Problemas Tema 5. Campo magnetostático

5.1 Una partícula que está cargada negativamente se mueve dentro de un campo magnético uniforme. El movimiento, circular, se produce en el sentido horario, de tal manera que tarda 0,01 s en dar una vuelta. Sabiendo que el campo magnético es de 0,1 T, calcular la orientación del campo y la relación carga/masa de la partícula.

5.2 Calcular el radio de la circunferencia y el periodo de giro de un electrón, un protón y una partícula α al penetrar perpendicularmente en un campo magnético uniforme de valor $2\cdot10^{-2}$ T con una velocidad de 10^7 m/s.(Considerar que la masa de la partícula α es aproximadamente 4 veces la masa de un protón).

5.3 En el acelerador de partículas de la UAM, se desea cambiar la dirección de un haz de partículas de He^{++} que tiene una energía cinética de 1 MeV. ¿Cuál es el valor mínimo del campo magnético que se debería aplicar si se desea cambiar 90º la dirección del haz en una región cuadrada de 10 cm de lado? Juzgue si es posible crear tal campo en el laboratorio. (Masa del átomo de He 3732 MeV/c^2).

5.4 Al penetrar una partícula cargada en un campo magnético uniforme, de tal forma que la velocidad de la partícula y el campo no son perpendiculares, ¿qué trayectoria sigue? ¿y si coincide la dirección del campo magnético y la velocidad?

5.5 En una región donde existe un campo eléctrico y otro magnético uniformes y estáticos, entra un electrón cuya energía cinética es de 6000 eV. Si el electrón sigue una trayectoria rectilínea dentro de la región, determínese el campo eléctrico sabiendo que la intensidad del campo magnético es de 0,1 T en los casos en los que: a) el ángulo entre velocidad el electrón y campo magnético es de 30º; b) el ángulo es de 90 º. (La masa del electrón tiene un valor de 0,511 MeV/c^2).

5.6 En una región del espacio existe un campo eléctrico **E** = 2i-3j+2k V/m y un campo magnético B = 5i+2j-k T. Una carga de 1 μC posee una velocidad de v= 3i-j+2k m/s penetra en dicha región. Calcular cual es la fuerza total sobre dicha carga. $\vec{F} = 10^{-6}(-\hat{\imath} + 10\hat{\jmath} + 13\hat{k})$

5.7 a) Determinar el campo magnético creado por un circuito circular de radio R por el que pasa una intensidad de corriente I en cualquier punto del eje perpendicular a la espira que pasa por su centro. b) Las bobinas de Helmholtz consisten en dos bobinas idénticas circulares de radio R, paralelas y coaxiales (sus centros están en el mismo eje), separadas una distancia igual a su radio y por las que circula la misma intensidad de corriente en el mismo sentido. Calcular el campo magnético en el centro de cualquiera de ellas y en el punto medio entre ambas.

5.8 Considerar una espira con forma de hexágono regular de lado l por la que pasa una corriente uniforme I. ¿Cuánto vale el campo magnético en el centro de la espira? Compara con el valor resultante para una espira circular de radio l.

5.9 Se tiene un cable horizontal de aluminio en el ecuador de, sección 0,01 cm^2, orientado de este a oeste. Si la intensidad del campo magnético terrestre en el ecuador (orientado en sentido sur-norte) es de 0.7 G, calcular la intensidad de corriente que debe pasar por el cable para que este flote. (Densidad de masa del aluminio es de 2700 Kg/m^3).

5.10 Pasando por los vértices de un triángulo equilátero perpendicular a ellos, se encuentran tres hilos conductores rectilíneos y paralelos separados 12 cm. Las intensidad e que circula por dos de ellos son 0,5A y 0,25A en el mismo sentido. Por el otro cable circula una corriente de 3A en el sentido contrario. Calcular la fuerza por unidad de longitud que experimenta el tercer cable.

5.11 Un solenoide de 0,3 m de longitud está formado por dos capas de alambre. La capa interna tiene 3000 vueltas y la externa 2000, circulando por ellas una corriente de 3A en sentidos opuestos. Despreciando los efectos debidos al tamaño finito del sistema, halle el campo magnético en todas las regiones del espacio.

