

Departamento de Física

Guía de Problemas

5° año

2025

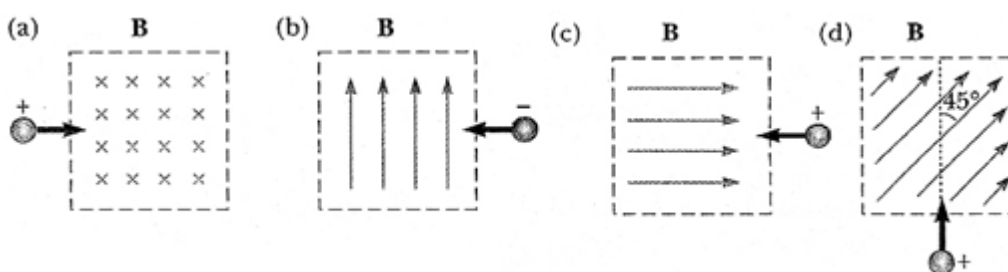
UNIDAD 3

Magnetismo

I. PROBLEMAS

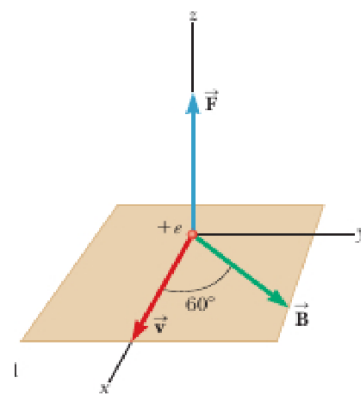
Datos: $m_{\text{protón}} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$; $q_{\text{protón}} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$; $q_{\text{electrón}} = -q_{\text{protón}}$; $m_{\text{electrón}} = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$;
 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m / A}$; $B_{\text{Bs. As.}} = 25 \mu\text{T}$

- Determine la dirección inicial de la desviación de partículas cargadas a medida que entran en los campos magnéticos que se presentan en la Figura:



- Un protón viaja a $v = 1 \times 10^5 \text{ m/s}$, en dirección Este sobre la provincia de Buenos Aires. Calcular la dirección y magnitud de la fuerza magnética sobre el protón. Repetir el problema, para un electrón.
- Un protón viaja a una velocidad $v = 8.00 \times 10^6 \text{ m/s}$ sobre el eje $\hat{x}$. Entra en una región en la cual hay un campo magnético $\mathbf{B} = 2.50 \text{ T}$, dirigido a un ángulo de 60° del eje x y sobre el plano xy .

- Calcular la fuerza magnética sobre el protón.
- Calcular la aceleración inicial del protón.



- Una partícula cargada positivamente ingresa con velocidad $v = 3 \times 10^6 \text{ m/s}$, en una región del espacio con un campo magnético uniforme $B = 5 \text{ T}$ formando un ángulo de 45° con respecto al campo. Determine, fundamentando sus respuestas:
 - La carga de la partícula si la fuerza magnética es de $6,8 \times 10^{-12} \text{ N}$.
 - El tipo de movimiento que describe la partícula.

5. Un protón se mueve en una órbita circular de 14 cm de radio, en un campo magnético uniforme de magnitud 0,35 T, dirigido en dirección perpendicular a la velocidad del protón.

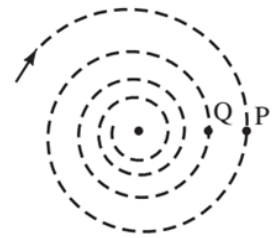
(a) Calcule la rapidez orbital del protón.

(b) Si un electrón se mueve perpendicularmente al mismo campo magnético con la rapidez calculada en (a), ¿cuál es el radio de su órbita circular?

(c) ¿Cuánto vale el trabajo de la fuerza magnética? ¿Por qué?

(d) ¿Cuánto vale la variación de la energía cinética? ¿Por qué?

6. Un protón sigue una trayectoria en espiral a través de un gas en un campo magnético uniforme de 0,01 T, perpendicular al plano de la espiral, como se muestra en la Figura. En dos bucles sucesivos, en los puntos **P** y **Q**, los radios son 10 mm y 8,5 mm, respectivamente.



(a) ¿Es posible que la única fuerza que esté actuando sea la fuerza magnética?

