## *Problema 1*

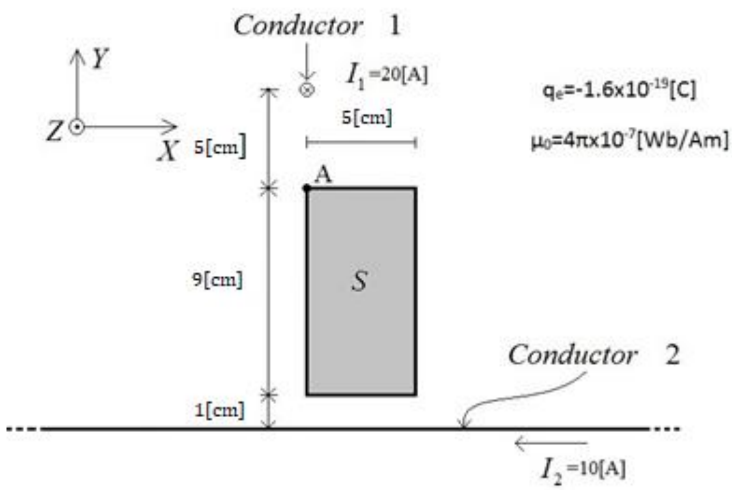
Se tienen dos conductores rectos muy largos y perpendiculares entre sí, que transportan corrientes eléctricas, tales como se muestran en la figura, con base en ello determine:

**a)** El vector inducción magnética $\bar{B}$ en el punto A, si $I_1$=20[A] (entrando al plano de la hoja) e $I_2$=10[A].

**b)** La fuerza de origen magnético que se ejerce sobre un electrón al momento de pasar por el punto A, si $\bar{v}_e = 75x10^6\hat{\imath} - 50x10^6\hat{\jmath}\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$.

**c)** El valor del flujo magnético total que atraviesa el área sombreada S, debido a los dos conductores.

**d)** La fuerza de origen magnético sobre 8[m] de un tercer conductor paralelo al conductor 2, que se encuentra a 4[cm] por debajo de éste, a 5[cm] del lado angosto del área S y con una corriente $I_3$=5[A] de sentido contrario a $I_2$.




✓ **Resolución:**

**a)** Cálculo de campo magnético total en el punto A mediante principio de superposición:

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

Para $\bar{B}_1 = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi r_1}(-\hat{\imath})$

$$\bar{B}_1 = -\frac{(4\pi x 10^{-7})(20)}{2\pi(0.05)}(\hat{\imath}) = -80\hat{\imath}[\mu\text{T}]$$

Para $\bar{B}_2 = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi r_2}(-\hat{k})$

$$\bar{B}_2 = -\frac{(4\pi x10^{-7})(10)}{2\pi(0.10)}(k) = -20\hat{\imath}[\mu T]$$

$$\bar{\boldsymbol{B}}_{\boldsymbol{A}} = \left(-\mathbf{80}\hat{\boldsymbol{\imath}} - \mathbf{20}\hat{\boldsymbol{k}}\right)[\mathbf{\mu T}]$$

**b)** Cálculo de fuerza magnética acorde a Ley de Lorentz:

$$\bar{V}_e = 75x10^6\hat{\imath} - 50x10^6\hat{\jmath}\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$$

$$\bar{V}_e \times \bar{B}_A = \begin{vmatrix} \hat{\imath} & \hat{\jmath} & \hat{k} \\ 75 & -50 & 0 \\ -80 & 0 & -20 \end{vmatrix}$$
$$= 1000\hat{\imath} + 1500\hat{\jmath} - 4000\hat{k}$$

$$\bar{F}_m = q_e[\bar{V}_e \times \bar{B}_A]$$

$$\bar{\boldsymbol{F}}_{\boldsymbol{m}} = \left(-\mathbf{1.6}\boldsymbol{x}\mathbf{10}^{-\mathbf{16}}\hat{\boldsymbol{\imath}} - \mathbf{2.4}\boldsymbol{x}\mathbf{10}^{-\mathbf{16}}\hat{\boldsymbol{\jmath}} + \mathbf{6.4}\boldsymbol{x}\mathbf{10}^{\mathbf{16}}\hat{\boldsymbol{k}}\right)[\mathbf{N}]$$

**c)** Cálculo de flujo magnético total en la superficie mediante principio de superposición:

$$\Phi_s = \Phi_{s1} + \Phi_{s2}$$

Cálculo de flujo magnético en la superficie debido a cada conductor recto y largo:

$$\Phi_{s1} = 0\ [\mathrm{Wb}]$$

$$\Phi_{s2} = \frac{\mu_0 I_2 L_2}{2\pi} ln\left(\frac{b_2}{a_2}\right)$$
$$= \frac{\left(4\pi \times 10^{-7}\left[\frac{\mathrm{T\cdot m}}{\mathrm{A}}\right]\right)(10[A])(0.05[\mathrm{m}])}{2\pi} ln\left(\frac{0.1[\mathrm{m}]}{0.01[\mathrm{m}]}\right)$$

$$\Phi_{s2} = 2.302 \times 10^{-7}[\mathrm{Wb}]$$

Flujo magnético total en la superficie:

