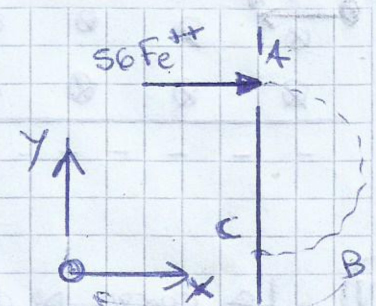
Física 2 | Magnetostática | HOJA N° 1 | FECHA 2022

① Un haz de isótopos $^{56}_{26}Fe^{++}$ (masa $m = 8{,}96 \times 10^{-27}$ kg, carga $q_{\oplus} = 3{,}2 \times 10^{-19}$ C) ingresa por el punto A de la figura a una región del espacio donde existe un campo magnético de valor $B = 0{,}1$ T.



La energía de cada elemento del haz es de 10 keV

a) Justifique cuál es la dirección y el sentido del campo B

Por el dibujo ⊙ se entiende que $\vec{B} = 0{,}1\,T\,\hat{k}$. Además, el movimiento que se describe (de A a C), la Fuerza magnética es $F_M(-\hat{j}) \Rightarrow \vec{B} = B\hat{k}$

b) Calcule el valor de la distancia AC ($1\,keV = 1{,}6 \times 10^{-16}$ J)

$\overline{AC} = D = 2R$, $R = \dfrac{m\,v}{|q|\,B}$ | $m = 8{,}96 \times 10^{-27}$ kg, $q = 3{,}2 \times 10^{-19}$ C | $B = 0{,}1$ T

$E_C = 10$ keV

$E_C = \frac{1}{2} m v^2 = 10 \times 1{,}6 \times 10^{-16}\,J = \frac{1}{2}\, 8{,}96 \times 10^{-27}\,kg \cdot v^2$

$\frac{C}{seg} = A$

$v^2 = 3{,}571 \times 10^{11} \frac{m^2}{seg^2} \Rightarrow v = 597.614\, m/seg$

$R = \dfrac{8{,}96 \times 10^{-27}\,k \cdot 597614\, m/seg}{3{,}2 \times 10^{-19}\,C \cdot 0{,}1\,T} = 0{,}1673\,m$

$\frac{N}{A \cdot m} = T$

$R = 0{,}1673\,m \Rightarrow \boxed{|\overline{AC}| \cong 0{,}335\,m}$

N

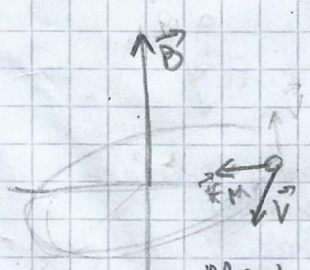
② Una partícula de masa $m = 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg y carga $= 1{,}6 \times 10^{-19}$ C se desplaza con una velocidad de 10^{6} m/seg describiendo una circunferencia en un plano perpendicular a un campo de inducción magnética $\vec{B}$. El módulo de dicho campo es de 1,75 T.
Halle el valor de la frecuencia de giro de la partícula.

$m = 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg
$q = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C
$v = 10$ m/seg
$|B| = 1{,}75$ T

$\frac{kg\,m}{C\,T\,seg} = m$

$R = \dfrac{m\,v}{B\,q} = \dfrac{1{,}67 \times 10^{-27}\,kg \;\; 10\,m/seg}{1{,}75\,T \;\; 1{,}6 \times 10^{-19}\,C} = \boxed{5{,}96 \times 10^{-8}\,m = R}$

$v = \omega R \Rightarrow \omega = \dfrac{v}{R} = \dfrac{10\,m/seg}{5{,}96 \times 10^{-8}\,m} = \boxed{167664671\,\frac{1}{seg} = \omega}$



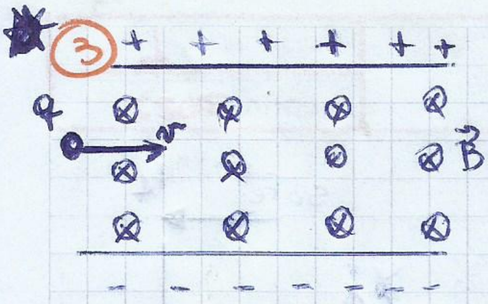
MCU

$F = \dfrac{\omega}{2\pi} = \dfrac{167664671}{2\pi\,seg} = \boxed{26684.661\,Hz = F}$

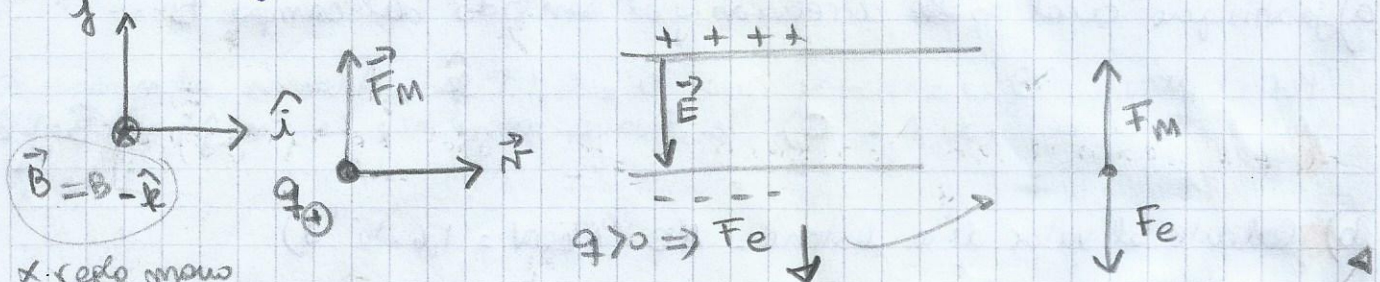
$\boxed{26{,}7\,MHz = F}$

NOTA

③ Una carga $q>0$ ingresa a la región entre los placas de un capacitor plano. El espacio entre las placas es vacío y en él existe un campo magnético uniforme $\vec{B}$ como indica la figura. Discute cuáles son las tres afirmaciones correctas



(V) La carga se desviará hacia la placa positiva si $|\vec{v}\times\vec{B}| > |\vec{E}|$



x regla mano derecha

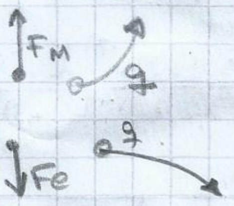
$q>0 \Rightarrow F_e \downarrow$

Si $F_M > F_e$ y $q>0$ mov. hacia +

(F) La carga no se desvía porque está en vacío
ya se mostró que q se desvía.

(F) La carga no se desvía si $E=0$ — si $E=0 \Rightarrow$

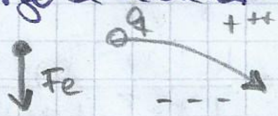
(F) La carga no se desvía si $B=0$ — si $B=0 \Rightarrow$



(V) La carga sigue una trayectoria rectilínea si $|\vec{v}\times\vec{B}| = |\vec{E}|$

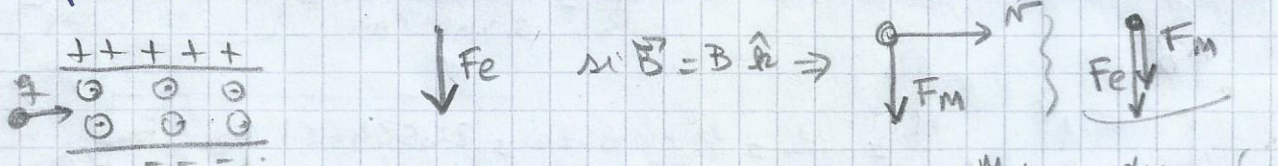
(F) Si $B=0$ la carga se acelera hacia la placa positiva

si $B=0 \Rightarrow$



se desvía hacia la placa −

(F) Si se invierte el sentido de B la carga se desvía hacia la placa positiva



Misma dirección y sentido

la carga se desvía hacia placa −

(V) Si se invierte el sentido de B la carga se desvía hacia placa Negativa

(F) $\underbrace{\text{El signo de } q \text{ es irrelevante}}_{F}$ y $\underbrace{\text{que se desvíe o no depende solo de } v, B \text{ y } E}_{V}$

NOTA

F2	Magnetostática	HOJA N° 2
		FECHA 2022

4) Un electrón (masa = $m = 9{,}1\times10^{-31}$ kg y carga $q = 1{,}6\times10^{-19}$ C) con energía de 2 keV ingresa a un campo magnético uniforme de 0,1 T formando un ángulo de 89° con la dirección del campo.
La trayectoria del electrón será, entonces, una hélice alrededor de una línea de campo.
Halle los valores característicos de la hélice: Período, paso y radio

$(1\ \text{keV} = 1{,}6\times10^{-16}\ \text{J})$

$\theta = 89°$

$m = 9{,}1\times10^{-31}$ kg

$q = -1{,}6\times10^{-19}$ C

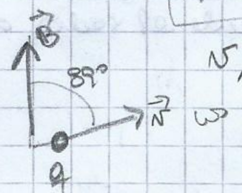
$E_c = 2\ \text{keV} = 2\times1{,}6\times10^{-16}\ \text{J} = \boxed{3{,}2\times10^{-16}\ \text{J} = E_c}$

