

PROBLEMAS DEL TEMA 3 (2 clases)

CLASE 1

FUERZA EJERCIDA POR UN CAMPO MAGNÉTICO

1. Hallar la fuerza magnética que actúa sobre un protón que se mueve con velocidad 4.46Mm/s en el sentido positivo de las x en el interior de un campo magnético de 1.75T dirigido en el sentido positivo de las z .

Resultado: $\vec{F} = -1.25 \text{ pN } \hat{j}$

2. Una carga $q = -3.64 \text{ nC}$ se mueve con velocidad de $2.75 \cdot 10^3 \text{ m/s } \hat{i}$. Hallar la fuerza que actúa sobre la carga si el campo magnético es a) $0.378 \text{ T } \hat{j}$, b) $0.75 \text{ T } \hat{i} + 0.75 \text{ T } \hat{j}$, c) $0.65 \text{ T } \hat{i}$, y d) $0.75 \text{ T } \hat{i} + 0.75 \text{ T } \hat{k}$.

Resultado: a) $\vec{F} = -3.80 \mu\text{N } \hat{k}$ b) $\vec{F} = -7.51 \mu\text{N } \hat{k}$ c) $\vec{F} = 0$ d) $\vec{F} = 7.51 \mu\text{N } \hat{j}$

3. ♣ Un campo magnético uniforme de valor $1.48 \text{ T } \hat{k}$ está dirigido en la dirección y sentido positivo del eje de las z . Hallar la fuerza que actúa sobre un protón si su velocidad es a) $2.7 \text{ km/s } \hat{i}$, b) $3.7 \text{ km/s } \hat{j}$, c) $6.8 \text{ km/s } \hat{k}$, y d) $4.0 \text{ km/s } \hat{i} + 3.0 \text{ km/s } \hat{j}$.

Resultado: a) $\vec{F} = -6.39 \cdot 10^{-16} \text{ N } \hat{j}$ b) $\vec{F} = 8.76 \cdot 10^{-16} \text{ N } \hat{i}$ c) $\vec{F} = 0$
d) $\vec{F} = 7.10 \cdot 10^{-16} \text{ N } \hat{i} - 9.47 \cdot 10^{-16} \text{ N } \hat{j}$

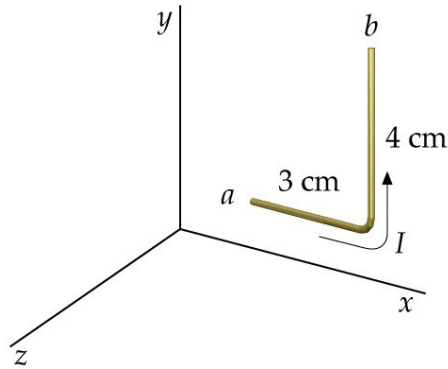
4. Un segmento de conductor recto de 2m de largo forma un ángulo de 30° con un campo magnético uniforme de 0.37T. Hallar la fuerza que actúa sobre el conductor si por él circula una corriente de 2A.

Resultado: $F = 0.74 \text{ N}$

5. @ ¿Cuál es la fuerza (módulo, dirección y sentido) de un electrón con velocidad en $\vec{v} = (2\hat{i} - 3\hat{j}) \cdot 10^6 \text{ m/s}$ un campo magnético $\vec{B} = 0.80 \text{ T } \hat{i} + 0.60 \text{ T } \hat{j} - 0.40 \text{ T } \hat{k}$?

Resultado: $\vec{F} = (-0.192\hat{i} - 0.128\hat{j} - 0.576\hat{k}) \text{ pN}$ $F = 0.621 \text{ pN}$

6. @ El segmento conductor de la figura transporta una corriente de 1.8A de a hasta b y se encuentra en el interior de un campo magnético $\vec{B} = 1.2 \text{ T } \hat{k}$. Determinar la fuerza total que actúa sobre el conductor y demostrar que es la misma que actuaría si se tratara de un segmento recto de a a b .



Resultado: $\vec{F} = 0.0864 N \hat{i} - 0.0648 N \hat{j}$

7. Un conductor recto, rígido y horizontal, de longitud 25cm y masa 50g está conectado a una fuente de fem por conductores flexibles de manera que sobre el conductor circula una corriente hacia la derecha. Un campo magnético de 1.33T provoca una fuerza magnética que hace flotar el conductor, es decir equilibra su peso. es horizontal y perpendicular al conductor. Hallar la corriente necesaria y la dirección del campo magnético.

