Física 2

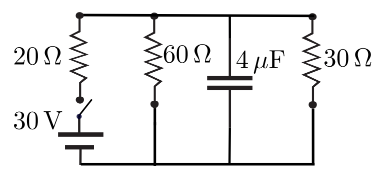
Grado en Ingeniería de la salud

Primera Convocatoria (27/6/2019. Curso 2018-19)

Constantes físicas. $k = 1/(4\pi\varepsilon_0) = 9\times 10^9$ N·m^2/C^2, $\mu_0 = 4\pi\times 10^{-7}$ H/m, $c = 3\times 10^8$ m/s.
Notas importantes: 1) No use lápiz ni tinta roja. 2) Para algunos ejercicios sólo se piden los resultados con sus unidades. 3) Para los ejercicios que se piden desarrollados, (a) razone todos los pasos, escriba las fórmulas, sustituya y opere. (b) Ilustre con dibujos (c) Dé los resultados con la notación indicada y con sus unidades correspondientes si el resultado es numérico, y en una caja; ejemplos: $\boxed{a = \frac{1}{2} g\, t^2}$ o bien $\boxed{a = 3\,\mathrm{m/s^2}}$.

1ª parte: temas 1, 2 y 3

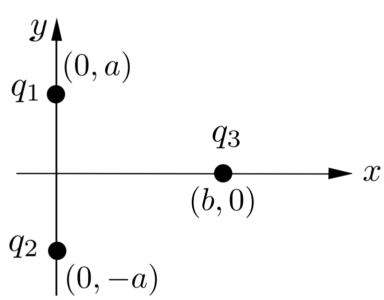
1. (1 punto) En el circuito de la figura el condensador se encuentra inicialmente descargado. Determinar: (**a**) la intensidad, I, que circula por la batería en el momento inicial de conexión ($t = 0$) y (**b**) la carga, Q, que almacena el condensador una vez alcanzado el estado estacionario.



2. (1 puntos) Una asociación en serie de dos elementos se conecta a un generador de corriente alterna de fuerza electromotriz $\mathcal{E}(t) = 250\cos(2165\,t)\,\mathrm{V}$ de forma que circula una intensidad $I(t) = 0,5\cos(2165\,t - \pi/3)\,\mathrm{A}$ (con t en segundos). Determinar: (**a**) los dos elementos (y su valor) que forman la asociación; (**b**) la energía, W, suministrada por el generador al cabo de 4 minutos.

3. (2 puntos) Se dispone de un generador de alterna que opera a una frecuencia angular $\omega = 8\times 10^4$ rad/s al cual se ha conectado la asociación en serie de una resistencia, $R = 45\,\Omega$, una bobina y un condensador cuyas reactancias son respectivamente $X_L = 80\ \Omega$ y $X_C = 20\,\Omega$, a la frecuencia mencionada. (**a**) Determinar el voltaje eficaz en la bobina, $V_{L,\mathrm{e}}$, sabiendo que entre los extremos de la asociación el voltaje eficaz es de 22,5 V. (**b**) Si cambiamos ahora a operar a la frecuencia de resonancia y mantenemos el mismo voltaje eficaz de 22,5 V entre los extremos de la asociación, determinar la intensidad eficaz, I_e, que circularía.

4. (2, 5 puntos) En la figura se muestran tres partículas de igual masa, $m = 4,8\times 10^{-4}\,\mathrm{kg}$, cuyas cargas son $q_1 = q_2 = +25\,\mu\mathrm{C}$ y $q_3 = -6,4\,\mu\mathrm{C}$, que se encuentran en los puntos indicados, siendo $a = 12\,\mathrm{cm}$ y $b = 16\,\mathrm{cm}$. Calcular: (**a**) la fuerza (vector) que q_1 ejerce sobre q_3; (**b**) la fuerza (vector) total que actúa sobre la carga q_3. (**c**) Si dejásemos libre q_3 (q_1 y q_2 se mantienen en sus posiciones), determinar el trabajo que realizaría la fuerza eléctrica que actúa sobre q_3 en su recorrido entre el punto $(b, 0)$ y el origen de coordenadas así como la velocidad con que pasaría por el origen de coordenadas.