$$\boldsymbol{\Phi}_{\boldsymbol{s}} = \mathbf{230.2}\ [\mathbf{nWb}]$$

**d)** Cálculo de fuerza magnética sobre el tercer conductor mediante principio de superposición:

$$\vec{F}_3 = \vec{F}_{31} + \vec{F}_{32}$$

Cálculo de fuerza entre cada par de conductores:

$$\vec{F}_{31} = \vec{0}[\mathrm{N}]$$

$$\vec{F}_{32} = \frac{\mu_0 I_3 I_2 L_3}{2\pi d}\hat{r}$$
$$= \frac{\left(4\pi \times 10^{-7}\left[\frac{\mathrm{T\cdot m}}{\mathrm{A}}\right]\right)(5[\mathrm{A}])(10[\mathrm{A}])(8[\mathrm{m}])}{2\pi(0.04[\mathrm{m}])}(-\hat{\jmath})$$
$$= -2 \times 10^{-3}\,\hat{\jmath}[\mathrm{N}]$$

Fuerza magnética en el tercer conductor:

$$\vec{\boldsymbol{F}}_{\mathbf{3}} = -\mathbf{2} \times \mathbf{10}^{-\mathbf{3}}\,\hat{\boldsymbol{\jmath}}\ [\mathbf{N}]$$

## *Problema 2*

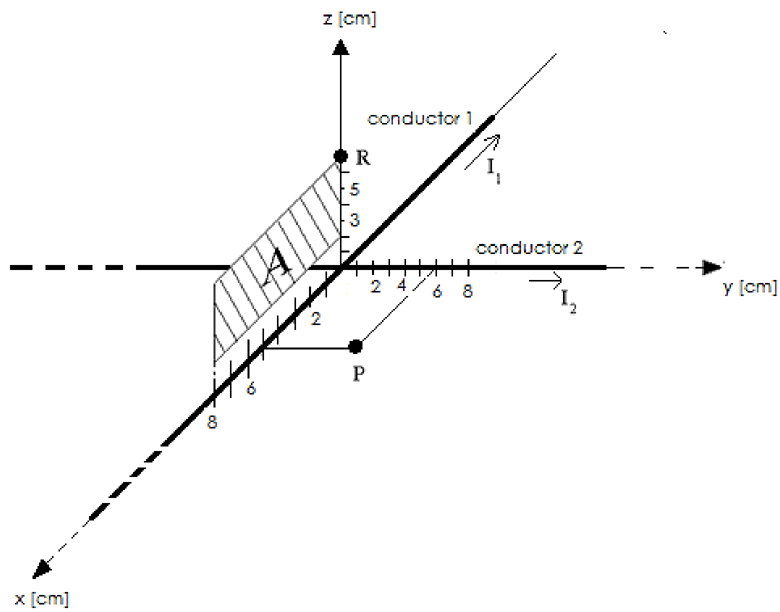
En la figura se muestran dos conductores rectos, muy largos. El conductor 1 coincide con el eje "x" y por él circula una corriente eléctrica $I_1$=10 [A]; el conductor 2 coincide con el eje "y" por él circula una corriente eléctrica $I_2$= 15 [A]. El área A indicada en la figura está contenida en el plano 'xz'; el punto P tiene coordenadas (5,6,0) [cm], el punto R se ubica en (0,0,7) [cm] y sabiendo que $q_p$= +1.6 X $10^{-19}$ [C], determine:

**a)** El flujo magnético total a través del área A.

**b)** El vector campo magnético total en el punto R.

**c)** El vector fuerza de origen magnético sobre un protón que pasa por el punto P con una velocidad $\bar{V}_e=10^6\,\hat{j}$ [m/s].

**d)** La fuerza magnética que experimentaría un metro de un conductor 3 paralelo al conductor 1 y que pase por P, con corriente de 20 [A], en sentido de x positiva, sólo debido al conductor 1.




✓ **Resolución:**

**a)** Cálculo de flujo magnético total en la superficie mediante principio de superposición:

$$\Phi_A = \Phi_{A1} + \Phi_{A2}$$

Cálculo de flujo magnético en la superficie debido a cada conductor recto y largo:

$$\Phi_{A1} = \frac{\mu_0 I_1 L_1}{2\pi} ln\left(\frac{b_1}{a_1}\right)$$

$$= \frac{\left(4\pi \times 10^{-7}\left[\frac{\mathrm{T\cdot m}}{\mathrm{A}}\right]\right)(10[\mathrm{A}])(0.08[\mathrm{m}])}{2\pi} ln\left(\frac{0.07[\mathrm{m}]}{0.02[\mathrm{m}]}\right)$$

$$\Phi_{A1} = 2.004 \times 10^{-7}[\mathrm{Wb}]$$

$$\Phi_{A2} = 0[Wb]$$

Flujo magnético total en la superficie:

$$\boldsymbol{\Phi_A = 2.004 \times 10^{-7}[\mathrm{Wb}]}$$

**b)** Cálculo de campo magnético total en el punto R mediante principio de superposición:

$$\vec{B}_R = \vec{B}_{R1} + \vec{B}_{R2}$$

Cálculo de campo magnético para cada conductor recto y largo:

$$\vec{B}_{R1} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1}\hat{r} = \frac{\left(4\pi \times 10^{-7}\left[\frac{\mathrm{T\cdot m}}{\mathrm{A}}\right]\right)(10\ [\mathrm{A}])}{2\pi\big(0.07(m)\big)}(\hat{\jmath}) = 2.857 \times 10^{-5}[\mathrm{T}]\hat{\jmath}$$

$$\vec{B}_{R2} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2}\hat{r} = \frac{\left(4\pi \times 10^{-7}\left[\frac{\mathrm{T\cdot m}}{\mathrm{A}}\right]\right)(15\ [\mathrm{A}])}{2\pi\big(0.07(\mathrm{m})\big)}(\hat{\imath}) = 4.285 \times 10^{-5}[\mathrm{T}]\hat{\imath}$$