Resultado: $I = 1.47 A$ y B entrante.

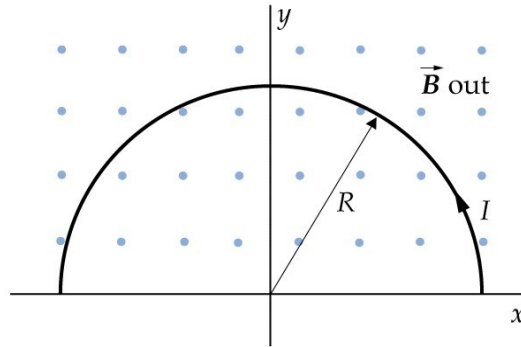
8. ♣ Sea un hilo recto de 10cm paralelo al eje x por el que circula una corriente de 2.0A en la dirección $+x$. La fuerza sobre el hilo debido a un campo \vec{B} es $3.0 N \hat{j} + 2.0 N \hat{k}$. Si el hilo gira de forma que queda paralelo al eje y con la corriente circulando en la dirección $+y$, la fuerza sobre el hilo viene a ser $3.0 N \hat{j} + 2.0 N \hat{k}$. Determinar el campo B .

Resultado: $\vec{B} = (10 \hat{i} + 10 \hat{j} - 15 \hat{k}) T$

9. @ Sea un hilo recto de 10cm paralelo al eje z por el que circula una corriente de 4.0A en la dirección $+z$. La fuerza sobre el hilo debido a un campo \vec{B} es $-0.2 N \hat{i} + 0.2 N \hat{j}$. Si el hilo gira de forma que queda paralelo al eje x con la corriente circulando en la dirección $+x$, la fuerza sobre el hilo viene a ser $0.20 N \hat{k}$. Determinar el campo \vec{B} .

Resultado: $\vec{B} = (0.5 \hat{i} + 0.5 \hat{j}) T$

10. @ Un cable conductor por el que circula una corriente I tiene la forma de una espira semicircular de radio R situada sobre el plano xy . El hilo está inmerso en un campo magnético uniforme cuya dirección es $+z$. Calcular la fuerza que actúa sobre la espira.



Resultado: $\vec{F} = 2IBR\hat{j}$

MOVIMIENTO DE UNA CARGA PUNTUAL EN UN CAMPO MAGNÉTICO

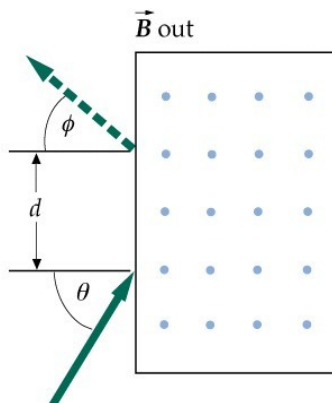
11. @ Un protón se mueve en una órbita circular de radio 65cm perpendicular a un campo magnético uniforme de valor 0.75T. a) ¿Cuál es el periodo correspondiente a este movimiento? b) Hallar el módulo de la velocidad del protón. c) Hallar la energía cinética del protón.

Resultado: a) $T = 87.4 \text{ ns}$ b) $v = 4.67 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ c) $E_c = 1.82 \cdot 10^{-12} \text{ J} = 11.4 \text{ MeV}$

12. ♣ Un electrón de energía cinética 45keV se mueve en una órbita circular perpendicular a un campo magnético de 0.325T. a) Hallar el radio de la órbita. b) Hallar la frecuencia y el periodo del movimiento.

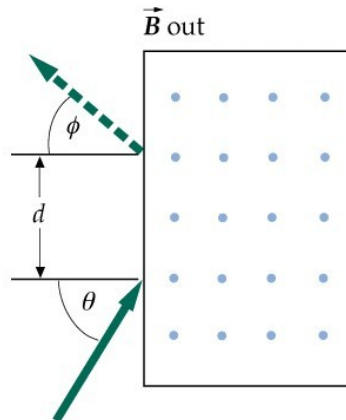
Resultado: a) $r = 2.2 \text{ mm}$ b) $T = 0.11 \text{ ns}$ $f = 9.09 \text{ GHz}$

13. Un protón de velocidad 10^6 m/s entra en una región de campo magnético uniforme $B = 0.8 \text{ T}$, dirigido hacia fuera de la página como muestra la figura. El ángulo θ es 60° . Determinar el ángulo ϕ y la distancia d . (Nota: para que la trayectoria del protón salga como aparece en la figura, el campo magnético debe tener sentido opuesto al representado, es decir, hacia dentro de la hoja de papel, B in).