$B = 0{,}1$ T

$E_c = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2}\, 9{,}10\times10^{-31}\ \text{kg}\ v^2$

$v^2 = 7{,}03\times10^{14}\ \frac{m^2}{seg^2}$

$\boxed{v = 26\,519\,742\ m/seg}$



$v_{\parallel} = 462.833\ \frac{m}{seg}$

$v_{\perp} = 26\,515\,703\ m/seg$

sen

0,00151 mm

$R = \frac{m\, V_{\perp}}{|q|\, B} = \frac{9{,}1\times10^{-31}\ \text{kg} \cdot 26515703\ m/seg}{1{,}6\times10^{-19}\ \text{C} \cdot 0{,}1\ \text{T}} = \boxed{1{,}51\times10^{-3}\ m = R = 1{,}51\ mm}$ ✓

$T = \frac{2\pi R}{\underbrace{V\, sen\, 89}_{V_{\perp}}} = \frac{2\pi \cdot 1{,}508\times10^{-3}\ \cancel{m}}{26515703\ \cancel{m}/seg} = \boxed{3{,}57\times10^{-10}\ seg = T}$ ✓

$p = \frac{2\pi R}{tg(\theta)} = \frac{2\pi \times 1{,}508\times10^{-3}\ m}{tg(89)} = 1{,}65\times10^{-4}\ m = \boxed{0{,}165\ mm = p}$ ✓

NOTA

VIDEO

5) Un protón ($m_p = 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg, $q_p = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C) ingresa a una región del espacio en la que existe un campo magnético uniforme cuyas líneas son perpendiculares a la velocidad del protón.
El protón describe una trayectoria circular de período $T = 10^{-8}$ seg

a) Calcule la intensidad del campo B

$m = 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg

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

$\alpha = 90°$ $\quad \vec{v} \perp \vec{B}$

$T = 10^{-8}$ seg

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi}{\cancel{v}} \frac{m \cancel{v}}{B|q|} \Rightarrow B = \frac{2\pi\, m}{T|q|} =$$

$v = \omega R$

$\omega = \dfrac{v}{R}$

$$= \frac{2\pi \cdot 1{,}67 \times 10^{-27}\text{ kg}}{10^{-8}\text{ seg}\; 1{,}6 \times 10^{-19}\text{ C}}$$

$$\boxed{B = 6{,}56\,T}$$ ✓

b) Suponiendo que el protón fue acelerado desde el reposo por una diferencia de potencial de 3 kV, calcule el radio de la órbita

$\exists F_e$

$v_0 = 0$

$$W_{Fe} = \Delta E_c = E_{cf} - \underbrace{E_{c0}}_{v=0} = E_{cf}$$

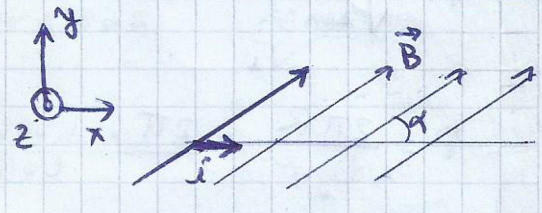
$$W_{Fe} = q \cdot \Delta V = 1{,}6 \times 10^{-19}\text{ C} \cdot 3\,\overset{10^3}{k}\text{V} = \underbrace{\overbrace{4{,}8 \times 10^{-16}\text{ J}}^{W} = \overbrace{\frac{1}{2} \cdot 1{,}67 \times 10^{-27}\text{ kg} \cdot v^2}^{E_c}}_{\boxed{v = 758189\text{ m/seg}}}$$

$$R = \frac{mv}{B|q|} = \frac{1{,}67 \times 10^{-27}\text{ kg} \cdot 758189\text{ m/seg}}{6{,}56\,T \cdot 1{,}6 \times 10^{-19}\text{ C}} = 1{,}21 \times 10^{-3}\text{ m}$$

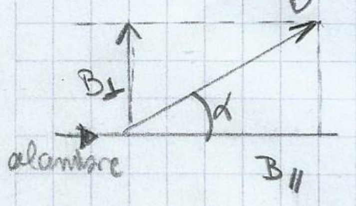
$$\boxed{R = 1{,}21\text{ mm}}$$ ✓

---

6) Un alambre de 1 m de longitud transporta una corriente de intensidad $i = 10$ A.
El alambre se halla en una región donde existe un campo magnético uniforme $B = 1{,}5$ T y forma un ángulo $\alpha = 30°$ con la dirección del campo
Calcule la fuerza que el campo ejerce sobre el alambre.



$\int dl = 1$ m



$B_\parallel \; i \Rightarrow B_\parallel \times i = 0$

$$d\vec{F} = i\,(d\vec{l} \times \vec{B}) =$$

$$\vec{F} = 10\text{A}\,(1\text{m}\,\hat{x} \times (B_\parallel \hat{x} + B_\perp \hat{y})) =$$

$$= 10\text{A}\,(\underbrace{1\text{m}\,\hat{x} \times B_x \hat{x}}_{0} + 1\text{m}\,\hat{x} \times B_\perp \hat{y}) =$$

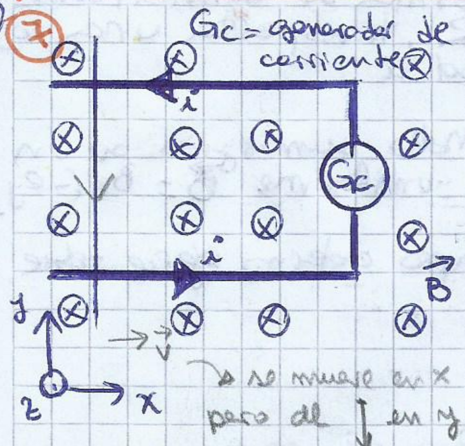
$$= 10\text{ A}\; 0{,}75\text{T}\; \hat{z} = \boxed{7{,}5\text{ N}\,\hat{z} = \vec{F}}$$ ✓

$$\begin{vmatrix} \hat{x} & \hat{y} & \hat{z} \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & B_\perp & 0 \end{vmatrix} = (0 \quad 0 \quad B_\perp)$$

$B_\perp = B \times \operatorname{sen}\alpha =$
$= 1{,}5\,T \operatorname{sen} 30 = 0{,}75\,T$

NOTA

VIDEO 7



Un alambre metálico de masa m desliza, sin fricción, sobre dos rieles metálicos separados una distancia D.

El sistema está alojado en una región del espacio en la que existe un campo magnético $\vec{B}$ (uniforme).

Entre los rieles se establece una corriente "i" por medio del generador de corriente Gc.

Hallar la expresión del vector velocidad del alambre en función del tiempo sabiendo que en $t=0$ el alambre está en reposo.

entrante al plano

$$d\vec{F} = i\,\overbrace{d\vec{l}}^{d\vec{l}} \times \vec{B} = i\,dl\,(-\hat{j}) \times B(-\hat{k}) = i\,dl\,B\,\underbrace{(\hat{j} \times \hat{k})}_{\hat{i}}$$

$$\boxed{d\vec{F} = i\,dl\,B\,\hat{i}}$$

$$\vec{F} = \int d\vec{F} = \int i\,dl\,B\,\hat{i} = i\,B\overbrace{\int dl}^{D}\,\hat{i} = \boxed{i\,B\,D\,\hat{i} = \vec{F}}$$

$$\left.\begin{array}{l}\vec{F} = m.a\,\hat{i} \\ \vec{F} = i\,B\,D\,\hat{i}\end{array}\right\} \; i\,B\,D = m.a \xrightarrow{a = \frac{dV}{dt}} i\,B\,D = m\,\frac{dV}{dt}$$

$$\frac{i\,B\,D}{m}\,dt = dV$$

integro m.a.m

$$\int_{t_0}^{t_f} \underbrace{\frac{i\,B\,D}{m}}_{\in \text{ Reales}}\,dt = \int_{V_0}^{V_f} dV$$

$$\frac{i\,B\,D}{m}(t_f - \underset{0}{t_0}) = V_f - \overset{0}{V_0}$$

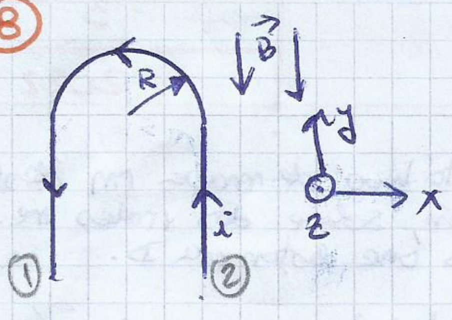
$$\frac{i\,B\,D}{m}\,t = V$$

$$\boxed{\vec{V}_{(t)} = \frac{i\,B\,D}{m}\,t\,.\,\hat{i}}$$

NOTA

VIDEO

8

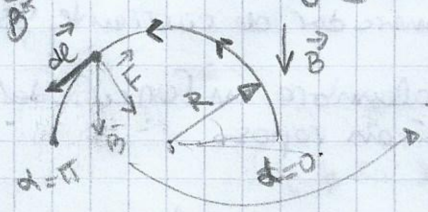


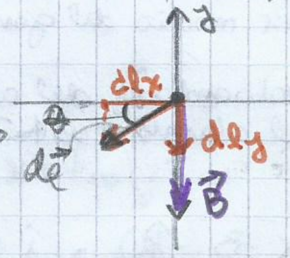
El alambre de la figura, que consiste en dos tramos rectos y semi infinitos unidos por un tramo en forma de semicircunferencia de radio R, transporta una corriente de intensidad i.