5.12 Usando la Ley de Ampere, obtenga y represente el campo magnético en todos los puntos del espacio creado por un cilindro conductor hueco muy largo, de radios interior y exterior R_1 y R_2, si transporta una corriente I distribuida uniformemente.

5.13 Usando la ley de Ampere, calcule el campo magnético en el interior de un toroide de sección rectangular a×b cuyo radio interior es R, formado por N espiras por las que circula una intensidad de corriente I. Compare el resultado con el campo magnético creado por un solenoide largo.

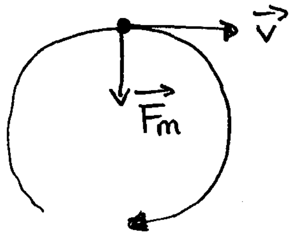
5.14. Una sonda Hall está formada por una tira delgada de cobre de anchura a=1,5 cm y espesor d=1,25 mm por la que circula una corriente 1A. Dicha sonda se sitúa en el interior de un campo magnético de 1,75 T perpendicular al plano de la sonda. a) Teniendo en cuenta que la densidad de los electrones de conducción en el Cu es de $n_e=5\times10^{28}\ m^{-3}$, calcule su velocidad media y el voltaje Hall entre los lados de la tira. b) Si esta misma tira se usase para medir otro campo magnético también perpendicular a la misma, ¿cuál sería la intensidad de ese campo si la corriente que circula por la sonda es de 1,5 A y el voltaje Hall de 1μV?

5.15 La sangre contiene iones cargados de modo que al moverse producen un voltaje Hall a través del diámetro de una arteria. En una arteria de un diámetro de 8,5 mm de grosor es flujo sanguíneo tiene una velocidad de 0,6 m/s. Si está sometida a un campo magnético de 0,2 T perpendicular a la arteria, ¿cuál es la diferencia de potencial a través del diámetro de la arteria?

$\boxed{5.1}$ $(-q)$ se mueve en un campo magnético uniforme.

$T = 0'01\,s$; $B = 0'1\,T$; ¿$\frac{q}{m}$? ¿sentido $\vec{B}$?

mov. circular sentido horario



para $q>0$ $\vec{B}$ $\odot$ saliente del folio

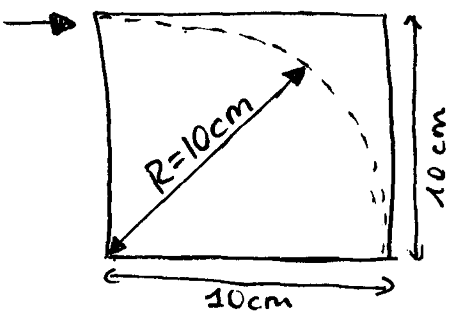
para $q<0$ $\vec{B}$ $\otimes$ entrante del folio

$$T = \frac{2\pi m}{qB} \Rightarrow \frac{q}{m} = \frac{2\pi}{T.B} = \frac{2\pi}{0'01s . 0'1T} = 6283'18 \frac{C}{Kg}$$

$\boxed{5.3}$ He^{++} $\longrightarrow$ $q>0$ $|q| = 2q_e$

$m = 2$ protones

$E_c = 1\,MeV$



Para campo mínimo se necesita un radio máximo ya que $B_{mín} = \frac{mv}{q\,r_{máx}}$.

El radio máximo que nos podemos permitir es de $10\,cm = 0'1\,m$

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}}$$

$$B = \frac{mv}{q\,r_{max}} = \left.\begin{array}{l} v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} \\ r = 0'1\,m \end{array}\right\} \Rightarrow B = 1'44\,T$$

$m_{He} = 4$ masas de protones

Suponemos bobina:

$$B = \mu_0 \frac{N}{L} \cdot I$$

$\frac{N}{L} = \frac{1000 \text{ vueltas?}}{40\,cm} = \dots \longrightarrow I = 110\,A$? $\Rightarrow$ mucha intensidad