Campo magnético total en el punto A:

$$\boldsymbol{\vec{B}_R = 4.285 \times 10^{-5}[T]\hat{\imath} + 2.857 \times 10^{-5}[T]\hat{\jmath}}$$

**c)**

$$\bar{F}_m = q(\bar{v} \times \bar{B}_P); \qquad \bar{v}_P = 10^6\hat{\jmath}\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$$

$$\bar{B}_P = \bar{B}_{p1} + \bar{B}_{p2} = -\frac{\mu_0 I_1}{2\pi a_1}\hat{k} - \frac{\mu_0 I_2}{2\pi a_2}\hat{k} = -\frac{(4\pi x10^{-7})(10)}{2\pi(0.06)}\hat{k} - \frac{(4\pi x10^{-7})(15)}{2\pi(0.05)}\hat{k}$$

$$\bar{B}_P = -3.333x10^{-5}\hat{k} - 6x10^{-4}\hat{k} = -9.333x10^{-5}\hat{k}[\mathrm{T}]$$

$$\bar{F}_m = (1.6x10^{-19})\begin{vmatrix} \hat{\imath} & \hat{\jmath} & \hat{k} \\ 0 & 10^6 & 0 \\ 0 & 0 & -9.333x10^{-5} \end{vmatrix}$$

$$\boldsymbol{\bar{F}_m} = (1.6x10^{-19})(10^6)(-9.333x10^{-4}) = \boldsymbol{-1.493x10^{-16}\hat{\imath}}[\mathrm{N}]$$

**d)** Cálculo de fuerza magnética sobre el tercer conductor debido únicamente al primer conductor:

$$\vec{F}_{31} = \frac{\mu_0 I_3 I_1 L_3}{2\pi d}\hat{r} = \frac{\left(4\pi \times 10^{-7}\left[\frac{\mathrm{T\cdot m}}{\mathrm{A}}\right]\right)(20[\mathrm{A}])(10[\mathrm{A}])(1[\mathrm{m}])}{2\pi(0.06[\mathrm{m}])}(\hat{\jmath})$$

Fuerza magnética en el tercer conductor:

$$\boldsymbol{\vec{F}_{31} = 6.666 \times 10^{-4}[N]\hat{\jmath}}$$

## *Problema 3*

La figura muestra un conductor recto y largo contenido en el plano (X-Y) y una bobina cuadrada de $N_b$=40[vueltas], cuyo centro coincide con el origen. Determine:

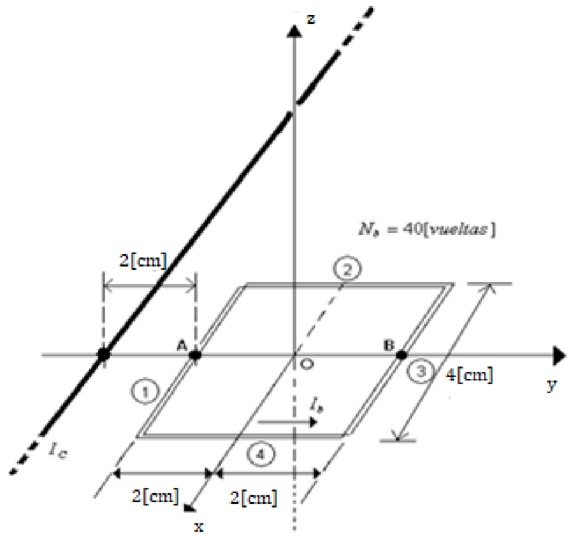
**a)** La magnitud y sentido de la corriente en el conductor para que el campo en el origen sea $\bar{B} = -0.2\hat{k}$[mT] cuando $I_b$=0.

**b)** El campo magnético en el origen si $I_b$=500[mA] e $I_c$=40[A] con sentido hacia la parte positiva del eje X.

**c)** Suponiendo que el campo magnético en el origen fuese $\bar{B}_0 = 600\hat{k}$[μT], determine el vector fuerza magnética que actuaría sobre un electrón que pase por el origen con una velocidad $\bar{v}_e = (8\hat{\imath} + 8\hat{\jmath})x10^6 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$.