Todo el alambre se halla sumergido en un campo magnético uniforme $\vec{B} = B_0(-e_y)$

a) Hallar la expresión de la fuerza que el campo externo ejerce sobre el alambre

en los tramos 1 y 2 : $d\vec{l} \parallel \vec{B} \Rightarrow \vec{F} = \vec{0}$





$dl_x = dl \cdot \cos\theta$

$dl_y = dl \ sen\ \theta$

$\boxed{d\vec{l}_y \parallel \vec{B} \Rightarrow F_y = 0}$

$$d\vec{F} = i\, d\vec{l} \times \vec{B} = i\, dl_x(-\hat{i}) \times B(-\hat{j}) = i\, dl_x B \underbrace{\hat{i} \times \hat{j}}_{\hat{k}}$$

$$\boxed{d\vec{F} = i\, dl_x B\, \hat{k}} = i\, dl \cos(\theta)\, B\, \hat{k} = i\, R d\theta \cos\theta\, B\, \hat{k}$$

$\boxed{dl = R d\theta}$

$$\vec{F} = \int d\vec{F} = \int_0^{\pi} i R B \cos\theta\, d\theta\, \hat{k} = i R B \underbrace{\int_0^{\pi} \cos\theta\, d\theta}_{2}\, \hat{k} = \boxed{2 i R B\, \hat{k} = \vec{F}}$$

b) ¿cómo cambian los resultados si el campo B invierte su sentido?

si $\vec{B}$ invierte su sentido $\Rightarrow d\vec{F} = i\, d\vec{l} \times \vec{B} = i\, dl_x(-\hat{i}) \times B\hat{j} =$

$$d\vec{F} = -i\, dl_x B\hat{k} \Rightarrow \vec{F}_b = -\vec{F}_a \Rightarrow \boxed{\vec{F} = -2 i R b\, \hat{k}}$$

c) ¿cómo cambian los resultados si la corriente i invierte su sentido sin invertir el sentido del campo externo?

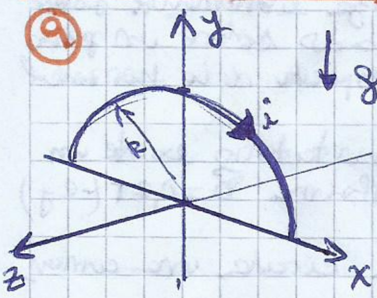
si $\vec{B} = B_0(-\hat{j})$, $i_1 = -i_0 \Rightarrow \vec{F}_c = -\vec{F}_a \Rightarrow \boxed{\vec{F} = -2 i R b\, \hat{k}}$

d) ¿cómo cambian los resultados si el campo B tuviera la dirección e_x?

El alambre tiende a rotar

NOTA

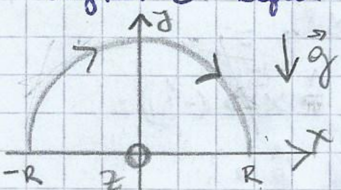
F 2	Magnetostática	HOJA N° 4
		FECHA 2022

⑨ 

El semianillo metálico de la figura, de radio R y masa m, se halla en el plano xy y transporta una corriente de intensidad i (no se muestran los alambres rectos semiinfinitos sin masa que completan el circuito)

La semiespira se halla en equilibrio sujeta a la acción de dos campos externos: el campo gravitatorio y un campo magnético uniforme de intensidad B_0

a) Discutir y justificar cuál debe ser la dirección del campo B para lograr el equilibrio.



$\vec{\gamma}(t) = (R \operatorname{sen}(t), R\cos(t)) \quad t \in [-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}]$

$$d\vec{F} = I\, d\vec{l} \times \vec{B} = I\,(dl_x\, \hat{\imath} + dl_y\, \hat{\jmath}) \times B_0\, \hat{b}$$

$dl = R\,d\theta$

$$d\vec{F} = I\, dl\, (\operatorname{sen}\theta\, \hat{\imath} + \cos\theta\, \hat{\jmath}) \times B_0\, \hat{b}$$

$x = \operatorname{sen}\theta$
$y = \cos\theta$

$-\frac{\pi}{2} < \theta < \frac{\pi}{2}$

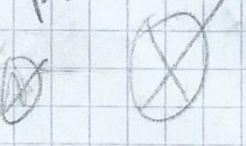
$$d\vec{F} = I R\, d\theta\, B_0\, (\operatorname{sen}\theta\, \hat{\imath} \times \hat{b} + \cos\theta\, \hat{\jmath} \times \hat{b})$$

$$\vec{F} = I R B_0 \underbrace{\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \operatorname{sen}\theta\, d\theta}_{0}\, \hat{\imath} \times \hat{b} + \underbrace{\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos\theta\, d\theta}_{2}\, \hat{\jmath} \times \hat{b} =$$

$$= \underbrace{I R B_0\, 2}_{\neq 0}\, \hat{\jmath} \times \hat{b}$$

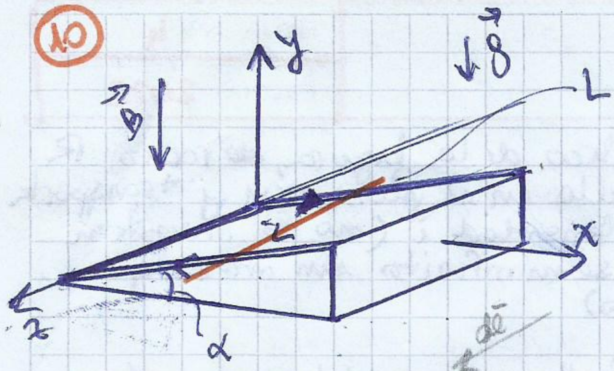
$$\Rightarrow \hat{\jmath} \times \hat{b} = \bar{0} \Rightarrow \hat{b} = \hat{\jmath}$$

¿por qué no $\hat{\jmath}$?



NOTA

(10)



La barra conductora de la figura de longitud $L = 40$ cm de long. y de masa $m = 30$ gr, desliza libremente sobre hilos metálicos apoyados sobre un plano inclinado $\alpha = 37°$ respecto de la horizontal.

Además el campo gravitatorio existe un campo magnético uniforme $\vec{B} = 0{,}2T(-e_y)$

Por los hilos y la barra circula una corriente de intensidad i.

a) Calcular el valor de la intensidad de corriente de modo tal que la barra permanezca en equilibrio

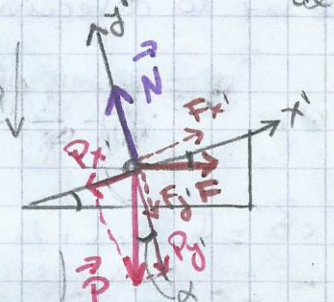
$L = 0{,}4$ m

$m = 0{,}03$ kg

$\alpha = 37°$

$\vec{B} = 0{,}2T(-\hat{j})$

$\Sigma F_x = m.a \xrightarrow{\text{en reposo}} \Sigma F_x = 0$



$d\vec{\ell} \Rightarrow$ en dirección del eje z

$d\vec{F} = I . d\vec{\ell} \times \vec{B} =$

$= I . d\ell . \hat{k} \times B(-\hat{j}) =$

$= -IBd\ell \underbrace{\hat{k} \times \hat{j}}_{-\hat{\imath}}$

$d\vec{F} = IB\,d\ell\,\hat{\imath}$

$\vec{F} = IB \int_{\ell} d\ell\,\hat{\imath} = \boxed{IBL\,\hat{\imath} = \vec{F}}$ (I)

$\boxed{\Sigma F_x = 0}$ $\quad$ $\boxed{\Sigma F_y = 0}$

$P_{x'} = F_{x'}$ $\quad$ $N = F_{y'} + P_{y'}$

$mg \operatorname{sen}\alpha = F \cos\alpha \Rightarrow \boxed{F = mg\,tg\,\alpha}$ (II)

(I) y (II)

$IBL = mg\,tg\,\alpha$

$$I = \frac{mg\,tg\,\alpha}{BL} = \frac{0{,}03\,kg\;10\,m/seg^2 . \overset{0{,}75}{tg(37)}}{0{,}2T . 0{,}4m} = 2{,}8125$$

$$\boxed{I = 2{,}81\,A}$$

b) Si la corriente fuera de 2A, calcular la aceleración de la barra a lo largo del plano inclinado.