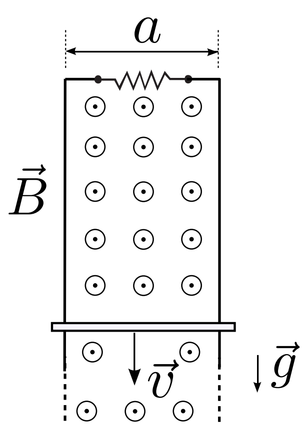


2^{a} **parte: temas 4, 5** Campo magnético e inducción

5. (1 punto) Dos conductores rectilíneos filiformes de longitud infinita son paralelos al eje y y cortan al eje x en los puntos $x = -a$ y $x = a$, respectivamente. Sabiendo que por ambos circula la misma intensidad I pero en sentidos opuestos, determinar la expresión para el módulo del campo magnético, $|\vec{B}(x)|$, que crean en los puntos del eje x comprendidos entre ambos conductores.

6. ($0,5$ puntos) Se dispone de un solenoide esbelto (ideal) con 2650 vueltas por metro cuyo eje se ha colocado perpendicular al campo magnético terrestre, que asumiremos de 0,5 G (1 G$= 10^{-4}$ T). Hacemos circular intensidad por el solenoide de forma que el campo total en su interior (debido conjuntamente al creado por el solenoide y al de la tierra) forme 30º con el eje del solenoide. Determinar: (**a**) el módulo del campo creado por el solenoide, $B_{\text{sol.}}$ y (**b**) el valor de la intensidad, I, que circula por el mismo.

7. (2 puntos) En el circuito de área variable de la figura, la barra conductora cae a velocidad constante $v =$ 8 m/s en el campo gravitatorio deslizando sin rozamiento sobre los raíles conductores fijos. Los raíles están separados una distancia $a = 70$ cm y conectados entre sí por una resistencia $R = 14\,\Omega$. En la zona existe un campo magnético uniforme de módulo $B = 0,5$ T (dirigido hacia el lector). Determinar: (**a**) el incremento que experimenta el flujo magnético que atraviesa el circuito cada 0,2 segundos; (**b**) el valor de la intensidad inducida indicando además, razonadamente, el sentido de la misma; (**c**) la fuerza magnética que actúa sobre la barra (indique dirección y sentido); (**d**) la fuerza total (resultante) que actúa sobre la barra y la masa de la misma. (aceleración de la gravedad: $g = 9,8\,\text{m/s}^2$)



Primera Convocatoria (27-6-19).

Física 2
Grado en Ingeniería de la salud

Apellidos, nombre:

GRUPO:

Primera Parte

P. 1: (a) $I =$ 1,5A (b) $Q =$ 60 µC

1P

P. 2: (a) Indicar en cada caso (a.1 y a.2) el elemento (R, L o C) y su valor.
No importa el orden con que se indiquen los elementos.

1P a.1 $L = 0{,}2H$

a.2 $R = 250\,\Omega$

(b) $W =$ 2500 J

Los ejercicios 3 y 4 se entregarán desarrollados en folios aparte.

Segunda Parte

1P P. 5: $|\bar{B}(x)| = \dfrac{\mu_0 I a}{\pi(a^2+x^2)}$

0,5P P. 6: (a) $B_{\text{sol.}} =$ 0,866 G (b) $I =$ 26 mA

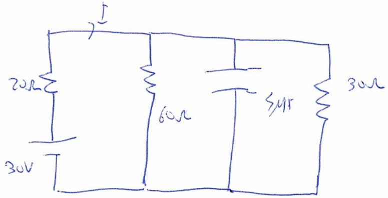
El ejercicio 7 se entregará desarrollado en folios aparte.