**d)** El flujo magnético a través de la bobina cuadrada, (de acuerdo con el inciso b), si $I_c$=40[A] e $I_b$=0.

**e)** El vector fuerza magnética sobre el lado 1 de la bobina, debida al conductor recto cuando $I_c$=40[A] (de acuerdo con el inciso b) e $I_b$=500[mA].




$$e = -1.602x10^{19}[\text{C}]$$

$$\mu_0 \approx \mu_{aire} = 4\pi x10^{-7}\left[\frac{\text{Wb}}{\text{A}\cdot\text{m}}\right]$$

✓ **Resolución:**

**a)** Acorde al campo magnético producido por el conductor recto y al considerar la regla de la mano derecha:

$$\vec{B}_{0c} = \frac{\mu_0 I_c}{2\pi r_c}\hat{r}$$

$$I_c = \frac{2\pi r_c B_{0c}}{\mu_0} = \frac{2\pi(0.04[\text{m}])(0.2\times10^{-3}[\text{T}])}{\left(4\pi\times10^{-7}\left[\frac{\text{T}\cdot\text{m}}{\text{A}}\right]\right)}$$

$$\mathbf{I_c = 40[A]}$$

**La corriente debe fluir en sentido de las x negativas, es decir: $-\hat{\imath}$**

**b)** Cálculo de campo magnético en el origen:

$$\overline{B}_0 = \overline{B}_{0b} + \overline{B}_{0c}$$

Para la bobina:

$$B_b = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 N_b I_b}{\pi \ell}; \qquad \hat{r}_b = \hat{k}$$

$$B_b = \frac{2\sqrt{2}(4\pi x10^{-7})(0.500)(40)}{\pi(0.04)} = 565.69\hat{k}[\mu T]$$

$$\overline{B}_{oc} = B_{oc}\hat{r}_c; \quad \hat{r}_c = \hat{k}$$

$$B_c = 200\hat{k}[\mu T]$$

$$\overline{B}_0 = \left(565.69\hat{k} + 200\hat{k}\right)[\mu T]$$

$$\boldsymbol{\overline{B}_0 = 765.84\hat{k}[\mu T]}$$

**c)** Cálculo de fuerza magnética acorde a Ley de Lorentz:

$$\overline{F}_m = q(\overline{v} \times \overline{B}) = -1.6x10^{-19}\begin{vmatrix} \hat{\imath} & \hat{\jmath} & \hat{k} \\ 8x10^6 & 8x10^6 & 0 \\ 0 & 0 & 600x10^6 \end{vmatrix}$$

$$\overline{F}_m = -1.6x10^{-19}[(8x10^6)(600x10^{-6})\hat{\imath} - (8x10^6)(600x10^{-6})\hat{\jmath} + 0]$$

$$\overline{F}_m = -1.6x10^{-19}(4800\hat{\imath} - 4800\hat{\jmath})$$

$$\boldsymbol{\overline{F}_m = (-7.68\hat{\imath} + 7.68\hat{\jmath})x10^{-16}[N]}$$

**d)**

Cálculo de flujo magnético en la superficie de la bobina:

$$\varphi_b = \frac{\mu_0 I_c L_c}{2\pi} ln\left(\frac{b_2}{a_2}\right) = \frac{\left(4\pi \times 10^{-7}\left[\frac{T \cdot m}{A}\right]\right)(40[A])(0.04[m])}{2\pi} ln\left(\frac{0.06[m]}{0.02[m]}\right)$$

$$\boldsymbol{\varphi_b = 3.516 \times 10^{-7}[Wb]}$$

**e)**

$$\overline{F} = i\overline{l} \times \overline{B} = (I_B l B_{AC}) = (0.500)(0.04)\left(\frac{4\pi x10^{-7}(40)}{2\pi(0.02)}\right)(-\hat{\jmath})$$

$$\boldsymbol{\overline{F} = -8x10^{-6}\hat{\jmath}[N]}$$

## *Problema 4*

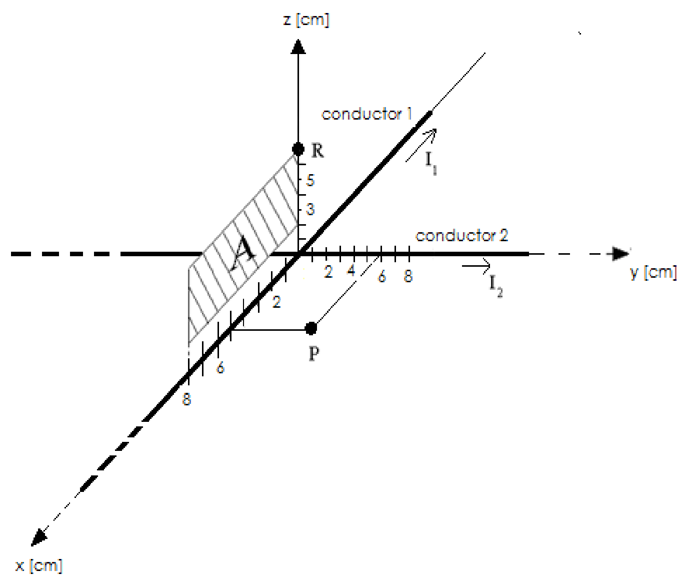
En la figura se muestran dos conductores rectos, muy largos. El conductor 1 coincide con el eje "x" y por él circula una corriente eléctrica $I_1$=20 [A]; el conductor 2 coincide con el eje "y" por él circula una corriente eléctrica $I_2$= 30 [A]. El área A indicada en la figura está contenida en el plano "xz"; el punto P tiene coordenadas (5,6,0) [cm], el punto R se ubica en (0,0,7) [cm] y sabiendo que $q_e$= -1.6 X $10^{-19}$ [C], determine:

**a)** El flujo magnético total a través del área A.

**b)** El vector campo magnético total en el punto R.

**c)** El vector fuerza de origen magnético sobre un electrón que pasa por el punto P con una velocidad $\overline{V}_e$=$10^6\,\hat{\jmath}$ [m/s].

