BOLETÍN 7

1. Un conductor recto, rígido y horizontal, de longitud 25 cm y masa 50 g, está conectado a una fuente de f.e.m. por conductores flexibles. Un campo magnético de 1,33 T es horizontal y perpendicular al conductor. Hallar la corriente necesaria para hacer flotar el conductor, es decir, de modo que la fuerza magnética equilibre el peso del alambre. (Sol: 1,48 A)

Solución:

Para que el alambre flote la fuerza magnética ha de ser igual al peso. Como el campo magnético es perpendicular al hilo la fuerza sobre el alambre es directamente el producto de la intensidad, la longitud y el campo magnético:

$$mg = IlB \Rightarrow I = \frac{0{,}05kg \cdot 9{,}8m/s^2}{0{,}25m \cdot 1{,}33T} = 1{,}48A$$

2. Un protón y una partícula alfa (de carga +2e y masa 4 veces la del protón) se mueven en un campo magnético en circunferencias de igual radio. Comparar:
   - sus velocidades (Sol: $V_a = V_p/2$)
   - sus energías cinéticas (Sol: $K_a = K_p$)
   - sus momentos angulares (Sol: $L_a = 2L_p$)

Solución:

Cuando una partícula se mueve en un círculo la fuerza centrípeta (fuerza magnética en este caso) debe ser igual a la centrífuga, como el campo es perpendicular a la velocidad la expresión de la fuerza magnética es sencillamente qvB:

$$qvB = m\frac{v^2}{R} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{mv}{qB}$$

Si los radios son iguales:

a) $1 = \frac{R_{alfa}}{R_{proton}} = \frac{m_{alfa}}{m_{proton}}\frac{q_{proton}}{q_{alfa}}\frac{v_{alfa}}{v_{proton}} = \frac{4}{1}\frac{1}{2}\frac{v_{alfa}}{v_{proton}} \quad \Rightarrow \quad v_{proton} = 2\, v_{alfa}$

b) $E_c = K = \frac{1}{2}mv^2 \quad \Rightarrow \quad \frac{K_{alfa}}{K_{proton}} = \frac{\frac{1}{2}m_{alfa}v_{alfa}^2}{\frac{1}{2}m_{proton}v_{proton}^2} = \frac{m_{alfa}}{m_{proton}}\frac{v_{alfa}^2}{v_{proton}^2} = \frac{4}{1}\frac{1}{4} = 1$

c) $L = mv \times r = mvr$ Por ser v y r perpendiculares por tanto:

$$\frac{L_{alfa}}{L_{proton}} = \frac{m_{alfa}v_{alfa}R_{alfa}}{m_{proton}v_{proton}R_{proton}} = \frac{m_{alfa}}{m_{proton}}\frac{v_{alfa}}{v_{proton}}\frac{R_{alfa}}{R_{proton}} = \frac{4}{1}\frac{1}{2}\frac{1}{1} = 2$$

3. Un haz de iones ${}^6Li$ y ${}^7Li$ pasa a través de un selector de velocidades y entra en un espectrómetro magnético. Si el diámetro de la órbita de los iones ${}^6Li$ es de 15 cm ¿ Cuál es el diámetro de la correspondiente a los iones ${}^7Li$? (Sol: 17,5 cm)

Solución:

Es muy similar al caso anterior: como las velocidades de los dos tipos de iones son iguales a la salida del selector entonces la relación de radios es:

$$\frac{R_{Li6}}{R_{Li7}} = \frac{m_{Li6}}{m_{Li7}}\frac{q_{Li6}}{q_{Li7}}\frac{v_{Li6}}{v_{Li7}} = \frac{6}{7}\frac{1}{1}\frac{1}{1} \quad \Rightarrow \quad R_{Li7} = \frac{7}{6}R_{Li6} = \frac{7}{6}15\,cm = 17{,}5\,cm$$

4. Una partícula de carga q y masa m s mueve en una circunferencia de radio r con velocidad angular ω.

   - Demostrar que la corriente media es $I = \frac{q\omega}{2\pi}$ y el momento magnético tiene por valor: $\mu = \frac{1}{2}q\omega r^2$.
   - Demostrar que el momento angular de esta partícula vale $L = mr^2\omega$ y que por tanto los vectores momento magnético y momento angular están relacionados por $\vec{\mu} = \left(\frac{q}{2m}\right)\vec{L}$.