$a \neq 0 \quad F_{x'} - P_{x'} = m.a$

$\vec{F} = IBL\,\hat{\imath} = 2A\;0{,}2T\;0{,}4m\,\hat{\imath}$

$\boxed{\vec{F} = 0{,}16\,N\,\hat{\imath}}$

$$a = \frac{-P_{x'} + F_{x'}}{m} =$$

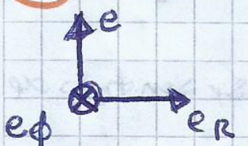
$$= \frac{-mg . \operatorname{sen}\alpha + F . \cos\alpha}{m} = \frac{-0{,}03\,kg . 10\,m/seg^2 . 0{,}6 + 0{,}16\,N . 0{,}8}{0{,}03\,kg} = -1{,}73\,\frac{m}{seg^2}$$

$$\boxed{a = -1{,}73\,m/seg^2}$$

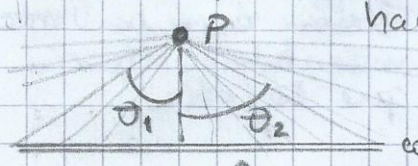
NOTA

F_2	Magnetostática	HOJA Nº 5 FECHA 2022

(11) Calcule el campo magnético generado a una distancia R por un alambre recto infinito circulado por una corriente eléctrica de intensidad i.
Discuta cómo cambia el resultado si se invirtiera el sentido de la corriente.



$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{i}{R}(\operatorname{sen}\theta_2 - \operatorname{sen}\theta_1)\hat{k}$$

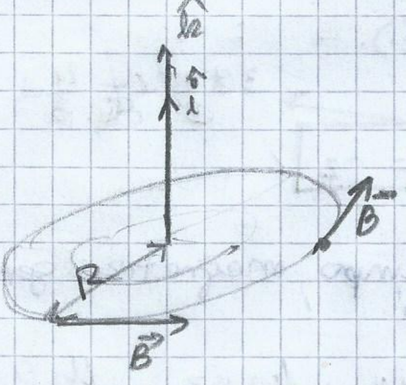


hacia el infinito: $\theta_1 \to -\frac{\pi}{2}$, $\theta_2 \to \frac{\pi}{2}$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{i}{R}\left(\operatorname{sen}\frac{\pi}{2} - \operatorname{sen}\left(-\frac{\pi}{2}\right)\right)$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{i}{R}\underbrace{(1-(-1))}_{2}\hat{k} = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{i}{R}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{i}{R}\hat{k}$$



la dirección depende de θ

$$\boxed{\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{i}{R}\hat{\theta}}$$

VIDEO **(12)** Por dos alambres infinitos paralelos, separados a una distancia $D = 0,6$ m, circulan corrientes $i_1 = 0,2$ A $i_2 = 0,3$ A, resp.

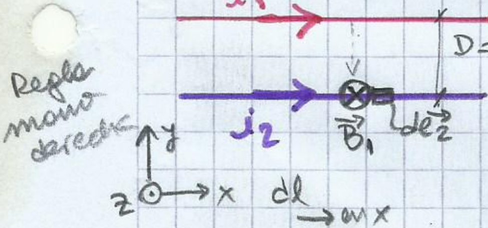
Calcule la fuerza que, por unidad de longitud, la corriente superior ejerce sobre la inferior si:

$(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} N/A^2)$

a) las corrientes son paralelas   piden: $\boxed{\frac{F_{12}}{\ell}}$

$$B_1 = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi D}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi D} \in \mathbb{R}$$



$$d\vec{F} = i\, d\vec{\ell} \times \vec{B}$$

$$d\vec{F}_{1,2} = i_2\, d\vec{l}_2 \times \vec{B}_1$$

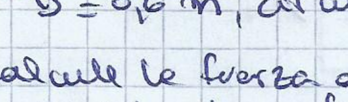
$$d\vec{F}_{1,2} = i_2\, dl_2\, \hat{i} \times B_1 \cdot (-\hat{k}) = \frac{\mu_0 i_1 i_2 dl_2}{2\pi D}\underbrace{(\hat{i} \times (-\hat{k}))}_{\hat{j}}$$

$$\vec{F}_{12} = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi D}\underbrace{\int dl_2}_{\ell}\,\hat{j} = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi\, 0,6\text{m}}\frac{N}{A^2} \cdot 0,2A \times 0,3A\ \ell\,\hat{j}$$

F es atractiva

$$\boxed{\frac{\vec{F}_{1,2}}{\ell} = 2 \times 10^{-8}\frac{N}{m}\hat{j}}$$

b) las corrientes son antiparalelas



$$d\vec{F}_{1,2} = i_2\, d\vec{l}_2 \times \vec{B}_1$$

$$d\vec{F}_{1,2} = i_2\, dl_2\, (-\hat{i}) \times B_1(-\hat{k}) = i_2 dl_2 B \overbrace{(-\hat{i} \times -\hat{k})}^{-\hat{j}}$$

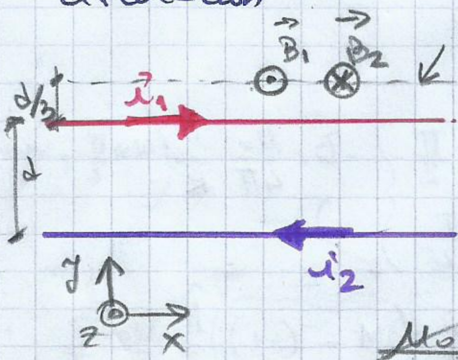
F es repulsiva

$$dF_{12} = \frac{\mu_0 i_1 i_2 dl_2}{2\pi D}\cdot(-\hat{j}) = -\underset{\text{ídem}}{\vec{F}_{12}} \Rightarrow \boxed{\frac{\vec{F}_{12}}{\ell} = -2 \times 10^{-8}\frac{N}{m}\hat{j}}$$

NOTA

(13) Dos alambres paralelos infinitos, separados una distancia d, están recorridos por corrientes i_1 e i_2, respectivamente.
El campo magnético generado por estos alambres se anula a una distancia $d/3$ del que transporta la corriente i_1 en la región externa de los dos alambres.

a) Halle la relación entre los valores de las corrientes y su sentido de circulación



en esta línea, $\vec{B} = \vec{0}$ $\quad \vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

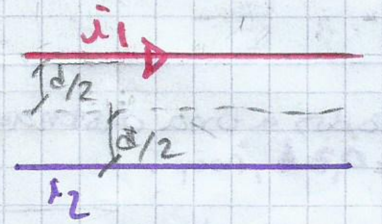
para que se anule en • los corrientes deben circular una en sentido contrario que la otra

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

$$\frac{\mu_0\, i_1}{2\pi\, d/3}\hat{k} = \frac{-\mu_0\, i_2}{2\pi\,(d + d/3)}(-\hat{k}) \qquad \frac{3d+d}{3} = \frac{4}{3}d$$

$$\Rightarrow \frac{3}{d} i_1 \hat{k} = i_2 \frac{3}{4d}\hat{k} \Longrightarrow \boxed{4 i_1 = i_2}$$

b) Halle la expresión de la intensidad del campo magnético generado en el punto medio entre los alambres



$$B = B_1 + B_2 = \frac{\mu_0\, i_1}{2\pi\, d/2} + \frac{\mu_0\, i_2}{2\pi\, d/2} = \frac{\mu_0 (i_1 + i_2)}{d\pi}$$

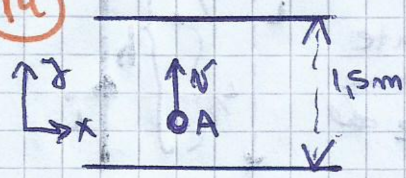
$$\boxed{|\vec{B}| = B = \mu_0 \frac{i_1 + i_2}{d\pi}}$$

c) discuta cuáles son los componentes que tendrá el campo magnético generado por los alambres en el punto medio entre ellos a una altura z del plano que los contiene

?

F2 | Magnetostática | HOJA N° 6 | FECHA 2022

(14)

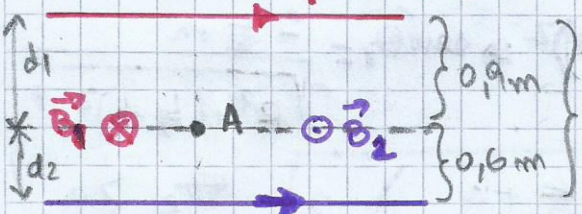


Una carga $q = 2C$ se mueve con velocidad $v = 0{,}05\ m/seg\ \hat{e}_y$ desde el alambre inferior de la fig. al superior.