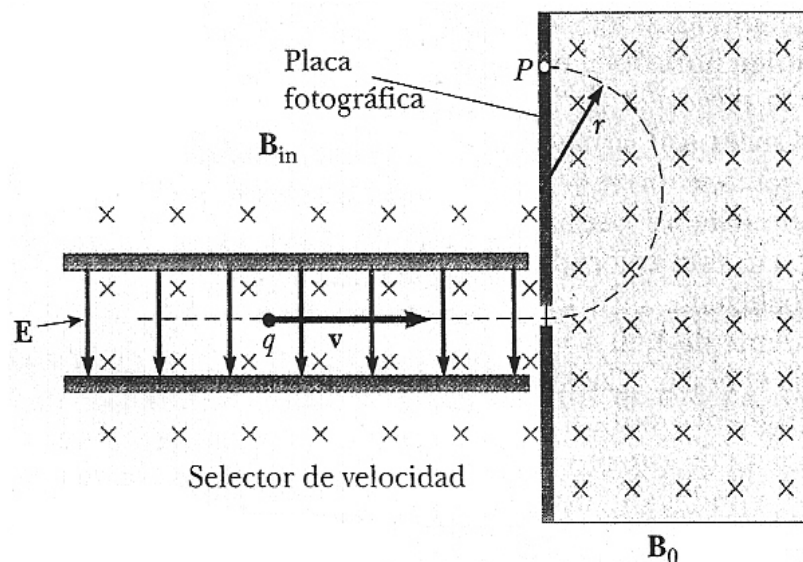
(b) Calcula el cambio en la energía cinética del protón mientras viaja de **P** a **Q**.

7. Un electrón con velocidad inicial $v_0 = 10^6$ m/s ingresa a una región en la que existe un campo magnético uniforme, que le obliga a realizar una trayectoria semicircular. Calcular:

(a) El módulo del campo magnético, si el diámetro del círculo es 1 cm.

(b) El tiempo necesario para que el electrón llegue hasta el punto en el cual la velocidad tiene un sentido inverso al inicial.

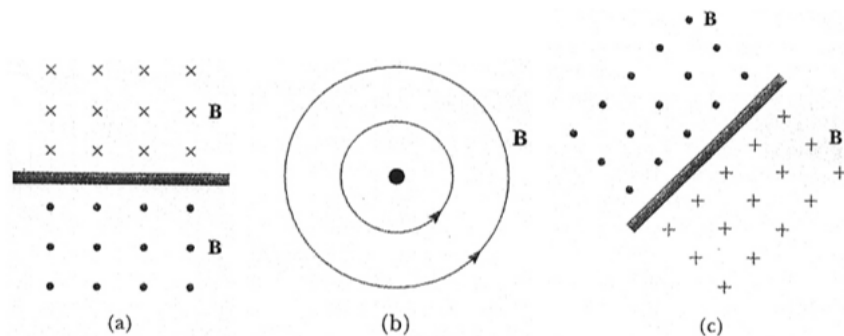
8. Considere el espectrómetro de masas que se presenta esquemáticamente en la Figura. El campo eléctrico entre las placas del selector de velocidad es de 950 V/m, y los módulos de los vectores inducción magnética tanto en el selector de velocidad como en la cámara de desviación tienen un valor de 0,0930 T. Calcule el radio de la trayectoria en el sistema para un ión cargado (+e) con una masa $m = 2,18 \times 10^{-26}$ kg.



9. En una cámara de detección de rayos cósmicos, se detectan muones que entran y se mueven en trayectorias circulares debido a la presencia de un campo magnético uniforme. El radio de la trayectoria de los muones es de 10 cm y el campo magnético presente en la cámara es de 0,5 T.

- Calcular la velocidad de los muones cuando entran en la cámara de detección.
- Explique si las partículas serán aceleradas y modificarán su velocidad durante la trayectoria.
- ¿Qué ocurre con la energía cinética durante la trayectoria?