F2 JUN 2019

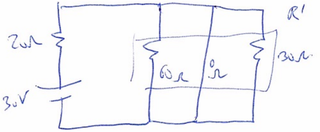
(1)

(a) I en $t=0$ (conexión)

(b) q del condensador en estado estacionario

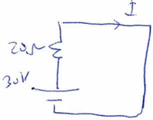


(a) En $t=0^+$ el condensador equivale a un corto



La resistencia equivalente a las tres en el recuadro es 0, pues toda la intensidad circula por el cable sin resistencia. Formalmente

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{60} + \frac{1}{0} + \frac{1}{30} = \infty \Rightarrow R' = 0$$

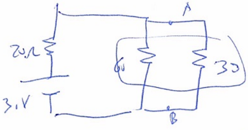


Por lo tanto, el circuito equivale al de la izda. Por la ley de mallas de Kirchhoff:

$$\sum \varepsilon_i = \sum I_i R_i \Rightarrow 30 = 20 I \Rightarrow$$

$$I = \frac{30\,V}{20\,\Omega} \Rightarrow \boxed{I = 1.5\,A}$$

(b) En estado estacionario el condensador no deja pasar la corriente, equivale a un abierto, es decir a que no esté.



La resistencia equivalente a 60Ω y 30Ω en paralelo R'' es: $\frac{1}{R''} = \frac{1}{60} + \frac{2}{60} = \frac{1+2}{60} = \frac{3}{60}$

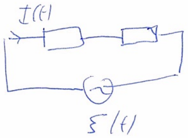
$\Rightarrow R' = 20\Omega$ y la total $R_T = (20+20)\Omega = 40\Omega$ pues están en serie 20Ω y R''.

Por lo tanto ahora $30 = I\,40 \Rightarrow \underline{I = 0.75\,A}$

La carga del condensador será $q = C(V_A - V_B) = C R'' I = 5\times10^{-6} \times 20 \times 0{,}75$

$\Rightarrow \boxed{q = 60\,\mu C}$

②



$\xi(t) = 250\cos(2165t)\ V$

$I(t) = 0.5\cos(2165t - \pi/3)\ A$ } t en seg.

$\omega = 2165$ rad/s

(a) ¿Elementos?

(b) W suministrada en 5 minutos

(a) Los fasores correspondientes son $\tilde{\xi} = 250\, e^{j0}\ V$; $\tilde{I} = 0.5\, e^{-j\pi/3}\ A$.

Por la ley de Ohm en c.a. $\tilde{Z} = \frac{\tilde{\xi}}{\tilde{I}} = \frac{250}{0.5\, e^{-j\pi/3}}\ \Omega \Rightarrow$

$\tilde{Z} = 500\, e^{j\pi/3}\ \Omega = 5\cos\frac{\pi}{3} + j\,500\cos\frac{\pi}{3} = 500\frac{1}{2} + j\,500\frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow$

$\left(\frac{\pi}{3} = 60^\circ\right)$

$\underline{\tilde{Z} = 250 + j\,250\sqrt{3}\ \Omega}$, la parte real corresponde a una resistencia $R = 250\ \Omega$, la parte imaginaria es positiva, luego corresponde a una autoinducción con $X_L = 250\sqrt{3} = \omega L \Rightarrow$

$L = \frac{250\sqrt{3}}{2165}\ H = 0.2 \Rightarrow \boxed{L = 200\, mH}$

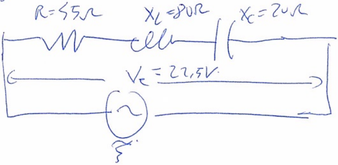
(b) La potencia suministrada es $P = \frac{1}{2}\xi_0 I_0 \cos(\varphi) = \frac{1}{2}\, 250 \times 0.5 \cos\frac{\pi}{3} \Rightarrow$

31,25 W.