Los dos alambres tienen longitud $L \gg 1{,}5m$

Cuando la carga pasa por el punto A, situado a 0,6 m del alambre inferior se encienden las corrientes $\underbrace{i_{INF} = 2mA}_{i_2}$ $\underbrace{i_{sup} = 3mA}_{i_1}$ $\underbrace{\text{ambas en la dirección } e_x}_{\rightarrow}$

a) Calcule la Fuerza F sobre la carga en el punto A



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

$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi d_1}(-\hat{k})$, $\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi d_2}\hat{k}$

$\vec{B}_A = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi d_1}(-\hat{k}) + \frac{\mu_0 i_2}{2\pi d_2}\hat{k} =$

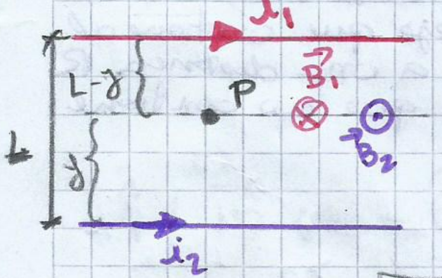
$= \frac{\mu_0}{2\pi}\left(\frac{-i_1}{d_1} + \frac{i_2}{d_2}\right)\hat{k} = \frac{\mu_0}{2\pi}\underbrace{\left(\frac{-3mA}{0{,}9m} + \frac{2mA}{0{,}6m}\right)}_{0}\hat{k}$

$\vec{B}_A = 0\hat{k} \Rightarrow \vec{F}_A = q\,\vec{V}_A \times \underbrace{\vec{B}_A}_{0} = 0$

$\boxed{F_A = 0\ N}$ ✓

b) Halle la expresión del campo magnético sobre el plano que contiene a los alambres en la región $\underbrace{0 < y < L = 1{,}5\ m}$

un punto entre los dos alambres



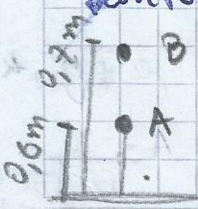
$\vec{B}_P = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \frac{\mu_0}{2\pi}\left(\frac{i_1}{L-y}(-\hat{k}) + \frac{i_2}{y}\hat{k}\right) =$

$4\pi\, 10^{-7}\, N/A^2$

$= \frac{\mu_0}{2\pi}\left(-\frac{3mA}{L-y}\hat{k} + \frac{2mA}{y}\hat{k}\right)$

$\boxed{\vec{B}_P = 2 \times 10^{-7}\frac{N}{A^2}\left(\frac{2mA}{y} - \frac{3mA}{L-y}\right)\hat{k}}$ ✓

c) Calcule el tiempo que le lleva a la carga desplazarse hasta un punto B, situado a 0,7m del alambre inferior.



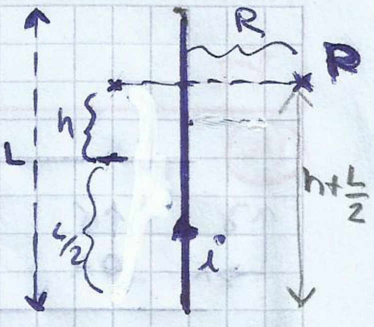
$\Delta y = 0{,}1m = v \cdot t \Rightarrow t = \frac{0{,}1m}{0{,}05\ m/seg} = \boxed{2\ seg = t}$ ✓

NOTA

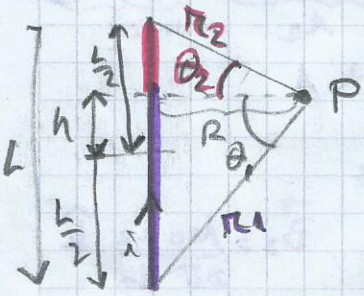
(Volver)

16 La figura muestra un segmento rectilíneo de alambre, de longitud L, que conduce una corriente de intensidad i

Calcule el campo magnético que la corriente genera en un punto P ubicado a una distancia R del alambre y a una distancia $h \cancel{>} L/2$ del centro del mismo.



Hilos conductores rectilíneos $\quad \vec{B} = \dfrac{\mu_0 \, i}{4\pi R} (\operatorname{sen}\theta_2 - \operatorname{sen}\theta_1)\,\hat{\phi}$

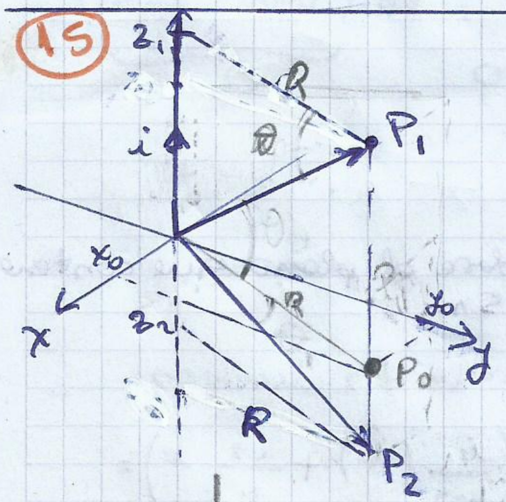


$$r_2 = \sqrt{R^2 + \left(\tfrac{L}{2} - h\right)^2} \Rightarrow \operatorname{sen}\theta_2 = \frac{\frac{L}{2} - h}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{L}{2} - h\right)^2}} \; \frac{op}{}$$

$$r_1 = \sqrt{R^2 + \left(\tfrac{L}{2} + h\right)^2} \Rightarrow \operatorname{sen}\overbrace{\theta_1}^{<0} = \frac{-\frac{L}{2} + h}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{L}{2} + h\right)^2}}$$

$$\boxed{\vec{B} = \frac{\mu_0 \, i}{4\pi R} \cdot \left(\frac{\frac{L}{2} - h}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{L}{2} - h\right)^2}} + \frac{\frac{L}{2} + h}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{L}{2} + h\right)^2}} \right) \hat{\phi}} \qquad \boxed{\begin{matrix}\theta_2 > 0 \\ \theta_1 < 0\end{matrix}}$$

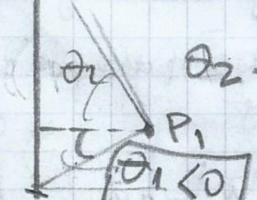
15



La figura muestra un alambre recto semi infinito circulado por una corriente de intensidad i.
Por comodidad se ha hecho coincidir al cable con eje z^+

Calcule el campo magnético generado por este alambre en puntos de una distancia R enfrentados al semieje que contiene al cable (P_1) y puntos a una distancia R enfrentados al semieje que no contiene corriente (P_2)

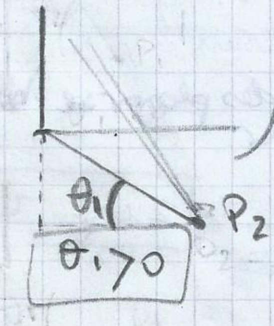
en P_1:



$$\theta_2 \to \frac{\pi}{2} \Rightarrow \vec{B}_1 = \frac{\mu_0 \, i}{4\pi R} \left(\overbrace{\operatorname{sen}\theta_2}^{1} - \operatorname{sen}\overbrace{\theta_1}^{<0} \right) \hat{\phi} =$$

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 \, i}{4\pi R} \left(1 + \operatorname{sen}\overbrace{\theta_1}^{>0} \right) \hat{\phi}$$

en P_2



$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 \, i}{4\pi R} (1 - \operatorname{sen}\theta_1)\,\hat{\phi}$$

$$\boxed{\operatorname{sen} = \frac{op}{hip}}$$

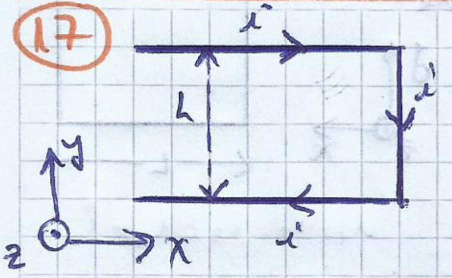
$$\boxed{\vec{B} = \frac{\mu_0 \, i}{4\pi R} \left(1 + \frac{z}{\sqrt{R^2 + z^2}} \right) \hat{\phi}}$$

$$\frac{z}{\sqrt{R^2+z^2}} = \frac{z}{|z|\sqrt{\frac{R^2}{z^2}+1}} = \frac{1}{\operatorname{sg}(z)\sqrt{\frac{R^2}{z^2}+1}}$$

NOTA 70

F2	Magnetostática	HOJA Nº 1
		FECHA 2022

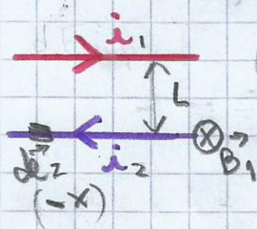
17



Por el alambre de la figura, en forma de U abierta, cuyo lado vertical mide L, circula la corriente i

Las ramas horizontales son rectas.

a) Halle la expresión de la fuerza que, por unidad de long. el alambre horizontal superior ejerce sobre el inferior. (NO considere el alambre vertical)