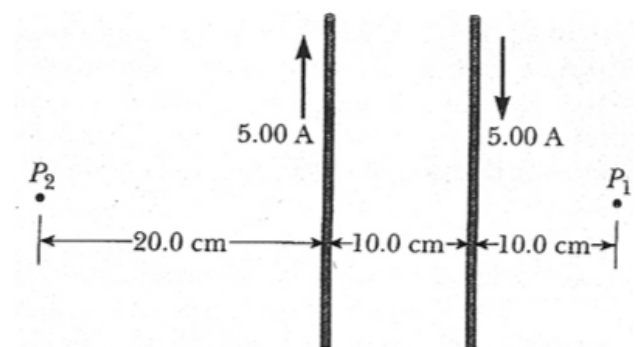
10. En cada caso, encuentre el sentido de la corriente que produciría un campo magnético:



11. ¿A qué distancia de un alambre largo y recto que transporta una corriente de 5 A se encuentra el campo magnético, debido al alambre, que es igual a la intensidad del campo terrestre (aproximadamente 5×10^{-6} T)?

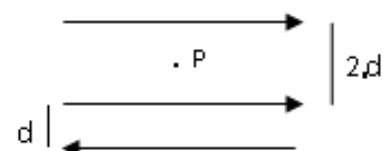
12. Los dos alambres que se muestran en la figura conducen corrientes de 5,00 A en sentidos opuestos y están separados por 10,0 cm. Encuentre la dirección, sentido y la magnitud del vector inducción magnética neto:

- En un punto a mitad de distancia entre ambos alambres
- En el punto P_1 (10,0 cm a la derecha del alambre derecho)
- En el punto P_2 (20,0 cm a la izquierda del alambre izquierdo)

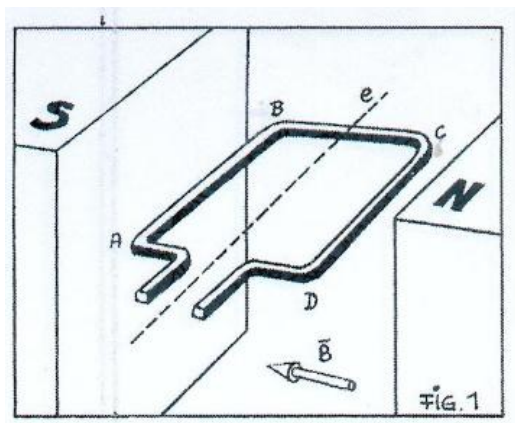


13. Se tienen tres alambres conductores paralelos de 1,2 m de longitud por los que circula una corriente eléctrica de 2 A, en el sentido que muestra la Figura.

- Encuentre el campo magnético resultante en el punto P que equidista de los dos alambres superiores, sabiendo que $d = 0,1$ m.
- Encuentre la fuerza neta sobre el alambre del medio.

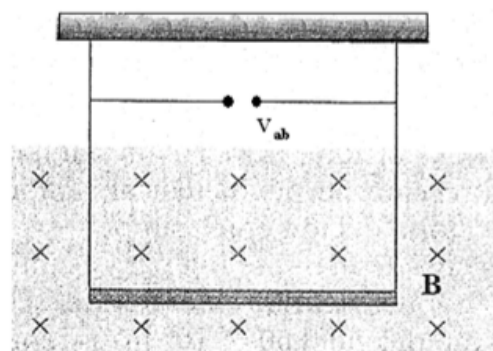


14. Una espira conductora rectangular se encuentra dentro de un campo magnético uniforme como lo indica la Figura. El vector inducción tiene módulo $B = 0,5 \text{ T}$; $AB = 10 \text{ cm}$ y $BC = 5 \text{ cm}$. La espira puede rotar alrededor del eje e . Supongamos que en la espira se establece una corriente eléctrica de intensidad $i = 4 \text{ A}$. Determinar:



- ¿Qué le ocurre a la espira cuando se encuentra en la posición de la Figura, es decir con su plano paralelo al vector B ?
- ¿Qué le ocurre a la espira si se la ubica perpendicularmente a las líneas de inducción?

15. Un conductor suspendido por dos alambres flexibles, como el que se muestra en la Figura, tiene una masa por unidad de longitud de $0,04 \text{ kg/m}$. ¿Qué corriente debe existir en el conductor para que la tensión en los alambres que lo soportan sea cero cuando el módulo del vector inducción magnética es de $3,6 \text{ T}$ hacia el interior de la página? ¿Cuál es el sentido requerido para la corriente?