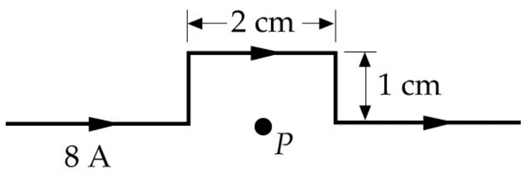
5. La sangre contiene iones cargados, de modo que al moverse puede desarrollar un voltaje Hall a través del diámetro de una arteria. Una arteria gruesa, con un diámetro de 0.85 cm tiene una velocidad de flujo de 0,6 m/s. Si una sección de esa artera se encuentra en campo magnético de 0,2 T ¿Cuál es la diferencia de potencial a través del diámetro de la arteria? (Sol: 1,02 10^{-3} V)

Solución:

Basta aplicar las fórmulas ya deducidas para el efecto Hall:

$$V_{Hall} = E_{Hall}\cdot d = vBd = 0{,}6\frac{m}{s}0{,}2T\cdot 0{,}85\cdot 10^{-2}\,m = 1{,}02\cdot 10^{-3}V$$

6. La corriente en el conductor de la figura es de 8,0 A. Hallar el campo magnético B en el punto P debido a cada segmento del conductor y sumar para hallar el valor resultante. (Sol: 2,26 10^{-4} T)



Podemos descomponer el circuito en cinco segmentos que nombraremos: a, b, c, d y e comenzando desde la izquierda. Tenemos entonces que a y b no contribuyen al campo magnético en P por ser su dirección paralela al vector que los une a P. Los tres segmentos centrales contribuyen con campos en la misma dirección: hacia fuera del papel y según la expresión vista en clase.

Solución:

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\left(sen(\phi_1) + sen(\phi_2)\right)$$

Para los distintos segmentos tenemos:

$$b \;\rightarrow\; \phi_1 = 0 \quad \phi_2 = 45^0$$
$$c \;\rightarrow\; \phi_1 = 45^0 \quad \phi_2 = 45^0$$
$$d \;\rightarrow\; \phi_1 = 45^0 \quad \phi_2 = 0$$

Por tanto el campo total es, sumando todos:

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} 4sen\left(45^0\right) = 2{,}26 \cdot 10^{-4} T$$

7. Un solenoide de longitud 30 cm, radio 1,2 cm y 300 vueltas transporta una corriente de 2,6 A. Determinar el campo magnético sobre el eje del solenoide:
   - en el centro (Sol: 3,26 10^{-3} T)
   - dentro del solenoide, en un punto situado a 10 cm de un extremo. (Sol: 3,25 10^{-3} T)
   - En un extremo. (Sol: 1,63 10^{-3} T)

<u>Solución:</u>

Basta aplicar las fórmulas vistas en clase para un solenoide con

a) a = b =15 cm
b) a =20 cm b = 10 cm
c) a =30 cm b = 0 cm

Comprobamos así que el caso a) se aleja del valor asintótico (la fórmula de solenoide infinito) un 0,3%, el caso b) un 0,5% y el caso c) (un extremo) un 50%. Sólo necesitaríamos aplicar la fórmula completa en el caso c.

8. Por un conductor de radio 0,5 cm, circula una corriente de 100 A uniformemente distribuida en toda su sección recta. Hallar **B:**
   - a 0,1 cm del centro del conductor. (Sol: 8 10^{-4} T)
   - en la superficie del conductor. (Sol: 4 10^{-3} T)
   - en un punto exterior al conductor, a 0,2 cm de la superficie del conductor. (Sol: 2,86 10^{-3} T)
   - Construir un gráfico de **B** en función de la distancia al centro del conductor.

   (Sol: si **a** es el radio del cable: $r < a \quad B = \frac{\mu_0 I r}{2\pi a^2} \quad r > a \quad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ particularizando se obtienen los valores de los puntos anteriores.)

<u>Solución:</u>

Está hecho en el examen de Septiembre 2003...

9. Un cable de transmisión de energía por el cual circulan 50,0 A está situado a 2,0 m por debajo de la superficie terrestre, pero se ignoran su dirección y posición precisas. Explicar como podría localizarse utilizando una brújula. Admitir que se encuentra en el ecuador, en donde el campo magnético terrestre es de 0,7 G dirigido hacia el Norte. (Sol: B_{cable} =0,05 G)

10. Un toroide se rellena con oxígeno líquido, cuya susceptibilidad magnética es de 4 10^{-3} . El toroide posee 2000 vueltas y transporta una corriente de 15 A. Su radio medio es de 20 cm y el radio de su sección transversal 0,8 cm.
   - ¿Cuál es su imanación M? (Sol:95,5 A/m)
   - ¿Cuál es el campo magnético B? (Sol: 0,0301 T)
   - ¿Cuál es el porcentaje en el que se ha incrementado el campo B producido por el oxígeno líquido? (Sol: 0,4 %)