$i_1 = i_2 = i$

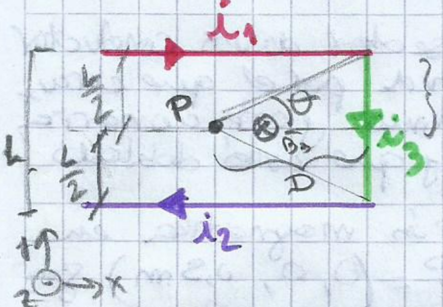
Sup=1
Inf=2

$$d\vec F_{12} = i_2\, d\vec l_2 \times \vec B_1 = i \cdot dl_2(-\hat i) \times \frac{\mu_0 i_1}{2\pi L}(-\hat k)$$

$$d\vec F_{12} = i\, dl_2 \frac{\mu_0 i}{2\pi L}\underbrace{(-\hat i)\times(-\hat k)}_{-\hat j}$$

$$\vec F_{12} = \int_l dF_{12} = i^2 \frac{\mu_0}{2\pi L}\underbrace{\int_l dl_2}_{l}(-\hat j) \Rightarrow \boxed{\frac{\vec F_{12}}{l} = \frac{-i^2 \mu_0}{2\pi L}\hat j}$$

b) Halle la expresión del valor del campo magnético generado por la corriente i en un punto P situado a una distancia D a la izq. del alambre vertical y a una altura $\frac{L}{2}$ del alambre inferior (en el plano del cuadro)



sen = $\frac{op}{hip}$

$$\vec B_P = \vec B_1 + \vec B_2 + \vec B_3$$

$$\vec B_1 = -\vec B_2$$
$$B_1 + B_2 = 0$$

$$i_1 = i_2 = i_3 = i$$

$$\vec B_P = \vec B_3 = \frac{\mu_0 i}{2\pi D}\,\text{sen}\,\theta\,(-\hat k) =$$

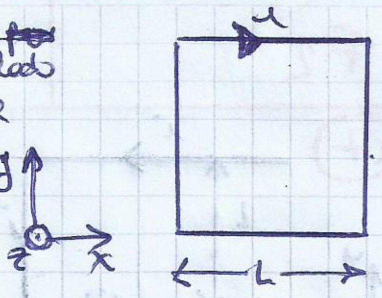
$$= \frac{\mu_0 i}{2\pi D}\cdot\frac{L/2}{\sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + D^2}}(-\hat k)$$

$$\boxed{\vec B_P = \frac{-\mu_0 i}{4\pi D}\cdot\frac{L}{\sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + D^2}}\hat k}$$

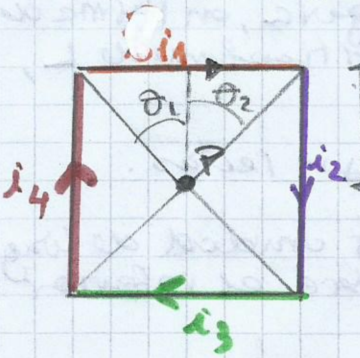
NOTA

VIDEO

18 Calcule el campo magnético generado en su centro por una espira cuadrada de lado L circulada por una corriente eléctrica de intensidad i



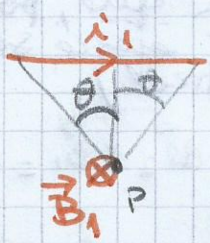
$i_1 = i_2 = i_3 = i_4 = i$



$\frac{L}{2}$

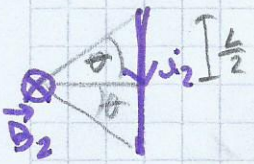
$\theta_1 = \theta_2 = \theta = \frac{\pi}{4}$

$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 + \vec{B}_4$



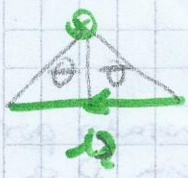
$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi \cdot \frac{L}{2}} \underbrace{\operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{4}\right)}_{\frac{\sqrt{2}}{2}} \cdot (-\hat{k})$

$\boxed{\vec{B}_1 = -\frac{\mu_0\, i}{\pi L}\frac{\sqrt{2}}{2}\hat{k}}$



$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0\, i}{2\pi \frac{L}{2}} \operatorname{sen}\frac{\pi}{4}(-k) = \vec{B}_1$

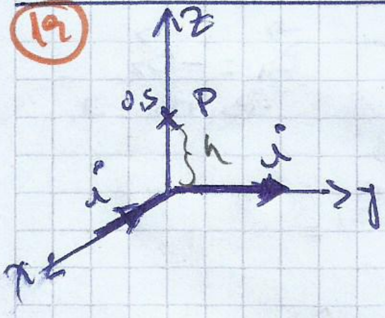
análogamente



$\vec{B}_3 = \frac{\mu_0\, i}{2\pi \frac{L}{2}} \operatorname{sen}\frac{\pi}{4}(-k) = \vec{B}_1 = \vec{B}_2 = \vec{B}_4$

$\vec{B} = 4\vec{B}_1 = -4 \cdot \frac{\mu_0\, i}{\pi L}\frac{\sqrt{2}}{2} k \Rightarrow \boxed{\vec{B} = -\frac{\mu_0\, i}{\pi L} 2\sqrt{2}\,\hat{k}}$ ✓

19



La figura muestra un sector de un conductor recto y de gran longitud por el que circula una corriente continua y estacionaria de intensidad $i = 8A$ y que está doblado en ángulo recto.
Halle el vector inducción magnética en el punto P de coord. $P = (0, 0, 0{,}5\,m)$ generado por i

$h = 0{,}5 m$

$\vec{B}_P = \vec{B}_x + \vec{B}_y$ × regla de la mano derecha

$\vec{B}_x = \frac{\mu_0\, i}{4\pi h}\hat{j}$ $\quad B_y = \frac{\mu_0\, i}{4\pi h} \cdot \hat{i}$

$\vec{B}_P = \frac{\mu_0\, i}{4\pi h}(\hat{i} + \hat{j})$

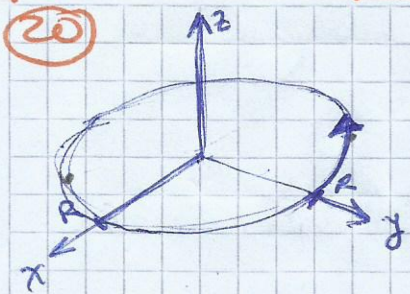
$T = \frac{N}{Am}$

$\vec{B}_P = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}\frac{N}{A^2}}{4\pi \cdot 0{,}5 m} 8A(\hat{i} + \hat{j}) = \boxed{1{,}6 \times 10^{-6}\, T\,(\hat{i} + \hat{j}) = \vec{B}_P}$

NOTA

F.2 | Magnetostática | HOJA N° 8 | FECHA 2022

20

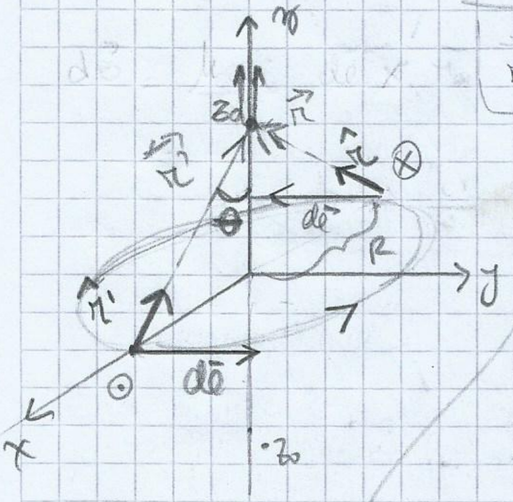


a) Halle la expresión general del campo magnético generado por un anillo de radio R, circulado por una corriente de intensidad i, en cada punto de su eje de revolución (eje z en la fig)

$$\vec{B}_{(0,0,z)} = B_z \hat{k}$$

$$\boxed{r = \sqrt{R^2+z^2}} \Rightarrow \boxed{r^2 = R^2+z^2}$$

$$\boxed{d\vec{\ell} = R\, d\phi\, \hat{\varphi}}$$



$$|d\vec{B}| = \left| \frac{\mu_0 i}{4\pi} d\vec{\ell} \times \frac{\hat{r}}{r^2} \right| =$$

$$= \frac{\mu_0 i}{4\pi} \cdot \left| R\, d\varphi\, \hat{\varphi} \times \frac{\hat{r}}{r^2} \right| =$$

$$= \frac{\mu_0 i R}{4\pi} \frac{d\varphi}{r^2} \underbrace{|\hat{\varphi}|}_{1} \underbrace{|\hat{r}|}_{1} \underbrace{\text{sen } 90°}_{1} =$$

$$\boxed{|d\vec{B}| = \frac{\mu_0 i R\, d\varphi}{4\pi r^2}}$$

$$\boxed{\varphi \perp r}$$

$$\boxed{\text{sen } \theta = \frac{OP}{WP} = \frac{R}{r} = \frac{R}{\sqrt{R^2+z^2}}}$$

$$\boxed{\frac{R}{r^2} = \frac{R}{R^2+z^2}}$$

$$\vec{B}_{(0,0,z)} = \int_\ell d\vec{B} = \int_\ell dB_R \hat{R} + dB_z \hat{k} =$$

$$= \underbrace{\int_\ell dB_R \hat{R}}_{0} + \int_\ell dB_z \hat{k} =$$

$$= \int_\ell dB\, \hat{k} = \int_\ell |dB|\, \text{sen}\,\theta\, \hat{k} =$$

$$= \int_0^{2\pi} \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{R\, d\varphi}{r^2} \cdot \text{sen}\,\theta\, \hat{k} =$$

$$= \frac{\mu_0 i}{\cancel{4\pi}\, 2} \frac{R}{R^2+z^2} \cdot \frac{R}{\sqrt{R^2+z^2}} \int_0^{\cancel{2\pi}} d\varphi\, \hat{k}$$

$$\boxed{\vec{B}_{(0,0,z)} = \frac{\mu_0 i R^2}{2(R^2+z^2)^{3/2}} \cdot \hat{k}}$$