$P = \frac{1}{2}\, 250 \times 0{,}5 \times \frac{1}{2} = 31{,}25\ W.$

La energía consumida es $W = Pt = 3{,}125 \times 60 \times 5 \Rightarrow \boxed{W = 7500\, J}$

(3) Gen alterna $\omega = 8\times10^{5}\,\mathrm{rad/s}$



(a) $V_{L,e}$.

(b) Si $\omega = \omega_R$ y $V_e = 22,5\,V$ obtener I'_e.

(a) $\tilde{Z}$ en serie es $\tilde{Z} = R + \tilde{Z}_L + \tilde{Z}_C = R + jX_L - jX_C \Rightarrow$

$\tilde{Z} = R + j(X_L - X_C) = 55 + j(80-20) \Rightarrow \tilde{Z} = 55 + j60\,\Omega$

y $\tilde{Z} = \sqrt{55^2 + 60^2} = 75\,\Omega$

Por la ley de ohm de alterna $\tilde{V} = \tilde{Z}\tilde{I} \Rightarrow$

$\tilde{I} = \dfrac{\tilde{V}}{\tilde{Z}} \Rightarrow I_e = \dfrac{V_e}{|\tilde{Z}|} = \dfrac{22,5}{75} \Rightarrow \underline{I_e = 0.3\,A}$

Igualmente aplicándole la ley de ohm a la bobina.

$\tilde{V}_L = \tilde{Z}_L \tilde{I} \Rightarrow V_{L,e} = |\tilde{Z}_L| I_e = X_L I_e = 80 \times 0,3 \Rightarrow$

$\boxed{V_{L,e} = 24\,V}$

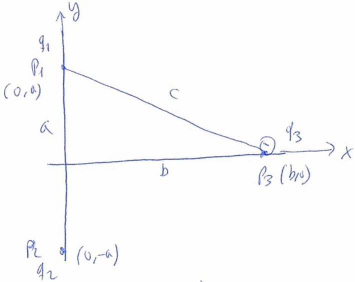
(b) En resonancia se cumple que las impedancias de L y C se anulan $X'_L = \omega L = X'_C = \dfrac{1}{\omega C} \Rightarrow \omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$.

y por lo tanto $\tilde{Z}' = R + j(X'_L - X'_C) = R = 55\,\Omega \Rightarrow$

$I'_e = \dfrac{V_e}{|\tilde{Z}'|} = \dfrac{22,5}{55} = 0,5 \Rightarrow \boxed{I'_e = 0,5\,A}$

(5) $m_1 = m_2 = m_3 = m = 5{,}8\times10^{-4}\,kg$; $q_1 = q_2 = +25\,\mu C$; $q_3 = -6{,}5\,\mu C$

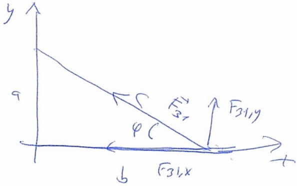
$a = 12\,cm = 0{,}12\,m$; $b = 16\,cm = 0{,}16\,m$



La hipotenusa $c = \sqrt{a^2+b^2} =$
$= \sqrt{0.12^2 + 0.16^2} = 0{,}20\,m \Rightarrow \underline{c = 20\,cm = 0{,}20\,m}$

(a) $\vec{F}_{31}$
(b) $\vec{F}_3$
(c) W sobre q_3 : $P_3 \to (0,0)$
V en (0,0).