**d)** La fuerza magnética que experimentaría un metro de un conductor 3 paralelo al conductor 1 y que pase por P, con corriente $I_3$=50 [A], en sentido de x positiva, sólo debido al conductor 1.




✓ **Resolución:**

**a)** Cálculo de flujo magnético total en la superficie mediante principio de superposición:

$$\Phi_A = \Phi_{A1} + \Phi_{A2}$$

Cálculo de flujo magnético en la superficie debido a cada conductor recto y largo:

$$\Phi_{A1} = \frac{\mu_0 I_1 L_1}{2\pi} ln\left(\frac{b_1}{a_1}\right)$$

$$= \frac{\left(4\pi \times 10^{-7}\left[\frac{\mathrm{T\cdot m}}{\mathrm{A}}\right]\right)(20[\mathrm{A}])(0.08[\mathrm{m}])}{2\pi} ln\left(\frac{0.07[\mathrm{m}]}{0.02[\mathrm{m}]}\right)$$

$$\Phi_{A1} = 4.009 \times 10^{-7}[\mathrm{Wb}]$$

$$\Phi_{A2} = 0[Wb]$$

Flujo magnético total en la superficie:

$$\boldsymbol{\Phi_A = 4.009 \times 10^{-7}[\mathrm{Wb}]}$$

**b)** Cálculo de campo magnético total en el punto R mediante principio de superposición:

$$\vec{B}_R = \vec{B}_{R1} + \vec{B}_{R2}$$

Cálculo de campo magnético para cada conductor recto y largo:

$$\vec{B}_{R1} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1}\hat{r}$$

$$= \frac{\left(4\pi \times 10^{-7}\left[\frac{\mathrm{T\cdot m}}{\mathrm{A}}\right]\right)(20\ [\mathrm{A}])}{2\pi\big(0.07(\mathrm{m})\big)}(\hat{\jmath})$$

$$= 5.714 \times 10^{-5}[\mathrm{T}]\hat{\jmath}$$

$$\vec{B}_{R2} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2}\hat{r}$$
$$= \frac{\left(4\pi \times 10^{-7}\left[\frac{\mathrm{T\cdot m}}{\mathrm{A}}\right]\right)(30\ [\mathrm{A}])}{2\pi\big(0.07(\mathrm{m})\big)}(\hat{\imath})$$
$$= 8.571 \times 10^{-5}[\mathrm{T}]\hat{\imath}$$

Campo magnético total en el punto A:

$$\boldsymbol{\vec{B}_R = 8.571 \times 10^{-5}[\mathrm{T}]\hat{\imath} + 5.714 \times 10^{-5}[\mathrm{T}]\hat{\jmath}}$$

**c)** Cálculo de campo magnético en el punto P:

$$\vec{B}_P = \vec{B}_{P1} + \vec{B}_{P2}$$

Cálculo de campo magnético para cada conductor recto y largo:

$$\vec{B}_{P1} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1}\hat{r}$$
$$= \frac{\left(4\pi \times 10^{-7}\left[\frac{\mathrm{T\cdot m}}{\mathrm{A}}\right]\right)(20\ [\mathrm{A}])}{2\pi\big(0.06(\mathrm{m})\big)}(-\hat{k})$$
$$= -6.666 \times 10^{-5}[\mathrm{T}]\hat{k}$$

$$\vec{B}_{P2} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2}\hat{r}$$
$$= \frac{\left(4\pi \times 10^{-7}\left[\frac{\mathrm{T\cdot m}}{\mathrm{A}}\right]\right)(30\ [\mathrm{A}])}{2\pi\big(0.05(\mathrm{m})\big)}(-\hat{k})$$
$$= -1.2 \times 10^{-4}[\mathrm{T}]\hat{k}$$

Campo magnético total en el punto P:

$$\vec{B}_P = -1.867 \times 10^{-4}[\mathrm{T}]\hat{k}$$

Cálculo de fuerza magnética acorde a Ley de Lorentz:

$$\vec{F}_m = q_e\vec{v}_e \times \vec{B}_P = q_p\begin{vmatrix} \hat{\imath} & \hat{\jmath} & \hat{k} \\ v_{ex} & v_{ey} & v_{ez} \\ B_{Px} & B_{Py} & B_{Pz}\end{vmatrix}$$

$$\vec{F}_m = (-1.6 \times 10^{-19}[C])\begin{vmatrix} \hat{\imath} & \hat{\jmath} & \hat{k} \\ 0 & 1\times 10^{6}\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right] & 0 \\ 0 & 0 & -1.867\times 10^{-4}[\mathrm{T}]\end{vmatrix}$$

$$\vec{F}_m = (-1.6 \times 10^{-19}[C])\left(\hat{\imath}\left(\left(1 \times 10^{6}\left[\frac{m}{s}\right]\right)(-1.867 \times 10^{-4}[T]) - 0\right) - \hat{\jmath}(0-0) + \hat{k}(0-0)\right)$$

$$\vec{F}_m = (-1.6 \times 10^{-19}[C])\left(-186.7\left[\frac{\mathrm{T\cdot m}}{\mathrm{s}}\right]\hat{\imath}\right)$$

$$\boldsymbol{\vec{F}_m = 2.987 \times 10^{-17}[\mathrm{N}]\hat{\imath}}$$

***d)*** Cálculo de fuerza magnética sobre el tercer conductor debido únicamente al primer conductor:

$$\vec{F}_{31} = \frac{\mu_0 I_3 I_1 L_3}{2\pi d}\hat{r}$$
$$= \frac{\left(4\pi \times 10^{-7}\left[\frac{\mathrm{T\cdot m}}{\mathrm{A}}\right]\right)(50[\mathrm{A}])(20[\mathrm{A}])(1[\mathrm{m}])}{2\pi(0.06[\mathrm{m}])}(\hat{\jmath})$$