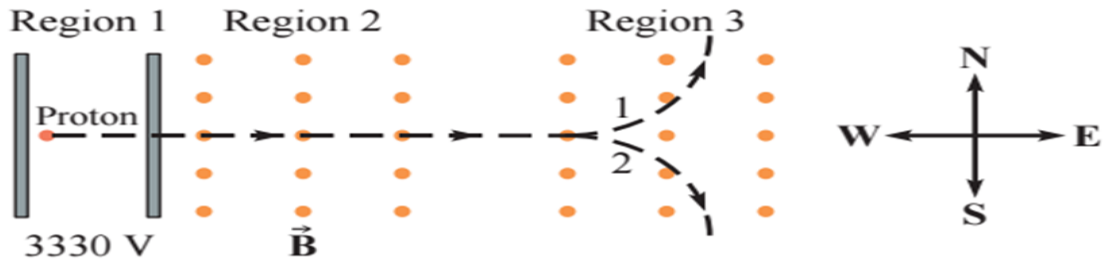
16. Un alambre con un peso por unidad de longitud de $0,08 \text{ N/m}$ está suspendido directamente arriba de un segundo alambre. El primero conduce una corriente de 80 A y el segundo de 60 A . Encuentre la distancia de separación entre los alambres de modo que el alambre de arriba sea sostenido en su lugar por repulsión magnética.

17.(Opcional) Un cable de transmisión está a unos 13 m sobre el suelo. La compañía de energía local afirma que las líneas operan a 240 kV y proporcionan una potencia máxima de 46 MW . Estimar la intensidad del campo magnético que se podría experimentar al caminar bajo una de estas líneas de energía, y compararlo con la intensidad del campo magnético terrestre.

18.(Opcional) Un protón está inicialmente en reposo y se mueve a través de tres regiones diferentes, como se muestra en la Figura. En la Región 1, el protón acelera a través de una diferencia de potencial de 3330 V . En la Región 2, hay un campo magnético de $1,20 \text{ T}$ que apunta hacia afuera de la página y un campo eléctrico que apunta perpendicular al campo magnético y perpendicular a la velocidad del protón. Finalmente, en la Región 3, no hay campo eléctrico, sólo un campo magnético de $1,20 \text{ T}$ que apunta hacia afuera de la página.

- ¿Cuál es la velocidad del protón cuando deja la Región 1 y entra en la Región 2?

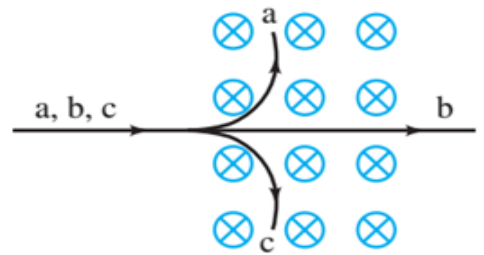
- (b) Si el protón viaja en línea recta a través de la Región 2, ¿cuál es la magnitud y dirección del campo eléctrico?
- (c) En la Región 3, ¿seguirá el protón la trayectoria 1 o 2?
- (d) ¿Cuál será el radio de la trayectoria circular que seguirá el protón en la Región 3?



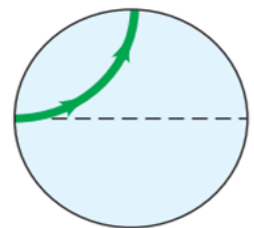
II. PREGUNTAS CONCEPTUALES

1. ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones sobre la fuerza en una partícula cargada debido a un campo magnético **no** son válidas?
- (a) Depende de la carga de la partícula.
 - (b) Depende de la velocidad de la partícula.
 - (c) Depende de la intensidad del campo magnético externo.
 - (d) Actúa en ángulo recto con respecto a la dirección del movimiento de la partícula.
 - (e) Ninguna de las anteriores; todas estas afirmaciones son válidas.

2. Tres partículas, a, b y c, entran en un campo magnético y siguen las trayectorias como se muestra en la Figura. ¿Qué se puede decir sobre la carga de cada partícula? Explicar.

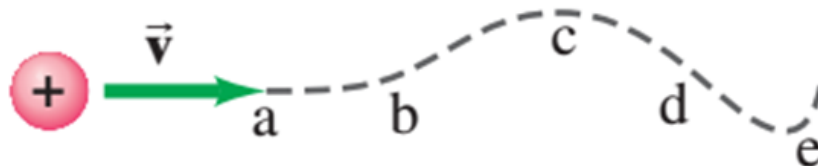


3. Varias cargas entran horizontalmente de izquierda a derecha a un campo magnético uniforme entrante en la página. Analice y represente las trayectorias de los siguientes casos, indicando similitudes y diferencias.
- (a) Una carga positiva $+1q$.
 - (b) Una carga negativa $-2q$.
 - (c) Una partícula sin carga.
4. Un protón entra en un campo magnético uniforme que es perpendicular a la velocidad del protón (ver Figura). ¿Qué sucede con la energía cinética del protón?
- (a) Aumenta.
 - (b) Disminuye.
 - (c) Permanece igual.
 - (d) Depende de la dirección de la velocidad.
 - (e) Depende de la dirección del campo B.