NOTA

F_2	Magnetostática	HOJA N° 9 FECHA 2022

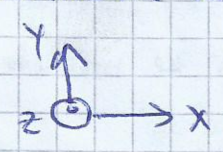
(21) Halle la expresión del vector $\vec{B}$ en el centro C de las sig. configuraciones de semiespiras (recuerde que un segmento recto de alambre circulado por una corriente i genera campo nulo en su prolongación)

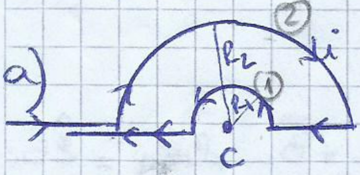
La conf. 1) es una sucesión infinita de semiespiras concéntricas de radios $R_n = \frac{r_a}{2n}$ $(n \geq 1)$

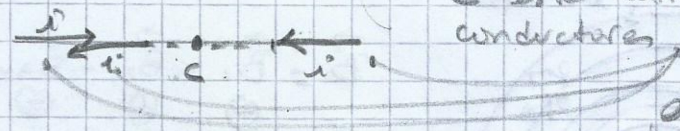
La corriente que circula por cada espira decrece (por efecto de la resistencia) como $i_n = i_0/n^2$

En cada caso discuta qué sucede si se invierte el sentido de la corriente.

(tenga en cuenta que $\sum_{i=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n} = -\ln(2)$)







C está alineado con los conductores $\Rightarrow \vec{B} = 0$

$\underbrace{d\vec{l} \parallel \vec{R}}_{d\vec{B}=0}$

$\vec{B} = \vec{B}_{(1)} + \vec{B}_2$

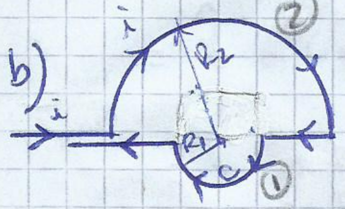
$(+)$ $(-)$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4\pi R_1} \cdot \pi + \left(-\frac{\mu_0 i}{4\pi R_2}\pi\right)\hat{k}$$

$$\boxed{\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4} \cdot \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)\hat{k}}$$

Si se invirtiese el sentido de la corriente "solo" cambiaría el signo

$$\boxed{\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4}\left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1}\right)\hat{k}}$$



$$\vec{B} = \vec{B}_{(1)} + \vec{B}_{(2)} = -\frac{\mu_0 i}{4\pi R_1} \cdot \pi - \frac{\mu_0 i \pi}{4\pi R_2} = \frac{\mu_0 i}{4}\left(\frac{-1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$(-)$ $(-)$

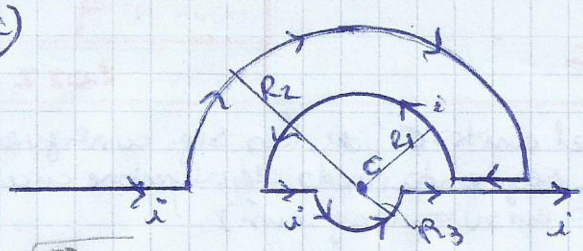
$$\boxed{\vec{B} = -\frac{\mu_0 i}{4}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)\hat{k}}$$

Si se invierte el sentido de la corriente, cambia el signo

$$\boxed{\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)\hat{k}}$$

NOTA

c)



$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$$
$$\quad (+) \quad (-) \quad (+)$$

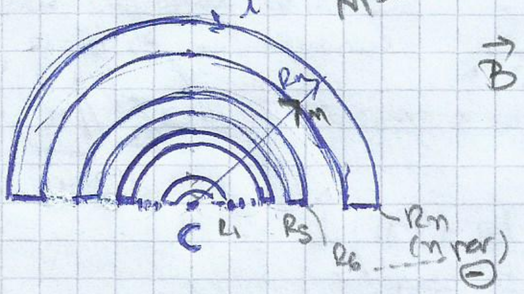
$$\boxed{\vec{B} = \left(\frac{\mu_0 i}{4\pi R_1}\cdot\pi - \frac{\mu_0 i}{4\pi R_2}\pi + \frac{\mu_0 i}{4\pi R_3}\pi\right)\hat{k}} = \frac{\mu_0 i}{4}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)\hat{k}$$

$$\boxed{\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)\hat{k}}$$

Si se invierte el sentido de la corr.: $\boxed{B = -\frac{\mu_0 i}{4}\cdot\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)\hat{k}}$

m es par

d)



$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 + \dots + \vec{B}_n + \vec{B}_{(n+1)} = \sum_{i=1}^{n} B_i$$
$$(+) \quad (+) \quad (-)$$

$(-)$

$\left.\begin{array}{l}\vec{B}_n \text{ es } (+) \text{ si es par} \\ \vec{B}_m \text{ es } (-) \text{ si es impar}\end{array}\right\} (-1)^m$

$$R_m = \frac{r_a}{2m}$$

$$\underbrace{\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \dots + \frac{1}{R_m} - \frac{1}{R_{m+1}}\right)\hat{k}}$$

en 1 (−)
en 2 (+)
3 ⇒ (−)
4 ⇒ (+)

$$\vec{B} = \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\mu_0 i}{4\pi}\cdot\frac{1}{R_m}\cdot(-1)^m\,\hat{k}$$

$$R_m = \frac{r_a}{2m} \quad (m \geq 1)$$

$$\boxed{\frac{1}{R_m} = \frac{2m}{r_a}}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{\cancel{4}_2}\sum_{m=1}^{\infty}\frac{i_0}{m^{\cancel{2}}}\cdot\frac{\cancel{2}m}{r_a}(-1)^m\,\hat{k} =$$

$$= \frac{\mu_0}{2}\frac{i_0}{r_a}\sum_{m=1}^{\infty}\frac{(-1)^m}{m}\,\hat{k} =$$

$$\boxed{\sum_{i=1}^{\infty}\frac{(-1)^i}{i} = -\ln(2)}$$

$$= \frac{\mu_0}{2}\frac{i_0}{r_a}\left(-\ln(2)\right)\hat{k}$$

$$\boxed{i_m = \frac{i_0}{m^2}}$$

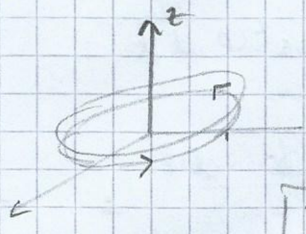
$$\boxed{\vec{B} = -\frac{\mu_0 i_0}{2r_a}\ln(2)\,\hat{k}}$$

NOTA

F2	Magnetostática	HOJA N° 10
		FECHA 2022

(22) Suponga que el anillo del ej. 19 está construido con un alambre muy fino y aislado (por ej. con barniz) y se le superpone otro anillo idéntico.
Se hace circular la misma corriente por los dos espiras.

a) discuta cómo se modifican los resultados del ej. 20(a)



Si se superpone otro anillo $B = \vec{B}_{anillo\,1} + \vec{B}_{anillo\,2}$

$$\underbrace{\text{anillo } 1 = \text{anillo } 2}$$

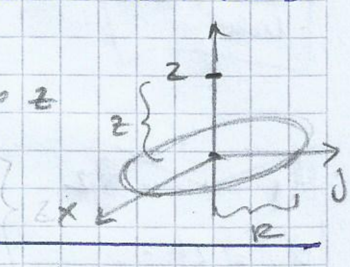
$$\vec{B} = 2\,\vec{B}_{anillo}$$

$\boxed{\vec{B} \text{ se duplica}}$

b) En función del resultado anterior ¿es válido postular que al superponer N espiras el campo en el eje de revolución común es N veces el de una espira, cual quiera sea N?

