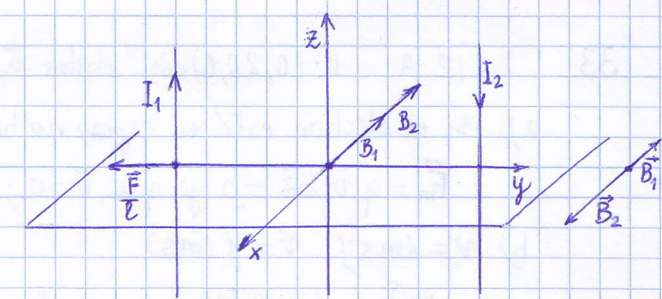
4. $(0,-5,0)$ cm $I_1 = 30$ A $\quad r_1 = 0{,}05$ m

$(0,5,0)$ cm I_2

En $(0,0,0)$ $B = 2{,}8\cdot 10^{-4}$ T



a) como $\vec{B}_1$ y $\vec{B}_2$ tienen la misma dirección y sentido: $B = B_1 + B_2$

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} = \frac{4\pi\cdot 10^{-7}\, 30}{2\pi\cdot 0{,}05} = 1{,}2\cdot 10^{-4}\ \text{T}\ ;\ B_2 = B - B_1 = 2{,}8\cdot 10^{-4} - 1{,}2\cdot 10^{-4} = 1{,}6\cdot 10^{-4}\ \text{T}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2}\ ;\ I_2 = \frac{2\pi r_2 B_2}{\mu_0} = \frac{2\pi\, 0{,}05\cdot 1{,}6\cdot 10^{-4}}{4\pi\cdot 10^{-7}} = \underline{40\ \text{A}}$$

En el punto $(0,10,0)$ cm $B = B_2 - B_1$ porque tienen sentidos contrarios

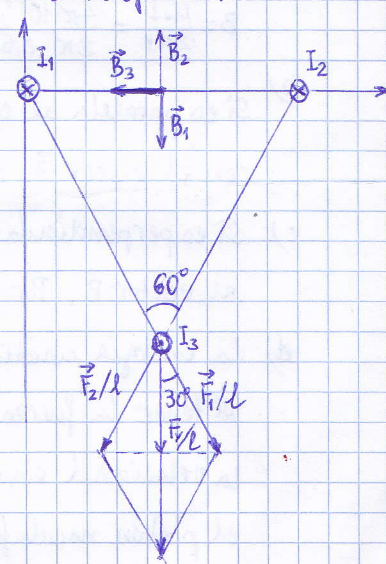
$B_2 = 1{,}6\cdot 10^{-4}$ T ya que $I_2 = 40$ A y $r_2 = 0{,}05$ m como en $(0,0,0)$

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} = \frac{4\pi\cdot 10^{-7}\, 30}{2\pi\cdot 0{,}15} = 4\cdot 10^{-5}\ \text{T}\ ;\ B = B_2 - B_1 = 1{,}6\cdot 10^{-4} - 4\cdot 10^{-5} = 10^{-4}\ \text{T}\ ;\ \underline{\vec{B} = 1{,}2\cdot 10^{-4}\,\vec{i}}\ (\text{T})$$

b) $$\left.\begin{array}{l}\vec{F} = I(\vec{\ell}\times\vec{B})\\ \vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}\,\vec{u}_\ell\times\vec{u}_r\end{array}\right\}\ \frac{F}{\ell} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} = \frac{4\pi\cdot 10^{-7}\, 30\cdot 40}{2\pi\cdot 0{,}1} = 2{,}4\cdot 10^{-3}\ \text{N/m}\ ;\ \frac{\vec{F}}{\ell} = -2{,}4\cdot 10^{-3}\,\vec{j}\ (\text{N/m})$$

Es una fuerza repulsiva puesto que las corrientes son opuestas.