5. Analice las afirmaciones siguientes e indique cuáles son correctas:
- (a) Una carga eléctrica en un campo magnético siempre sufre la acción de una fuerza magnética.
 - (b) Una carga eléctrica en un campo eléctrico siempre sufre la acción de una fuerza eléctrica.

- (c) La fuerza magnética es siempre perpendicular a la velocidad de una carga eléctrica en un campo magnético, si la dirección de la velocidad de la carga eléctrica no es la misma que el campo magnético.
6. Una partícula cargada se mueve en un círculo bajo la influencia de un campo magnético uniforme. Si se enciende un campo eléctrico que apunta en la misma dirección que el campo magnético, describe la trayectoria que tomará la partícula cargada.
7. Una partícula cargada se desplaza de izquierda a derecha sin desviarse, a través de campos eléctricos y magnéticos perpendiculares entre sí.
- (a) Explique por qué la partícula no se desvía.
- (b) Realice un esquema indicando el sentido que deben tener los campos si la partícula fuera:
- un protón.
 - un electrón.
8. Una partícula cargada positivamente en un campo magnético no uniforme sigue la trayectoria mostrada en la Figura. Indica la dirección del campo magnético en puntos cercanos a la trayectoria, suponiendo que la trayectoria siempre esté en el plano de la página, e indica las magnitudes relativas del campo en cada región. Explica tus respuestas.

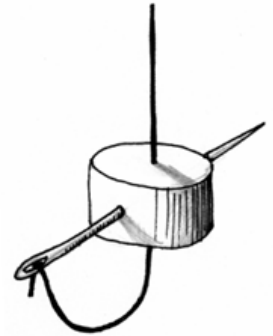


III. ACTIVIDADES

1. En esta experiencia se propone la construcción de una brújula que además puede ser utilizada para identificar los polos de cualquier imán.

(a) Materiales:

- i. Una aguja e hilo de coser.
- ii. Un frasco transparente con tapa.
- iii. Un pedazo de telgopor.
- iv. Un palito o escarbadiente.
- v. Dos o más imanes.
- vi. Un transportador.



(b) Armado:

- i. Frotar la aguja con el imán como mínimo treinta veces y siempre en un mismo sentido.
- ii. Recortar un disco de telgopor de unos 2 cm de radio y 2 cm de espesor aproximadamente.
- iii. Enhebrar el hilo en la aguja. Atravesar el telgopor de la siguiente manera: primero verticalmente y pasando por el centro y luego en forma horizontal dejando la aguja clavada en el interior. Cortar el hilo a 20 cm de distancia del telgopor.
- iv. Utilizando un clavo, hacer un pequeño agujero en el centro de la tapa.
- v. Enhebrar el hilo sobrante a través de la tapa y cerrar el frasco.
- vi. Elegir una altura conveniente y atar el hilo al palillo.
- vii. Colocar el frasco alejado de imanes u objetos metálicos y esperar hasta que la aguja cese su movimiento. Se observará que la aguja se alinea en la dirección Norte-Sur.
- viii. Pintar de un color (por ejemplo, azul) la parte de la aguja que apunta al Norte y de otro color (por ejemplo, rojo) la que apunta al Sur.
- ix. Apoyar el frasco sobre un transportador, con el cero ubicado debajo del extremo norte de la aguja.



2. Identificación de polos de un imán

- (a) Tomar el imán cuyos polos se desee identificar y acercar un extremo al polo Sur de la aguja.
- (b) Si la aguja es repelida significa que ese polo del imán es del mismo tipo. Pintar este extremo de color rojo.