Fuerza magnética en el tercer conductor:

$$\boldsymbol{\vec{F}_{31} = 3.333 \times 10^{-3}[\mathrm{N}]\hat{\jmath}}$$

## *Problema 5*

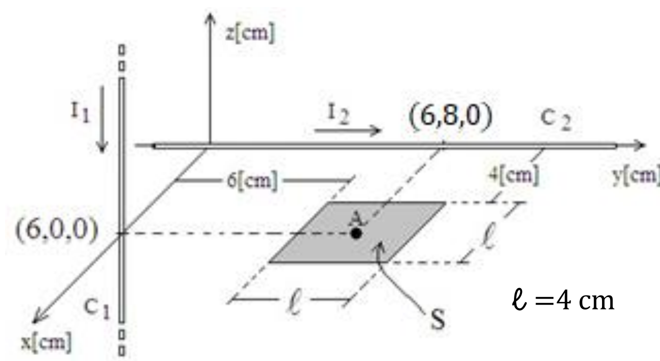
En la figura se muestran dos conductores rectos y muy largos. El conductor 1 es paralelo al eje "z", pasa por el punto (6,0,0) [cm] y a través de él circula una corriente $I_1$= 60[A]. El conductor 2 coincide con el eje "y" y por él circula una corriente $I_2$=40[A]. Determine:

**a)** El vector campo magnético total en el punto A.

**b)** La fuerza magnética que experimentaría una carga Q=2[nC] cuando pasa por el punto A con una velocidad $\vec{v} = 3x10^{-8}\,k\,[m/s]$

**c)** El flujo magnético total que atraviesa por la superficie S.

**d)** La fuerza sobre un metro del conductor 1 debida al conductor 2, suponiendo que el conductor 1 es paralelo al conductor 2, ambas corrientes van en el mismo sentido y se coloca de manera que pase por el punto A.




✓ **Resolución:**

**a)**

$$\bar{B}_{A1} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi(d_1)}\hat{\imath} = \frac{(4\pi x10^{-7})(60)}{2\pi(0.08)}\hat{\imath} = 150\,\hat{\imath}\,[\mu T]$$

$$\bar{B}_{A2} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi(d_2)}\,\hat{k} = \frac{(4\pi x10^{-7})(40)}{2\pi(0.06)}\,\hat{k} = 133.33\,\hat{k}\,[\mu T]$$

$$\bar{B}_A = \bar{B}_{A1} + \bar{B}_{A2}$$

$$\boldsymbol{\bar{B}_A = (150\hat{\imath} - 133.33\hat{k})[\mu T]}$$

**b)**

$$\bar{F}_m = q\bar{V} \times \bar{B}_A$$

$$\bar{F}_m = 2x10^{-9}[(3x10^{8}\hat{k})x(150\hat{\imath} - 133.33\hat{k})10^{-6}][N]$$

$$\boldsymbol{\bar{F}_m} = (2x10^{-7})450\hat{\jmath} = \boldsymbol{90\,\hat{\jmath}}\,[\boldsymbol{\mu N}]$$

**c)**

Sólo el conductor 1 crea flujo

$$\phi_s = \oint_s B \cdot d\ell = \iint B \cdot dA$$

$$\Phi_s = \iint \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r} d\ell dr = \int_{0.04}^{0.08} \frac{\mu_0 I_2}{2\pi}\ell\frac{dr}{r}$$

$$\Phi_s = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi}\ell \ln\left(\frac{8}{4}\right)$$

$$\varphi_s = \frac{4\pi x 10^{-7}(40)}{2\pi}(0.04)\ln(2)$$

$$\boldsymbol{\varphi_s = 221.807[\mathrm{nWb}]}$$

**d)**

$$\bar{F}_{12} = i_1 \bar{l}_1 \times \bar{B}_{12}$$

$$\bar{l}_1 = \ \hat{j}\ [\mathrm{m}]$$

$$\bar{B}_{12} = \bar{B}_{A2} \ = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi(a)}\left(-\hat{k}\right)$$

$$= \frac{4\pi x 10^{-7}(40)}{2\pi(0.06)}\left(-\hat{k}\right)$$

$$\bar{B}_{12} = -133.333\ \hat{k}\ \ (\mu\mathrm{T})$$

$$\bar{\mathrm{F}}_{12} = (60\mathrm{A})\left[(\hat{\mathrm{j}})[\mathrm{m}]\mathrm{x}(-133.333\hat{\mathrm{k}})10^{-6}\right]\ [\mathrm{T}$$

