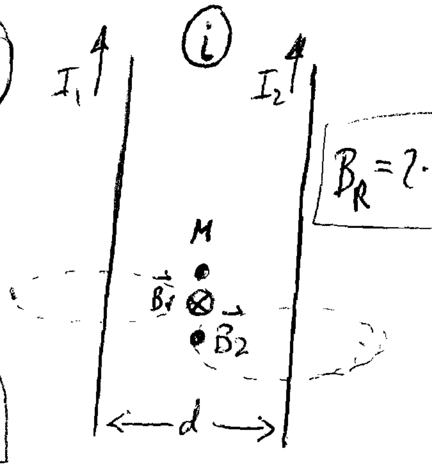
$$\frac{F}{l} = \frac{\cancel{4}^{2}\cancel{\pi} \cdot 10^{-7} \cdot 4 \cdot 8}{\cancel{2\pi} \cdot 0,3} = \boxed{2,13 \cdot 10^{-5}\, N/m}$$

$$\boxed{\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}}$$

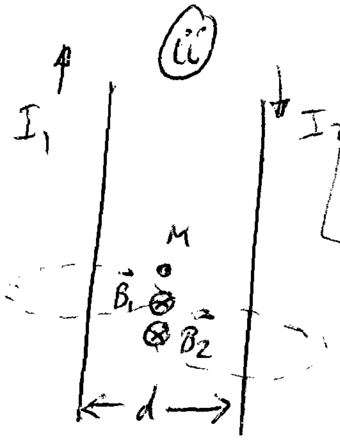
SE CUMPLE LA 3ª LEY DE NEWTON

3- G2

a)



$\boxed{B_R = 2\cdot 10^{-6}\,T}$

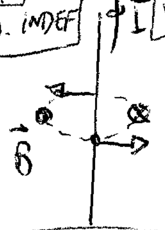


$\boxed{B_R' = 6\cdot 10^{-6}\,T}$

$d = 1\,m$

$\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-7}\,N/A$

CAMPO CREADO POR COND. INDEF Y RECT.



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

LAS INTENS. DE CORRIENTE SON DEFI. POSITIVAS

$I_1, I_2 > 0$

$\boxed{\vec{B}_R = \vec{B}_1 + \vec{B}_2}$

$\begin{cases} \text{En (i)} & |\vec{B}_R| = \left||\vec{B}_1| - |\vec{B}_2|\right| \\ \text{En (ii)} & |\vec{B}_R'| = |\vec{B}_1| + |\vec{B}_2| \end{cases}$

PQ SON VECT. PARALELOS DE SENTIDO OP.

$B_R = \left| \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d/2} - \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d/2} \right| = 2\cdot 10^{-6} \Rightarrow 4\cdot 10^{-7}|I_1 - I_2| = 2\cdot 10^{-6}$

FACTOR COMÚN

$\boxed{|I_1 - I_2| = 5\,A}$

$B_R' = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d/2} + \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d/2} = 6\cdot 10^{-6} \Rightarrow 4\cdot 10^{-7}(I_1 + I_2) = 6\cdot 10^{-6}$

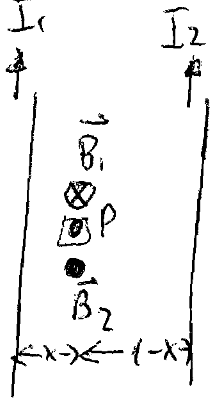
$\boxed{I_1 + I_2 = 15A}$

$I_2 = 15 - I_1$

$|I_1 - (15 - I_1)| = 5 \Rightarrow 2I_1 = 20$

$\boxed{\begin{matrix} I_1 = 10A \\ I_2 = 5A \end{matrix}}$

b)



$I_1 = 1A$

$I_2 = 2A$

$\vec{B}_R = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \vec{0} \Rightarrow \boxed{\vec{B}_1 = -\vec{B}_2}$

- MISMA DIREC.
- SENT. CONT.

(VER DIAG.)

$\boxed{B_1 = B_2}$

$\frac{\cancel{\mu_0} I_1}{\cancel{2\pi} x} = \frac{\cancel{\mu_0} I_2}{\cancel{2\pi}(1-x)}$

$1 - x = 2x \Rightarrow 3x = 1 \Rightarrow \boxed{x = 1/3\,m}$

c) VER APTDO c) DE G1 (PARA DEDUCCIÓN)

$\frac{F_{12}}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} = \frac{\cancel{4}^{2}\cancel{\pi}\cdot 10^{-7}\cdot 1\cdot 2}{\cancel{2\pi}\cdot 1} = \boxed{4\cdot 10^{-7}\,N/m}$