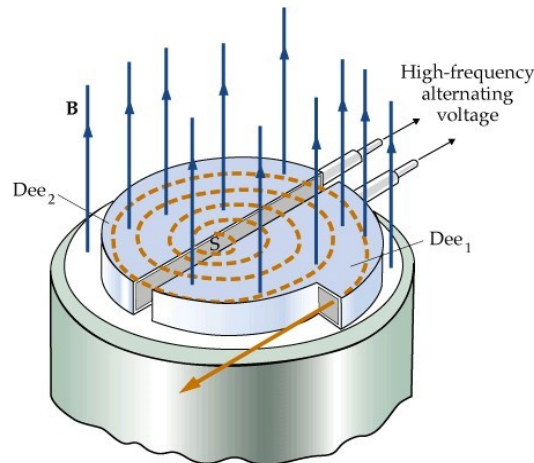
Resultado: $\phi = 60^\circ$ $d = 13.05 \text{ mm}$

14. Supongamos que en la figura, $B = 0.6\text{T}$, $d = 0.4\text{m}$ y $\theta = 24^\circ$. Determinar la velocidad v y el ángulo ϕ si las partículas son a) protones y b) deuterones. Asumir que $m_d = 2m_p$.



Resultado: $\phi = \theta = 24^\circ$ a) $v = 1.26 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ b) $v = 6.29 \cdot 10^6 \text{ m/s}$

15. Un ciclotrón para acelerar protones tiene un campo magnético de 1.4T y un radio de 0.7m . a) ¿Cuál es la frecuencia de ciclotrón? b) Hallar la energía máxima de los protones cuando salen del mismo. c) ¿En qué variará la respuesta a este problema si se utilizan deuterones, que tienen la misma carga pero doble masa, en lugar de protones?



Resultado: a) $f = 21.3 \text{ MHz}$ b) $E_c = 46.0 \text{ MeV}$ c) $f = 10.7 \text{ MHz}$ $E_c = 23 \text{ MeV}$

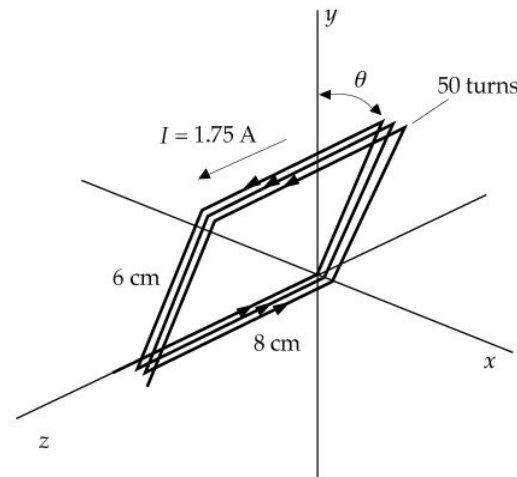
16. ¿Cuál es el momento del par máximo que actúa sobre una bobina circular de 400 vueltas de radio 0.75cm que transporta una corriente de 1.6mA y está situada en un campo magnético uniforme de 0.25T ?

Resultado: $\tau_{max} = 2.83 \cdot 10^{-5} \text{ N} \cdot \text{m}$

17. @ Un cable conductor se dobla en forma de un cuadrado de lado $L = 6\text{cm}$ y se sitúa en el plano xy . El cable transporta una corriente $I = 2.5\text{A}$. ¿Cuál es el momento que actúa sobre el conductor si existe un campo magnético de 0.3T a) en la dirección z , b) en la dirección x ?