$$\boldsymbol{\bar{F}_{12} = -8X10^{-3}\ \ \hat{\imath}}\ [\mathbf{N}]$$

## *Problema 6*

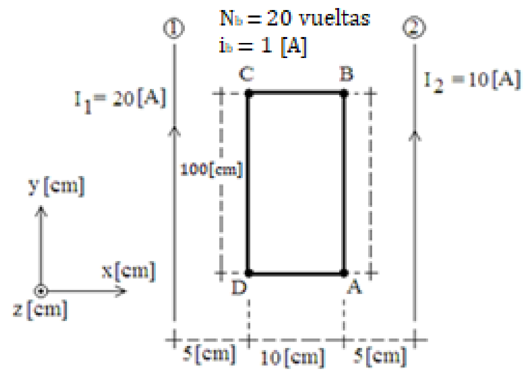
La figura muestra dos conductores muy largos que transportan corriente eléctrica como se indica y una bobina rectangular; con base en la información proporcionada en la misma figura y considerando que la corriente en la bobina $i_b$ circula en sentido horario, determine:

**a)** El flujo magnético a través de la bobina debido sólo al conductor 1.

**b)** El flujo magnético a través de la bobina debido sólo al conductor 2.

**c)** La fuerza magnética sobre el lado CD de la bobina, debido a los conductores 1 y 2.

**d)** La fuerza magnética sobre el lado BC de la bobina, debido a los conductores 1 y 2.




✓ **Resolución:**

a)

$$\Phi_1 = \iint \bar{B} \cdot \overline{ds}$$

$$\Phi_1 = \frac{\mu_0 i_1 \overline{CD}}{2\pi} ln \frac{x_2}{x_1} = \frac{4\pi x 10^{-7}(20)(1)}{2\pi} \ln \frac{15}{5}$$

$$\boldsymbol{\Phi_1 = 4.394x10^{-6}[\mathrm{Wb}]}$$

b)

$$\Phi_2 = \frac{\mu_0 i_2 \overline{CD}}{2\pi} ln \frac{x_2}{x_1} = \frac{4\pi x 10^{-7}(10)(1)}{2\pi} \ln \frac{15}{5}$$

$$\boldsymbol{\Phi_2 = 2.197x10^{-6}[\mathrm{Wb}]}$$

c)

$$\bar{F}_{CD} = (\bar{F}_{CD})_1 + (\bar{F}_{CD})_2$$

$$(\bar{F}_{CD})_1 = N_b i_b \,\bar{l}_{CD} \; x \; \bar{B}_C$$

$$\bar{B}_C = \bar{B}_{C1} + \bar{B}_{C2}$$

$$B_{C1} = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi a_1} = \frac{4\pi x 10^{-7}(20)}{2\pi(0.05)} = -80x10^{-6}\,\hat{k}\ [\mathrm{T}]$$

$$B_{C2} = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi a_2} = \frac{4\pi x 10^{-7}(10)}{2\pi(0.15)} = 13.33x10^{-6}\,\hat{k}\ [\mathrm{T}]$$

$$\bar{B}_C = (-80x10^{-6} + 13.33x10^{-6})\hat{k}\ [\mathrm{T}]$$

$$\bar{B}_C = -66.667x10^{-6}\hat{k}\ [\mathrm{T}]$$

$$\bar{F}_{CD} = (20)(1)[\hat{\jmath}\ x\ (-66.667x10^{-6}\hat{k}\ ]\ [\mathrm{T}]$$

$$\boldsymbol{\bar{F}_{CD} = -1.33x10^{-3}\ \hat{\imath}[\mathrm{N}]}$$

d)

$$\bar{F}_{CB} = N_b i_b \,\bar{l}_{CD} \; x \; \bar{B}_{bC}]\,;\ \bar{l}_{CB} = 0.1\hat{\imath}\ \ [\mathrm{m}]$$

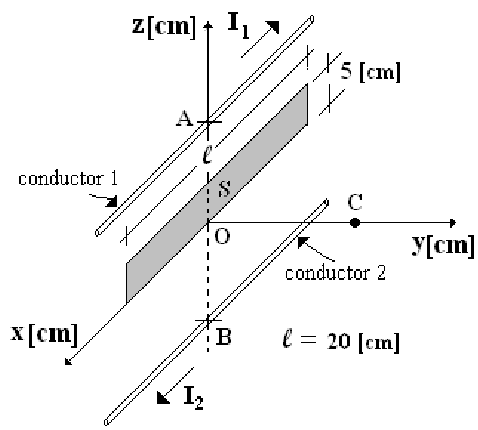
$$\bar{B}_{bC} = B_{bC}(\pm\hat{k})$$

$$\boldsymbol{\bar{F}_{CB} \neq \bar{0}}$$

## *Problema 7*

Dos conductores muy largos, rectos y paralelos transportan corrientes eléctricas, el conductor 1 pasa por el punto A (0,0,10) [cm] y su corriente vale $I_1$=40 [A]; el conductor 2 pasa por el punto B (0,0,-10) [cm] y su corriente vale $I_2$=80 [A], en los sentidos mostrados en la figura. Calcule:

**a)** El vector campo magnético en el punto O (0,0,0) [cm], origen del sistema de referencia.
**b)** El vector campo magnético en el punto C (0,10,0) [cm].
**c)** El vector fuerza de origen magnético que experimenta un electrón que pasa por el punto C con una velocidad $\bar{v} = 3\hat{k}\left[\frac{km}{s}\right]$.
**d)** El flujo total a través de la superficie S de largo l=20 [cm] y ancho 5 [cm].
**e)** El vector fuerza de origen magnético que actúa sobre 2 [m] del conductor 1.