- (c) Si la aguja es atraída significa que es de distinto tipo, es decir que es como el polo Norte. Pintarlo de color azul.
- (d) Repetir la experiencia con otros imanes e identificar sus respectivos polos.
- (e) Elegir dos imanes de la experiencia anterior cuyos polos están identificados. Acercar entre sí dos polos del mismo color (o tipo) y observar cómo se repelen. Luego acercar dos polos diferentes para ver cómo se atraen.
- (f) En el caso de que la aguja no se oriente en la dirección Norte – Sur (que conocemos por la ubicación geográfica del lugar donde estamos) puede ocurrir que:
- i. La aguja no esté lo suficientemente imantada: probar frotando 50 veces.
 - ii. El hilo utilizado sea muy rígido: utilizar un hilo más delgado y flexible.
 - iii. Hay objetos magnéticos como imanes o metales en las proximidades: retirarlos o cambiar el instrumento de lugar.

IV. RESPUESTAS A PROBLEMAS

1. Suponemos un sistema de coordenadas en el cual el eje “x” está orientado hacia la derecha, y el eje “y” hacia arriba. Por consistencia, el eje “z” debe estar orientado hacia afuera de la hoja (lo representamos por un punto, si fuera entrante a la hoja, lo representamos con una cruz). Con esas definiciones, $\mathbf{F} = q\mathbf{v}\mathbf{B}$ tiene las direcciones:
 - (a) $q\mathbf{v}\mathbf{B}$: $+x(-z) = -(-y) = y$ (o sea, hacia arriba).
 - (b) $-(-x)y = z$ (o sea, hacia afuera de la hoja).
 - (c) $+(-x)x = 0$ (no hay fuerza de Lorentz, ya que $\mathbf{v}$ y $\mathbf{B}$ son paralelos).
 - (d) $+y(+x) = -z$ (o sea, hacia adentro de la hoja). Ponemos sólo la componente “x” del campo $\mathbf{B}$, ya que la otra componente no afecta.
2. $|\mathbf{F}_{\text{prot}}| = 8,80 \times 10^{-19} \text{ N}$, dirección hacia arriba. Para el electrón, la fuerza es hacia abajo.
3.
 - (a) $F = 2,78 \times 10^{-12} \text{ N}$ en dirección $\hat{z}$
 - (b) $a = 1,66 \times 10^{15} \text{ m/s}^2$ en dirección $\hat{z}$
4.
 - (a) $Q = 6,4 \times 10^{-19} \text{ C}$
 - (b) Movimiento helicoidal.
5.
 - (a) $v = 4,7 \times 10^6 \text{ m/s}$
 - (b) $r_c = 7,6 \times 10^{-5} \text{ m}$
 - (c) $F_{\text{mag}} = 0 \text{ N}$, porque la fuerza magnética es perpendicular a la trayectoria.
 - (d) $\Delta E_c = 0 \text{ J}$, porque no hay
6.
 - (a) No, no es posible.
 - (b) $\Delta E_c = -2,13 \times 10^{-20} \text{ J}$
7.
 - (a) $|\mathbf{B}| = 1,1 \times 10^{-3} \text{ T}$
 - (b) $t = 1,6 \times 10^{-8} \text{ s}$
8. $r = 0,015 \text{ m}$
9.
 - (a) $v = 4,26 \times 10^7 \text{ m/s}$
 - (b) Serán aceleradas, pero no se modifica la magnitud de la velocidad.
 - (c) $E_c = 1,70 \times 10^{-13} \text{ J}$ (constante)
10.
 - (a) De derecha a izquierda

(b) Hacia fuera de la hoja

(c) De abajo hacia arriba

11. $d = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$

12.

(a) $B = 4 \times 10^{-5} \text{ T}$, hacia dentro de la hoja

(b) $B = 0,5 \times 10^{-5} \text{ T}$, hacia fuera de la hoja

(c) $B = 0,27 \times 10^{-5} \text{ T}$, hacia fuera de la hoja

13.

(a) $B = 2 \times 10^{-6} \text{ T}$, con dirección hacia adentro de la hoja

(b) $F = 4,58 \times 10^{-6} \text{ N}$, con dirección hacia arriba

14.

(a) Se produce un torque y gira

(b) Se producen fuerzas iguales en sentido contrario, pero no gira

15. $i = 0,11 \text{ A}$, por la barra, de izquierda a derecha

16. $d = 0,012 \text{ m}$

17. $B_{\text{cable}} = 49 \times 10^{-6} \text{ T}$; $B_{\text{cable}} = 0,06 B_{\text{terrestre}}$