no es viable un campo tan grande

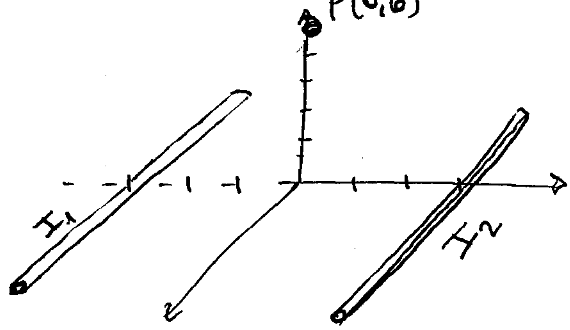
EJERCICIOS TEMA 5

$\boxed{1.}$

$I_1 = 1'7\,A$ en dirección $\hat{z}$ en $x=-3$

I_2 en dirección $\hat{z}$ en $x=3$

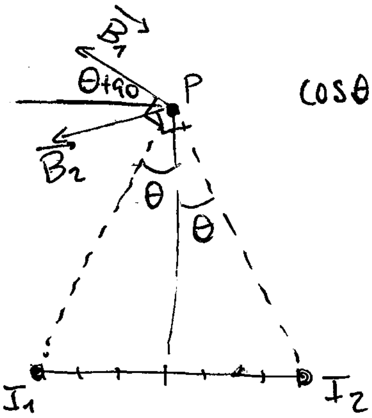
¿$B(0,6)$?



$$\vec{B}_{TP} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi R_1}(-\cos\theta, \operatorname{sen}\theta) +$$

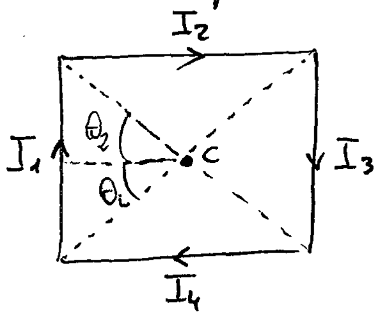
$$+ \frac{\mu_0 I_2}{2\pi R_2}(-\cos\theta, -\operatorname{sen}\theta) =$$

$$= \frac{\mu_0}{2\pi R}\left(I_1(-\cos\theta, \operatorname{sen}\theta) + I_2(-\cos\theta, -\operatorname{sen}\theta)\right)$$



$$\cos\theta = \frac{6}{\sqrt{3^2+6^2}}$$

$\boxed{2.}$ Determinar $\vec{B}$ en el centro de una espira cuadrada de lado 50 cm por la que circula $I = 1'5\,A$



$B_1 \otimes$

$B_2 \otimes$

$B_3 \otimes$

$B_4 \otimes$

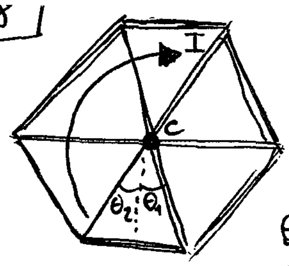
$$B_{\text{hilo finito}} = \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{I}{R}(\operatorname{sen}\theta_2 - \operatorname{sen}\theta_1)$$

↳ dist. punto – hilo

$$\begin{cases} B_1 = \dfrac{\mu_0}{4\pi}\cdot\dfrac{I}{0'25}\left(\operatorname{sen}(-45^\circ) - \operatorname{sen}(45^\circ)\right) \\ B_2 = \cdots \\ B_3 = \cdots \\ B_4 = \cdots \end{cases}$$

$$\to B_{T_c} = 4B_1 = 4\,\frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{1'5}{0'25}\cdot\left(\operatorname{sen}\left(\frac{-\pi}{4}\right) - \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{4}\right)\right) = \boxed{3'4\cdot 10^{-6}\,T \text{ entrante}}$$

5.8

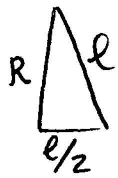


¿B?

$$B_c = \sum B_\ell$$

todos los lados crean $\vec{B}$ ⊗ entrante

$\theta_1 = -30°$
$\theta_2 = 30°$



$$R = \sqrt{\ell^2 - \left(\frac{\ell}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{3}}{2}\ell$$

El $\vec{B}$ creado por un cable:

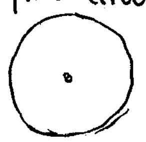
$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{R}\left(\operatorname{sen}\theta_2 - \operatorname{sen}\theta_1\right)$$

Para un hexágono
$\vec{B}_{T_c} = 6\,\vec{B}_\ell$

$$\vec{B}_\ell = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{\frac{\sqrt{3}}{2}\ell}\left(\operatorname{sen} 30° - \operatorname{sen}(-30°)\right) \cdot (-\vec{k}) \Rightarrow$$