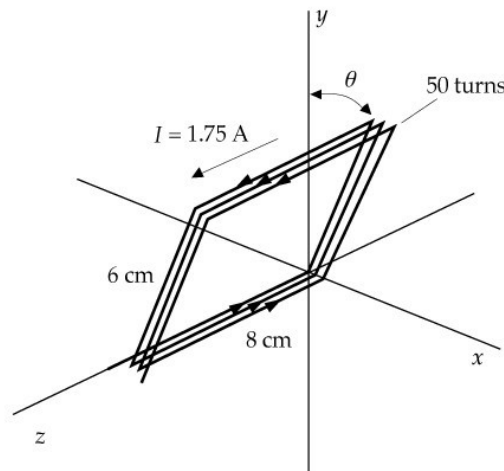
Resultado: a) $\vec{\tau}=0$ b) $\vec{\tau}=\pm 2.7 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m} \hat{j}$

18. ♣ Una bobina rectangular de 50 vueltas tiene lados de 6.00 y 8.00cm y transporta una corriente 1.75A. Está orientada como indica la figura y pivota alrededor del eje z. a) Si el cable situado en el plano xy forma un ángulo $\theta=37^\circ$ con el eje y como se indica, ¿qué ángulo forma el vector unitario normal con el eje x? b) Expresar \hat{n} en función de los vectores unitarios \hat{i} y \hat{j} . c) ¿Cuál es el momento magnético de la bobina? d) Determinar el momento que actúa sobre la bobina cuando se sitúa en un campo magnético uniforme $\vec{B}=1.5 \text{ T} \hat{j}$. e) Determinar la energía potencial de la bobina en este campo (la energía potencial es cero cuando es $\theta=0^\circ$).



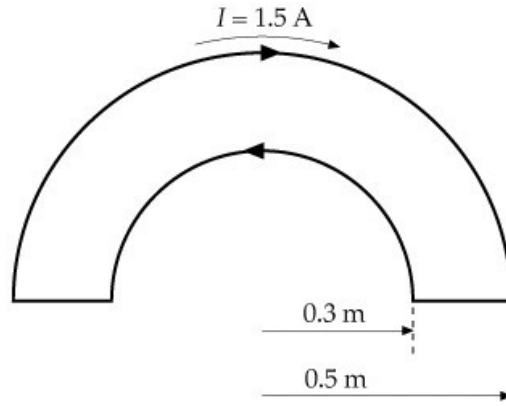
Resultado: a) -37° b) $\hat{n}=0.799\hat{i}-0.602\hat{j}$ c) $\vec{\mu}=(0.335\hat{i}-0.253\hat{j}) \text{ A} \cdot \text{m}^2$
d) $\vec{\tau}=0.503 \text{ N} \cdot \text{m} \hat{k}$ e) $U=0.379 \text{ J}$

19. En la bobina de la figura, el campo magnético uniforme es ahora $\vec{B}=2.0 \text{ T} \hat{j}$. Determinar el momento cuando el vector unitario normal es a) \hat{i} , b) \hat{j} , c) $-\hat{j}$, y d) $\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}$.



Resultado: a) $\vec{\tau}=0.503 \text{ N} \cdot \text{m} \hat{k}$ b) $\vec{\tau}=0$ c) $\vec{\tau}=0$ d) $\vec{\tau}=0.594 \text{ N} \cdot \text{m} \hat{k}$

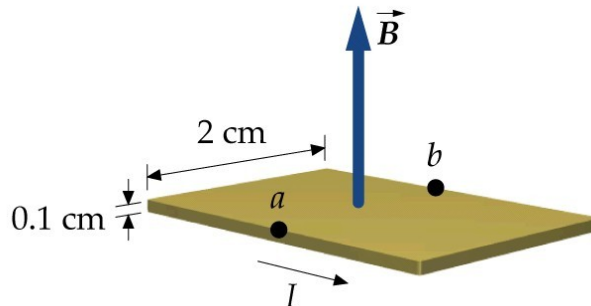
20. ♣ Una espira de alambre está formada por dos semicírculos conectados por dos segmentos rectos como indica la figura. Los radios interior y exterior son 0.3 y 0.5m, respectivamente. Por el circuito fluye una corriente de 1.5A, de tal forma que en el semicírculo exterior circula en sentido horario. ¿Cuál es el momento magnético de esta espira de corriente?



Resultado: $\vec{\mu} = 0.377 \text{ A} \cdot \text{m}^2$ hacia adentro de la hoja.