(a) La fuerza $\vec{F}_{31}$ sobre q_3 es atractiva, según el dibujo, por lo que sus componentes serán



($F_{31} = |\vec{F}_{31}|$):

$\vec{F}_{31} = -F_{31}\cos(\varphi)\,\hat{\imath} + F_{31}\,\text{sen}(\varphi)\,\hat{\jmath}$ (1)

Por la ley de Coulomb F_{31} vale:

$F_{31} = k_e \dfrac{|q_1||q_3|}{c^2}$, y el seno y coseno del ángulo:

$\text{sen}\,\varphi = \dfrac{a}{c}$; $\cos\varphi = \dfrac{b}{c}$ .. Sustituyendo en (1)

$$\vec{F}_{31} = +k_e \frac{|q_1||q_3|}{c^2}\left(-\frac{b}{c}\hat{\imath} + \frac{a}{c}\hat{\jmath}\right) = k_e \frac{|q_1||q_3|}{c^3}(-b\hat{\imath} + a\hat{\jmath}).$$

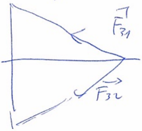
Sustituyendo:

$$\vec{F}_{31} = 9\times10^9 \frac{25\times10^{-6}\times 6{,}5\times10^{-6}}{0{,}2^3}(-0.16\hat{\imath} + 0.12\hat{\jmath}) =$$

$$= \frac{9\times25\times6{,}5}{0{,}2^3}10^{-3}(-0{,}16\hat{\imath} + 0.12\hat{\jmath}) = 180(-0.16\hat{\imath} + 0.12\hat{\jmath})\,N. \Rightarrow$$

$$\boxed{\vec{F}_{31} = -28{,}8\,\hat{\imath} + 21{,}6\,\hat{\jmath}\ N} \Rightarrow \boxed{F_{31} = 36\,N}$$

(b) La fuerza $\vec{F}_{32}$ es simétrica respecto a $\vec{F}_{31}$ y de igual módulo



$\vec{F}_{32} = -F_{31}\cos(\varphi)\,\hat{\imath} - F_{31}\,\text{sen}(\varphi)\,\hat{\jmath}$ (2) Al sumar (1) y (2) se anula la componente y

$\vec{F}_3 = \vec{F}_{31} + \vec{F}_{32} = -2F_{31}\cos(\varphi)\,\hat{\imath} = -2\times28{,}8\,\hat{\imath} \Rightarrow$

$$\boxed{\vec{F}_3 = -57.6\,\hat{\imath}\ N}$$

(5) continuación.

(c) El trabajo realizado por la fuerza ejercida por q_1 y q_2 sobre q_3 es: $W = q_3 (V(P_3) - V(P_0))$,

siendo $P_0 = (0,0)$ y V el potencial creado por q_1 y q_2

$$V(P) = V_1(P) + V_2(P) = k_e \frac{q_1}{|\vec{P_1P}|} + k_e \frac{q_2}{|\vec{P_2P}|}$$, luego:

$$V(P_3) = k_e \frac{q_1}{c} + k_e \frac{q_2}{c} = 2k_e \frac{q_1}{c}$$

$$V(P_0) = k \frac{q_1}{a} + k_e \frac{q_2}{a} = 2k_e \frac{q_1}{a}. \Rightarrow$$

$$V(P_3) - V(P_0) = 2k_e q_1 \left(\frac{1}{c} - \frac{1}{a} \right)$$ y

$$W = 2k_e q_1 q_3 \left(\frac{1}{c} - \frac{1}{a} \right) = 2 \times 9 \times 10^9 \times 25 \times 10^{-6} \times (-6{,}4 \times 10^{-9}) \left(\frac{1}{c} - \frac{1}{a} \right) \Rightarrow$$

$$W = 2 \times 9 \times 25 \times 6{,}4 \times 10^{-3} \left(\underset{0{,}12}{\frac{1}{a}} - \underset{0{,}2}{\frac{1}{c}} \right)$$