8. $I_1 = I_2 = I_3 = 5$ A $\quad r = 10$ cm $= 0{,}1$ m



a) $$\frac{\vec{F}}{\ell} = \frac{\vec{F}_1}{\ell} + \frac{\vec{F}_2}{\ell}\ ;\quad \frac{F_1}{\ell} = \frac{F_2}{\ell}\ ;\quad \frac{F_1}{\ell} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} = \frac{4\pi\cdot 10^{-7}\, 5\cdot 5}{2\pi\cdot 0{,}1} = 5\cdot 10^{-5}\,\frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$\frac{F_y}{\ell} = \frac{F_1}{\ell}\cdot\cos\varphi = 5\cdot 10^{-5}\cdot\cos 30^\circ = 4{,}33\cdot 10^{-5}\,\frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$\frac{\vec{F}}{\ell} = -2\cdot 4{,}33\cdot 10^{-5}\,\vec{j} = \underline{-8{,}66\cdot 10^{-5}\,\vec{j}\,\left(\frac{\text{N}}{\text{m}}\right)}$$

b) Como $\vec{B}_1 = -\vec{B}_2$ $\qquad \vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 = \vec{B}_3$

$$r_3 = \sqrt{10^2 - 5^2} = \sqrt{75} = 8{,}66\ \text{cm} = 0{,}0866\ \text{m}$$

$$B_3 = \frac{\mu_0 I_3}{2\pi r_3} = \frac{4\pi\cdot 10^{-7}\, 5}{2\pi\cdot 0{,}0866} = 1{,}15\cdot 10^{-5}\ \text{T}\ ;\quad \vec{B} = -1{,}15\cdot 10^{-5}\,\vec{i}\ (\text{T})$$

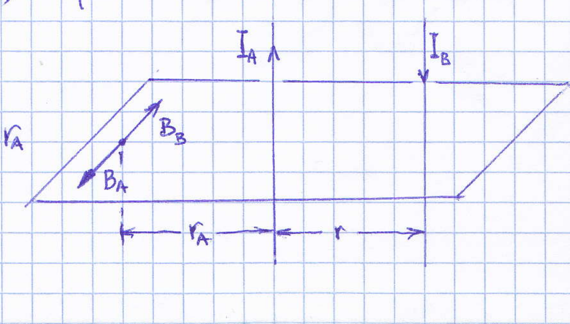
13. $I_A = 1$ A ; $I_B = 2$ A $\quad r = 25$ cm $= 0{,}25$ m

a) $$\left.\begin{array}{l}\vec{F} = I(\vec{\ell}\times\vec{B})\\ \vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}\,\vec{u}_\ell\times\vec{u}_r\end{array}\right\}\ F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r}\,\ell = \frac{4\pi\cdot 10^{-7}\, 1\cdot 2}{2\pi\ 0{,}25}\, 2 = 3{,}2\cdot 10^{-6}\ \text{N}$$

la dirección es la recta perpendicular a ambos conductores que se encuentra en el plano formado por los dos conductores.

Como tienen corrientes opuestas se repelen, así que el sentido va de B hacia A.

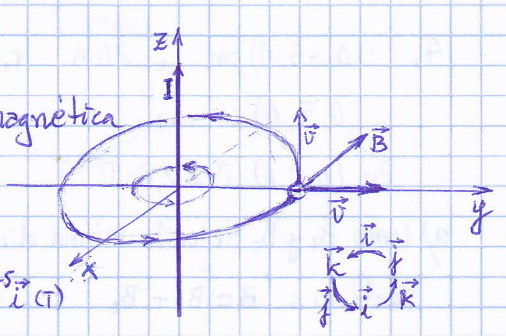
b) Se anula en el punto en el que $B_A = B_B$



$$\frac{\cancel{\mu_0} I_A}{\cancel{2\pi} r_A} = \frac{\cancel{\mu_0} I_B}{\cancel{2\pi}(r_A + r)}\ ;\ r_A + r = \frac{I_B}{I_A}\, r_A\ ;\ r_A + 0{,}25 = \frac{2}{1}\, r_A$$