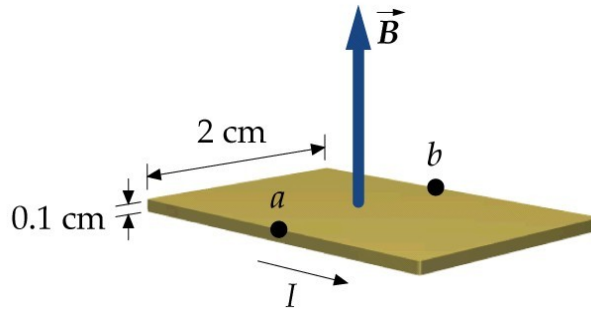
EFECTO HALL

21. ♣ Una cinta de metal de 2.00cm de ancho y 0.100cm de espesor lleva una corriente de 20.0A y está situada en el interior de un campo magnético de 2.00T, según se ve en la figura. El voltaje Hall se mide y resulta ser de $4.27 \mu\text{V}$. a) Calcular la velocidad de desplazamiento de los electrones en la cinta. b) Hallar la densidad numérica de los portadores de carga de la cinta. c) ¿Cuál de los puntos *a* o *b* se encuentra a mayor potencial?



Resultado: a) $v_d = 1.07 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ b) $n = 5.85 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}$ c) $V_b > V_a$

22. La densidad de electrones libres en el cobre es de $8.47 \cdot 10^{22}$ electrones por centímetro cúbico. Si la cinta de metal de la figura es de cobre y la corriente es 10.0A, hallar a) la velocidad de desplazamiento v_d y b) el voltaje Hall (considerar que el campo magnético es 2.00T).



Resultado: a) $v_d = 3.69 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ b) $V_H = 1.48 \mu\text{V}$

PROBLEMAS GENERALES

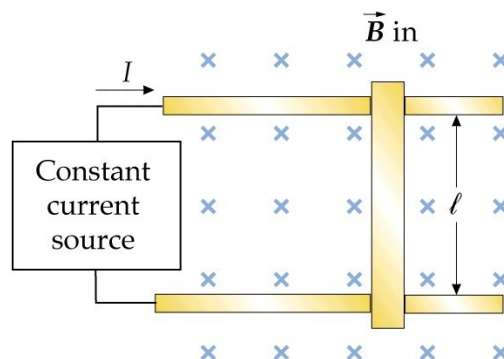
23. Una partícula alfa (carga $+2e$) se mueve en una trayectoria circular de radio 0.50m en el interior de un campo magnético de 0.10T. Hallar a) el periodo, b) el módulo de la velocidad y c) la energía cinética (en electronvolts) de la partícula alfa. Tomar $m = 6.55 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ como masa de la partícula alfa.

Resultado: a) $T = 1.29 \mu\text{s}$ b) $v = 2.44 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ c) $E_c = 0.122 \text{ MeV}$

24. Una partícula de masa m y carga q entra en una región donde existe un campo magnético uniforme \vec{B} a lo largo del eje x . La velocidad inicial de la partícula es $\vec{v} = v_{0x} \hat{i} + v_{0y} \hat{j}$, de modo que la partícula se mueve en una trayectoria helicoidal. a)

Demostrar que el radio de la hélice es $r = \frac{m v_{0y}}{qB}$. b) Demostrar que la partícula tarda un tiempo $\Delta t = 2\pi m / qB$ en completar una órbita alrededor de la hélice.

25. Una barra metálica de masa m está apoyada sobre un par de raíles conductores horizontales separados una distancia L y unidos a un dispositivo que suministra una corriente constante I al circuito, según se ve en la figura. Se establece un campo magnético uniforme B del modo indicado. Si no hay rozamiento y la barra parte del reposo en $t = 0$, a) ¿en qué dirección se moverá la barra? b) Demostrar que en el tiempo t , la barra tendrá una velocidad $(BIL/m)t$.



Resultado: a) hacia derecha

26. Un hilo conductor es paralelo al eje y . Se mueve en la dirección x positiva con una velocidad de 20m/s en un campo magnético $\vec{B} = 0.50 \text{ T } \hat{k}$. a) Determinar el módulo, dirección y sentido de la fuerza magnética que actúa sobre un electrón del

conductor. b) Debido a esta fuerza magnética, los electrones se mueven a un extremo del conductor dejando el otro extremo positivamente cargado, hasta que el campo eléctrico debido a esta separación de carga ejerce una fuerza sobre los electrones que equilibra la fuerza magnética. Determinar el módulo, dirección y sentido de este campo eléctrico en estado estacionario. c) Supongamos que el cable móvil tiene 2 metros de longitud. ¿Cuál es la diferencia de potencial entre sus dos extremos debido a este campo eléctrico?