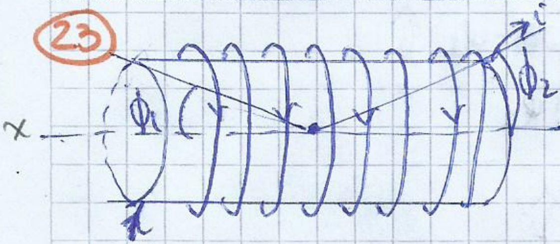
No es válido, pues depende del Radio y del valor de z

Eso se da solo si $z \gg R$



---

(23)



En términos de la respuesta anterior, cuando se tiene un conjunto extendido de espiras de radio ra lo más razonable parece ser dividir la long. total del arreglo en elementos diferenciales de long. que contengan dn espiras cada uno

n es la densidad de espiras : $n = N/L$

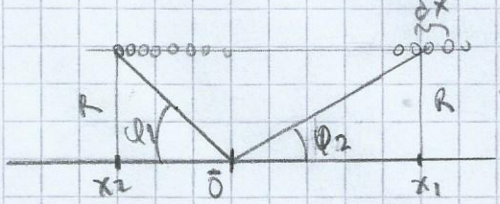
Demuestre que la integración de estos elementos resulta en la expresión del campo magnético en el interior del solenoide (como la fig) es:

$$\vec{B}(z) = \frac{\mu_0 n i}{2}\left(\frac{z}{(ra^2+z^2)^{1/2}} + \frac{L-z}{(ra^2+(L-z)^2)^{1/2}}\right)\hat{k} = \frac{\mu_0 n i}{2}\left[\cos(\phi_1)+\cos(\phi_2)\right]\hat{k}$$

$$n = \frac{N}{L} = \frac{dN}{dx} \Rightarrow \boxed{dN = n\,dx} \; \text{(I)}$$

$$\frac{R}{x_1} = tg\,\varphi_2 \Rightarrow x_1 = \frac{R}{tg} = R\cot g\,\varphi_2$$

derivo m.a.m $\boxed{dx = -R\,cosec^2\varphi\,d\varphi}$ (II)



(III)

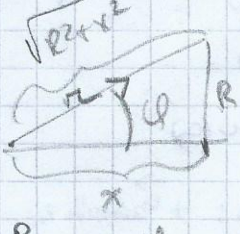
(I) y (II)

$\boxed{dN = -nR\,cosec^2\varphi\,d\varphi}$

NOTA

$$B = \frac{\mu_0 N i R^2}{2(R^2+x^2)^{3/2}} \Rightarrow dB = \frac{\mu_0 \, dN \, i R^2}{2(R^2+x^2)^{3/2}}$$

$\sqrt{R^2+x^2}$



$\frac{R}{r} = \text{sen}\,\varphi$

$r = \frac{R}{\text{sen}\,\varphi} = R \, \text{cosec}\,\varphi$

$\boxed{r^3 = R^3 \, \text{cosec}^3(\varphi)}$

$\boxed{\frac{1}{\text{cosec}} = \text{sen}}$

$$\times \text{III} \Rightarrow dB = \frac{\mu_0 i R^2}{2\underbrace{(R^2+x^2)^{3/2}}_{r^3}} \cdot (-n R \, \text{cosec}^2\varphi \, d\varphi)$$

$$dB = -\frac{\mu_0 i R^2}{2 r^3} n R \, \text{cosec}^2\varphi \, d\varphi$$

$$dB = -\frac{\mu_0 i \cancel{R^3} \cancel{\text{cosec}^2\varphi} \, n}{2 \cancel{R^3} \text{cosec}^{\cancel{3}}\varphi} d\varphi$$

$$dB = -\frac{\mu_0 i n \, \text{sen}\,\varphi}{2} d\varphi$$

$$\int dB = \int -\frac{\mu_0 i n \, \text{sen}\,\varphi}{2} d\varphi \, \hat{k}$$

$\varphi_1 \qquad \varphi_2$

$$\vec{B} = \int_{\varphi_2}^{\pi-\varphi_1} -\frac{\mu_0 i n \, \text{sen}\,\varphi}{2} d\varphi \, \hat{k} =$$

$$= \frac{\mu_0 i n}{2} \cos\varphi \Big|_{\varphi_2}^{\pi-\varphi_1} \hat{k} =$$

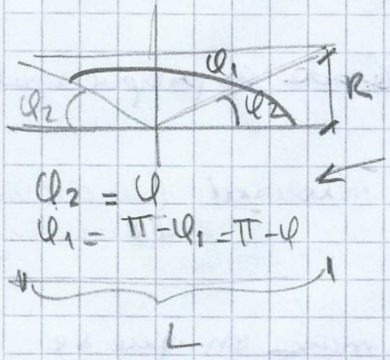
$$= \frac{\mu_0 i n}{2} \Big[\underbrace{\cos(\pi-\varphi_1)}_{\cos(-\varphi_1)} - \cos(\varphi_2)\Big] \hat{k}$$

?

$$\vec{B} = -\frac{\mu_0 i n}{2} [\cos\varphi_1 + \cos\varphi_2] \hat{k}$$

F2 | Magnetostática | HOJA Nº 11 | FECHA 2022

24) A partir del ej. anterior calcule el campo magnético en cada punto del eje de simetría de un solenoide infinito y de un toroide. Discuta cuál es la condición para que un solenoide pueda ser considerado infinito y cuál es la condición para que la expresión valga para un toroide



$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \, n \, i}{2}\left[\cos \varphi_2 - \cos \varphi_1\right]\hat{k}$$

En un solenoide $\infty \Rightarrow$

$\varphi_2 = \varphi$

$\varphi_1 = \pi - \varphi_1 = \pi - \varphi$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \, n \, i}{2}\left[\cos(\varphi) - \underbrace{\cos(\pi-\varphi)}_{-\cos(\varphi)}\right]\hat{k}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \, n \, i}{\cancel{2}} \cancel{2}\cos\varphi \, \hat{k}$$

en ∞ $\varphi \to 0$ $\quad \boxed{\vec{B} = \mu_0 \, n \, i \, \hat{k}}$

Para que pueda considerarse ∞, $R \ll L$

---

25) Calcule el campo magnético en un punto sobre el eje, y a 8 cm de uno de los extremos, de un solenoide de 14 cm de longitud, 420 vueltas y espiras de 6 cm de radio cada una, circulado por una corriente de 200 mA.

Campo

$N = 420$

$i = 200\ mA = 0{,}2 A$

$R = 6 cm = 0{,}06 m$

$L = 14 cm = 0{,}14 m$

$z = 8 cm = 0{,}08 m$

ej 23

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 \, n \, i}{2}\left[\frac{z}{(r_a^2+z^2)^{1/2}} + \frac{L-z}{(r_a^2+(L-z)^2)^{1/2}}\right]\hat{k} =$$

$$n = \frac{N}{L} = \frac{420}{0{,}14 m}$$

$$\vec{B} = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2}\frac{N}{A^2}\cdot\frac{420 \cdot 0{,}2A}{0{,}14 m}\cdot\left[\frac{0{,}08 m}{(0{,}06^2+0{,}08^2)^{1/2}} + \frac{\overbrace{0{,}14 m - 0{,}08 m}^{0{,}06}}{(0{,}06^2+0{,}06^2)^{1/2}}\right]\hat{k} =$$

$$= \boxed{5{,}68 \times 10^{-4}\ \frac{N}{Am}\hat{k} = \vec{B}_1}$$

$n = \frac{N}{L}$

$$\vec{B}_2 = \mu_0 \, n \, i \, \hat{k} = 4\pi\, 10^{-7}\frac{N}{A^2}\cdot\frac{420}{0{,}14 m}\cdot 0{,}2 A = \boxed{7{,}54 \times 10^{-4}\ \frac{N}{Am}\hat{k} = \vec{B}_2}$$

26) Repita los cálculos con $R = 0{,}6 cm$; Discuta por qué ahora los resultados son similares.

$\vec{B}_1 = 7{,}51 \times 10^{-4}\ N/Am$

$\vec{B}_2 = 7{,}54 \times 10^{-4}\ N/Am$

la similitud se debe a que B_2 se utiliza para solenoide ∞ o para los que tienen

$L \gg R$

antes $0{,}14 > 0{,}06$ y ahora $R = 0{,}006$ $\quad 0{,}14 \gg 0{,}006$

NOTA

27

Indique cuáles son las DOS proposiciones correctas del sig. conj. de enunciados.

a) el CM ($\vec{B}$) generado por dos corrientes antiparalelas se anula en algún punto entre los alambres

F ver ej 13

b) el campo magnético generado por una carga acelerada es proporcional a su aceleración

F el campo magnético es proporcional a la velocidad (la derivada de la aceleración)

c) la energía cinética de un cuerpo de carga q y masa m que se mueve a lo largo del eje de simetría axial de un anillo circulado por una corriente i es irrelevante

$\boxed{V}$ Una corriente estacionaria genera un campo estacionario. La única fuerza actuante es la de Lorentz y es $\perp$ a la trayectoria por lo que NO realiza trabajo

$\underbrace{\text{por lo que NO realiza trabajo}}_{\text{se conserva la energía cinética}}$

d) Una carga eléctrica siempre se acelera en presencia de un campo magnético

F Si la carga se encuentra en reposo $\Rightarrow$ F es nula

e) El CM de un solenoide es homogéneo y constante en todo punto de su interior

F esto ocurre si el solenoide tiene $L \to \infty$, sino:

f) el t. de Ampere solo es válido para configuraciones de corriente de muy alta simetría

F El t. Ampere es válido para cualquier config. de corr. estacionaria y en el vacío

g) Dos corrientes por alambres rectos ∞ // se atraen si circulan en sentido opuesto

F Se repelen

h) Una corriente estacionaria genera un CM estacionario y no necesariamente uniforme

$\boxed{V}$