$$2\cdot r_A = r_A + 0{,}25\ ;\ r_A = 0{,}25\ \text{m}$$

33. $I = 12\ A$ $\quad P: (0,20,0)\ cm$ $\quad$ Hallar $\vec{a}$:



a) Si el electrón está en reposo no hay fuerza magnética
$\vec{F}_m = q\,\vec{v}\times\vec{B} = 0$ ya que $\vec{v} = 0$; $\vec{a} = 0$

b) $v = 1\,ms^{-1}$; $\vec{v} = \vec{j}\ (m/s)$

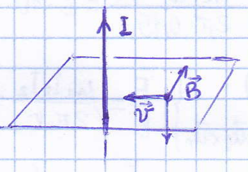
$B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r} = \dfrac{4\pi\cdot 10^{-7}\, 12}{2\pi\cdot 0{,}2} = 1{,}2\cdot 10^{-5}\ T$; $\vec{B} = -1{,}2\, 10^{-5}\vec{i}\ (T)$

$\vec{a} = \dfrac{\vec{F}}{m}$; $\vec{F} = q\,\vec{v}\times\vec{B}$; $\vec{a} = \dfrac{q}{m}\ \vec{v}\times\vec{B} = \dfrac{-1{,}6\cdot 10^{-19}}{9{,}1\cdot 10^{-31}}\left[\vec{j}\times(-1{,}2\cdot 10^{-5}\vec{i}\,)\right] = 2{,}11\cdot 10^{6}(\vec{j}\times\vec{i}) = -2{,}11\cdot 10^{6}\,\vec{k}\left(\frac{m}{s^2}\right)$

c) $\vec{a} = \dfrac{q}{m}\ \vec{v}\times\vec{B} = \dfrac{-1{,}6\cdot 10^{-19}}{9{,}1\cdot 10^{-31}}\left[\vec{k}\times(-1{,}2\cdot 10^{-5}\,\vec{i}\,)\right] = 2{,}11\cdot 10^{6}\,(\vec{k}\times\vec{i}) = 2{,}11\cdot 10^{6}\,\vec{j}\ (m/s^2)$

d) $\vec{v} = -\vec{i}\ (m/s)$ $\quad \vec{a} = \dfrac{q}{m}\ \vec{v}\times\vec{B} = 0$ ya que $\vec{v} \,//\, \vec{B}$, $F = |q|\, v\, B \operatorname{sen}\varphi = 0$; $\varphi = 0$; $\operatorname{sen} 0^\circ = 0$

49. $I = 10\ A$, $v = 2\cdot 10^5\ m/s$ $\quad r = 50\ cm = 0{,}5\ m$



a) El módulo de $\vec{F}$ es $F = |q|\cdot v\cdot B \operatorname{sen}\varphi$;
$\varphi = 90^\circ$; $\operatorname{sen} 90^\circ = 1$; $F = |q|\, v\, B\cdot \operatorname{sen} 90^\circ$

$B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r} = \dfrac{4\pi\cdot 10^{-7}\cdot 10}{2\pi\cdot 0{,}5} = 4\cdot 10^{-6}\,T$; $\quad F = |q|\, v\, B = 1{,}6\cdot 10^{-19}\cdot 2\cdot 10^{5}\cdot 4\cdot 10^{-6} = 1{,}28\cdot 10^{-19}\,N$

b) Si es paralela al conductor entonces la velocidad forma un ángulo de 90° con el vector $\vec{B}$. Así que el módulo de $\vec{F}$ será el mismo que el del apartado a).

c) Si es perpendicular a las dos anteriores, entonces la velocidad será paralela al vector $\vec{B}$. Por tanto el módulo de $\vec{F}$ será cero ya que $\operatorname{sen} 0^\circ = \operatorname{sen} 180^\circ = 0$.

d) La energía cinética depende del módulo de la velocidad $E_c = \frac{1}{2} m v^2$.
Al tener la fuerza magnética solo componente normal no varía el módulo de la velocidad sino, exclusivamente su dirección. Así pues en ningún caso el protón modifica su energía cinética.