✓ **Resolución:**

a)

$$\bar{B}_0 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d_1}(-\hat{\jmath}) + \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d_2}(-\hat{\jmath})$$

$$\bar{B}_0 = -\frac{4\pi x10^{-7}(40)}{2\pi(10x10^{-2})}\hat{\jmath} - \frac{4\pi x10^{-7}(80)}{2\pi(10x10^{-2})}\hat{\jmath}$$

$$\bar{B}_0 = -8x10^{-5}\hat{\jmath} - 1.6x10^{-4}\hat{\jmath} = -2.4x10^{-4}\hat{\jmath}$$

$$\boldsymbol{\bar{B}_0 = -240\hat{\jmath}}[\mu\mathrm{T}]$$

b)

$$\bar{B}_c = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi a_1}\left(\frac{-10\hat{\jmath} - 10\hat{k}}{\sqrt{10^2 + 10^2}}\right) + \frac{\mu_0 I_2}{2\pi a_2}\left(\frac{-10\hat{\jmath} + 10\hat{k}}{\sqrt{10^2 + 10^2}}\right)$$

$$\bar{B}_c = \frac{4\pi x10^{-7}(40)}{2\pi(14.14x10^{-2})}(-0.707\hat{\jmath} - 0.707\hat{k}) + \frac{4\pi x10^{-7}(80)}{2\pi(14.14x10^{-2})}(-0.707\hat{\jmath} + 0.707\hat{k})$$

$$\bar{B}_c = 5.66x10^{-5}(-0.707\hat{\jmath} - 0.707\hat{k}) + 11.32x10^{-5}\hat{\jmath}(-0.707\hat{\jmath} + 0.707\hat{k})$$

$$\bar{B}_c = -4x10^{-5}\hat{\jmath} - 4x10^{-5}\hat{k} - 8x10^{-5}\hat{\jmath} + 8x10^{-5}\hat{k}$$

$$\bar{\boldsymbol{B}}_{\boldsymbol{c}} = \left(-\mathbf{12}\boldsymbol{x}\mathbf{10}^{-5}\hat{\boldsymbol{\jmath}} + \mathbf{4}\boldsymbol{x}\mathbf{10}^{-5}\hat{\boldsymbol{k}}\right)[\mathbf{T}]$$

**c)**

$$\bar{F}_{mag\ c} = q\left(\vec{v} \times \vec{B}\right)$$
$$= -1.6x10^{-19}\left[\left(3x10^{3}\hat{k}\right) \times \left(-12x10^{-5}\hat{\jmath} + 4x10^{-5}\hat{k}\right)\right]$$

$$\bar{\boldsymbol{F}}_{\boldsymbol{mag\ c}} = -\mathbf{5.76}\boldsymbol{x}\mathbf{10}^{-\mathbf{20}}\hat{\boldsymbol{\imath}}[\mathbf{N}]$$

**d)**

$$\varphi_T = \varphi_1 + \varphi_2$$

$$\varphi_1 = \int_{x_1}^{x_2} B(x)ds = \int_{x_1}^{x_2} \frac{\mu_0 I_1 \lambda}{2\pi x}$$
$$= \frac{\mu_0 I_1 \lambda}{2\pi}\ln\left(\frac{x_{21}}{x_{11}}\right)$$
$$= \frac{4\pi x10^{-7}(40)(20x10^{-2})}{2\pi}\ln\left(\frac{10}{5}\right)$$
$$= 1.11x10^{-6}[\mathrm{Wb}]$$

En dirección de “y” negativa.

$$\varphi_2 = \int_{x_1}^{x_2} B(x)ds = \int_{x_1}^{x_2} \frac{\mu_0 I_2 \lambda}{2\pi x}$$
$$= \frac{\mu_0 I_2 \lambda}{2\pi}\ln\left(\frac{x_{22}}{x_{12}}\right)$$
$$= \frac{4\pi x10^{-7}(80)(20x10^{-2})}{2\pi}\ln\left(\frac{15}{10}\right)$$
$$= 1.30x10^{-6}[\mathrm{Wb}]$$

En dirección de “y” negativa.

$$\boldsymbol{\varphi_T} = \boldsymbol{\varphi_1} + \boldsymbol{\varphi_2} = (\mathbf{1.11} + \mathbf{1.30})\boldsymbol{x}\mathbf{10}^{-\mathbf{6}}$$
$$= \mathbf{2.41}\boldsymbol{x}\mathbf{10}^{-\mathbf{6}}[\mathbf{Wb}]$$

En dirección de “y” negativa.

**e)**

$$\bar{F}_{12} = I_1\bar{\lambda}_1 \times \bar{B}_2 = I_1\bar{\lambda}_1 \times \frac{\mu_0 I_2}{2\pi(20x10^{-2})}\hat{k}$$
$$= 40(2)(-\hat{\imath}) \times \frac{4\pi x10^{-7}(80)}{2\pi(20x10^{-2})}(-\hat{\jmath})$$

$$\bar{\boldsymbol{F}}_{\mathbf{12}} = \mathbf{6.4}\boldsymbol{x}\mathbf{10}^{-\mathbf{3}}\hat{\boldsymbol{k}}[\mathbf{N}]$$