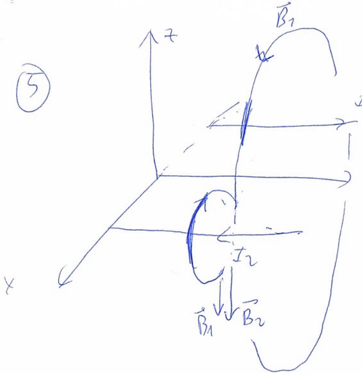
(el signo menos ha invertido el orden de $\frac{1}{c} - \frac{1}{a}$)

$$\Rightarrow \boxed{W = 9.6 \text{ J}}$$

Como inicialmente estaba q_3 en reposo, ese trabajo se convierte en energía cinética. Por el teorema del trabajo: $W = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m v_{P_0}^2 - \frac{1}{2} m v_{P_3}^2 \Rightarrow$
0

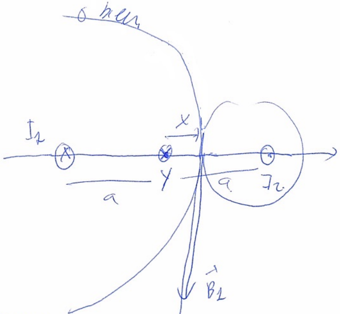
$$\frac{1}{2} m v_{P_0}^2 = W \Rightarrow v_{P_0} = \sqrt{\frac{2W}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 9{,}6}{4{,}8 \times 10^{-4}}} \Rightarrow \boxed{v_{P_0} = 200 \text{ m/s}}$$

5



Hacemos un esquema

o mejor



Al estar el plano xy los dos campos son ~~...~~ perpendiculares al plano xy y con el mismo sentido por lo que sus módulos se suman.

$B = B_1 + B_2$. o mejor $B(x) = B_1(x) + B_2(x)$

$B_1(x) = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi|a+x|}$; $B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi|a-x|}$, como $a-x>0$ y $a+x>0$ para $-a<x<a$. podemos omitir los módulos.

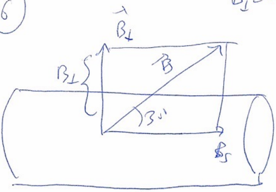
$I_1 = I_2 = I$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi(a+x)} + \frac{\mu_0 I_2}{2\pi(a-x)} = \frac{\mu_0 I}{2\pi}\left(\frac{1}{a+x} + \frac{1}{a-x}\right) = \frac{\mu_0 I}{2\pi}\left(\frac{a+\cancel{x}+a-\cancel{x}}{a^2-x^2}\right) \Rightarrow$$

$$\boxed{|\vec{B}(x)| = \frac{\mu_0 I a}{\pi(a^2-x^2)}}$$

(6) $n = 2650\ \text{V/m}$

$B_\perp = 0.5\,G = 0.5\times10^{-4}\,T.$



En el triángulo rectángulo vemos que $tg\,30° = \dfrac{B_\perp}{B_S} \Rightarrow$

$$B_S = \frac{B_\perp}{tg\,30°}$$

$$tg\,30° = \frac{\operatorname{sen} 30°}{\cos 30°} = \frac{1/2}{\sqrt{3}/2} = \frac{\sqrt{3}}{3}. \Rightarrow$$

$$B_S = \frac{0.5\,G}{\frac{\sqrt{3}}{3}} = 0.5\sqrt{3}\,G \Rightarrow \boxed{B_S = 1.5\sqrt{3}\,G = 2{,}60\,G} \quad \boxed{B_S = 0.866\,G}$$

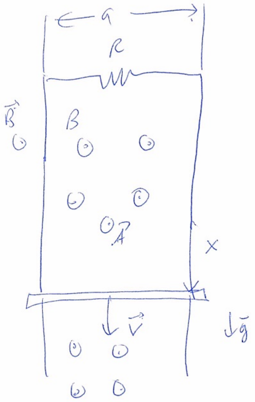
(b) I en el solenoide.