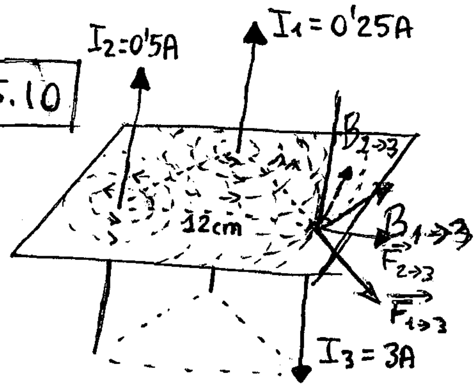
$$\Rightarrow \vec{B}_{T_c} = 6\left(\frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{\frac{\sqrt{3}}{2}\ell}\left(\operatorname{sen}30° - \operatorname{sen}(-30°)\right)\right) \cdot (-\vec{k})$$

espira circular



$$B_{espira} = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

5.10



$$F_{1\to3} = L B_1 I_3 = L\,\frac{\mu_0 I_1}{2\pi R_1} \cdot I_3$$

$$F_{2\to3} = L B_2 I_3 = L\,\frac{\mu_0 I_2}{2\pi R_2} \cdot I_3$$

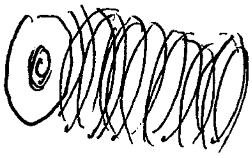
$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi R_1}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi R_2}$$

$$\boxed{\frac{F_{1\to3}}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_3}{2\pi R_1}} \quad R_1 = 0'12m$$

$$\boxed{\frac{F_{2\to3}}{L} = \frac{\mu_0 I_2 I}{2\pi R_2}} \quad R_2 = 0'12m$$

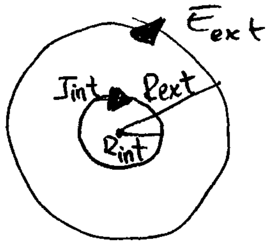
5.11 Solenoide = bobina = inductancia



$l = 0'3 m$

$N_{int} = 3000$

$N_{ext} = 2000$



$\underline{3 \text{ regiones}} \begin{cases} r < R_{int} \\ R_{int} < r < R_{ext} \\ R_{ext} < r \end{cases}$

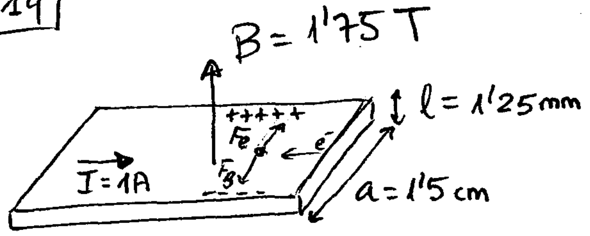
$$\vec{B_T} = \vec{B_{int}} + \vec{B_{ext}}$$

$$\boxed{r > R_{ext}} \Rightarrow \vec{B_T} = 0 + 0 = 0 \ T$$

$$\boxed{R_{int} < r < R_{ext}} \Rightarrow \vec{B_T} = 0 + \vec{B_{ext}} = \frac{\mu_0 N_{ext} I}{l_{ext}} (\vec{k}) \quad \text{saliente}$$

$$\boxed{r < R_{int}} \Rightarrow \vec{B_T} = \frac{\mu_0 . N_{int} I}{l_{int}} \underset{\text{entrante}}{(-\vec{k})} + \frac{\mu_0 N_{ext} . I}{l_{ext}} \underset{\text{saliente}}{(+\vec{k})}$$

5.14



$F_B = F_e$

$n_e = 5.10^{28} \ e^-/m^3$

¿$V_m e^-$?

¿V_H?

$qvB = qE \Rightarrow E_{hall} = vB$

$V_{hall} = E_{hall} . d \overset{=a}{=} vB . a$

$$I = q . \underbrace{n_e}_{n^o e^-} . \overbrace{a . l}^{\text{sección}} . \underbrace{v}_{\text{velocidad media } e^-}$$

$\to$ carga electrón (q)

$$v = \frac{I}{n_e . q_e . a . l} = 6'3 . 10^{-6} m/s \longrightarrow V_H = 6'3 10^{-6} . 1'75 . 1'5 . 10^{-2}$$

$$= \boxed{1'73 \mu V}$$