Resultado: a) $\vec{F}=1.6 \cdot 10^{-18} N \hat{j}$ b) $\vec{E}=10 V/m \hat{j}$ c) $\Delta V=20 V$

CAMPO MAGNÉTICO DEBIDO AL MOVIMIENTO DE CARGAS PUNTUALES

27. En el tiempo $t = 0$, una partícula de carga $q=12\mu C$ está localizada en $x = 0$, $y = 2m$; su velocidad en ese instante es $\vec{v}=30 m/s \hat{i}$. Determinar el campo magnético en a) el origen; b) $x = 0$, $y = 1m$; c) $x = 0$, $y = 3m$; y d) $x = 0$, $y = 4m$.

Resultado: a) $\vec{B}=-9.0 \cdot 10^{-12} T \hat{k}$ b) $\vec{B}=-3.6 \cdot 10^{-11} T \hat{k}$ c) $\vec{B}=3.6 \cdot 10^{-11} T \hat{k}$
d) $\vec{B}=9.0 \cdot 10^{-12} T \hat{k}$

28. @ En el tiempo $t = 0$, una partícula de carga $q=12\mu C$ está localizada en $x = 0$, $y = 2m$; su velocidad en ese instante es $\vec{v}=30 m/s \hat{i}$. Determinar el campo magnético en a) $x = 1.0m$, $y = 3.0m$; b) $x = 2.0m$, $y = 2.0m$; y c) $x = 2.0$, $y = 3.0$.

Resultado: a) $\vec{B}=1.27 \cdot 10^{-11} T \hat{k}$ b) $\vec{B}=0$ c) $\vec{B}=1.27 \cdot 10^{-11} T \hat{k}$

29. ♣ Un protón (carga $+e$), que se mueve con una velocidad de $\vec{v}=1.0^2 m/s \hat{i}+2.0 \cdot 10^2 m/s \hat{j}$ está localizado en $x = 3m$, $y = 4m$ en un cierto instante t . Determinar el campo magnético en las siguientes posiciones: a) $x = 2.0m$, $y = 2.0m$; b) $x = 6.0m$, $y = 4.0m$; y c) $x = 3.0m$, $y = 6.0m$.

Resultado: a) $\vec{B}=0$ b) $\vec{B}=1.27 \cdot 10^{-11} T \hat{k}$ c) $\vec{B}=4 \cdot 10^{-25} T \hat{k}$

CAMPO MAGNÉTICO DEBIDO A CORRIENTES: LEY DE BIOT-SAVART

30. @ Por un elemento pequeño de corriente $I dl$, en el que $d\vec{l}=2.0 mm \hat{k}$, circula una corriente $I=2.0 A$. El elemento está centrado en el origen. Hallar el campo magnético $d\vec{B}$ en los puntos siguientes: a) en el eje x en $x = 3.0m$, b) en el eje x en $x = -6.0m$, c) en el eje z en $z = 3.0m$, d) en el eje y en $y = 3.0m$.

Resultado: a) $d\vec{B}=4.44 \cdot 10^{-11} T \hat{j}$ b) $d\vec{B}=-1.11 \cdot 10^{-11} T \hat{j}$ c) $d\vec{B}=0$
d) $d\vec{B}=-4.44 \cdot 10^{-11} T \hat{i}$

31. ♣ Para el elemento de corriente del problema anterior, hallar el vector campo magnético debido a este elemento de corriente en el punto $x = 0$, $y = 3.0m$, $z = 4.0m$.

Resultado: $d\vec{B}=-9.60 \cdot 10^{-12} T \hat{i}$

32. Para el elemento de corriente del problema 30, determinar el vector campo magnético en los puntos debido a este elemento a) $x = 2.0\text{m}$, $y = 4.0\text{m}$, $z = 0$, y b) $x = 2.0\text{m}$, $y = 0$, $z = 4.0\text{m}$ y hacer un diagrama de los resultados.

Resultado: a) $\vec{dB} = -1.79 \cdot 10^{-11} T \hat{i} + 8.94 \cdot 10^{-12} T \hat{j}$ b) $\vec{dB} = 8.94 \cdot 10^{-12} T \hat{j}$