Sabemos que en un solenoide $B_S = \mu_0\, n\, I \Rightarrow$

$$I = \frac{B_S}{\mu_0 n} = \frac{0.866\times10^{-4}}{4\pi\times10^{-7}\times2650} = \frac{260}{4\pi\times2650}\times10^{3} \Rightarrow$$

$$\boxed{I = 26\,mA}$$

(7)



v cte, $v = 8\,m/s$ $a = 0{,}7\,m$, $R = 15\,\Omega$

$B = 0.5\,T \odot$ (a) $\Delta\phi$ en $\Delta t = 0.2\,s$

Como la superficie de la espira es plana y B uniforme:

$$\phi_B = \int \vec{B}\cdot d\vec{A} = \vec{B}\cdot\vec{A}$$

Elegimos $\vec{A}$ hacia el lector $\odot$ $\uparrow\uparrow \vec{B} \Rightarrow$

$$\phi_B = BA\cos(0) = BA = Bax$$

Como v es constante $x = x_0 + vt$

$$\Rightarrow \phi_B = Ba(x_0 + vt) = Bax_0 + Bavt$$

y $\Delta\phi_B = Bav\Delta t$, sustituyendo

$$\Delta\phi_B = 0.5 \times 0.7 \times 8 \times 0.2 \Rightarrow \boxed{\Delta\phi_B = 0.56\,Wb}$$

(b) ¿I_i? y su sentido

$I_i = \frac{\xi_i}{R}$, $\xi_i = -\frac{d\phi_B}{dt}$ por la ley de Faraday $\Rightarrow$

$\xi_i = -\frac{d}{dt}(Ba(x_0 + vt)) = -Bav$ y $I_i = -\frac{Bav}{R}$ $\left[|\xi| \; 0.5\times0.7\times8 = 2{,}8\,V\right]$

$$|I_i| = \frac{Bav}{R} = \frac{0.5\times0.7\times8}{15} \Rightarrow \boxed{|I_i| = 0.2\,A}$$

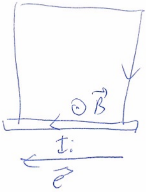
Al elegir $\vec{A}$ hacia el lector, elegimos sentido positivo sobre la espira $\odot$ el antihorario. Como I_i sale negativa $\Rightarrow$

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

Esto es coherente con la Ley de Lenz, pues el flujo hacia el lector aumenta ya que $\vec{B}$ es hacia el lector y el área A aumenta. Entonces $\vec{B}_i$ tenderá a disminuir dicho aumento, por lo que será hacia el papel $\vec{B}_i \otimes$ y la intensidad que lo produce por la regla de Maxwell es horaria $\otimes \vec{B}_i$ I_i.

(7) Continuación

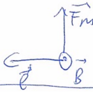
(c) $\vec{F}_m = I_i \vec{\ell} \times \vec{B}$ sobre la barra, $\vec{\ell}$ en el sentido de I_i:



$F_m = |I_i| \ell B = |I_i| a B = 0.2 \times 0.7 \times 0.5$

$\Rightarrow \boxed{F_m = 0.07\ N}$

El sentido es el del producto vectorial, $\vec{\ell} \times \vec{B}$

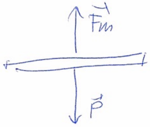


es decir, verticalmente hacia arriba

$\Rightarrow$ $\boxed{\vec{F}_m:\ F_m = 0.07\,N, \text{ sentido y dirección: vertical hacia arriba}}$

Esto es coherente con otra forma de la ley de Lenz, la fuerza magnética debida la intensidad inducida se opone a la causa que la produce: el movimiento hacia abajo de la barra.

(d) Como $\vec{v}$ es cte y $\vec{F}_R = 0$, esto es $\vec{F}_m + \vec{P} = 0$



Siendo $\vec{P}$ el peso $P = mg$. Como

$|\vec{P}| = |\vec{F}_m| \Rightarrow mg = 0.07\,N \Rightarrow$

$m = \frac{0.07\,N}{9.8\,m/s^2} \Rightarrow \boxed{m = 7.1 \times 10^{-3}\,kg = 7.14\,g}$