

Tema 03: Campo magnético.

HOJA DE EJERCICIOS 03

ACTIVIDADES

0301. Campo magnético. Fuerza de Lorentz.

A-1 Un protón, procedente del espacio exterior a la atmósfera (rayos cósmicos), penetra con una velocidad de 10^7 m/s en el campo magnético terrestre, en dirección perpendicular al mismo. ¿Con qué fuerza magnética es desviado si la intensidad del campo magnético terrestre en el lugar es de 1 mT? ¿Con qué aceleración se desplazará?

A-2 Una partícula α se introduce perpendicularmente en un campo magnético de 2.000 T con una velocidad de $4,5 \cdot 10^5$ m/s. Calcular la fuerza magnética sobre la partícula.

A-3 Un electrón se mueve a 10^6 m/s en un campo magnético perpendicular de 2 T. Calcula el módulo de la fuerza magnética que actúa sobre él y el radio de la órbita que describe. Dibuja la trayectoria seguida en un campo magnético entrante al papel.

A-4 Un protón que se mueve con una velocidad de 10.000 km/s penetra perpendicularmente en un campo magnético de 0,1 T. a) ¿Cuál es el periodo del movimiento del protón? b) ¿Cuántos giros completa en 1 s?

0302. Aplicaciones de la fuerza de Lorentz

A-5 Un protón que se mueve en el sentido positivo del eje X con velocidad constante penetra en una región del espacio donde hay un campo eléctrico $E = 4 \cdot 10^5$ k N/C y un campo magnético $B = -2j$ T. a) Determine la velocidad que debe llevar el protón para que atraviese dicha región sin ser desviado. b) Describa que le ocurre al protón si $E = 6 \cdot 10^5$ k N/C. c) Describa que le ocurre al protón si $B = -3j$ T.

A-6 Un ciclotrón ha sido diseñado para acelerar protones; su radio es de 50 cm y su campo magnético de 1,4 T. Calcula: A) La frecuencia del ciclotrón. B) La máxima energía en MeV que podría alcanzarse.

A-7 Un espectrómetro de masas utiliza un selector de velocidades consistente en dos placas paralelas separadas 5 mm, entre las que se aplica una diferencia de potencial de 250 V. El campo magnético cruzado en la región de las placas vale 0,5 T. Calcula: A) La velocidad de los iones que entran en el espectrómetro. B) La distancia entre los picos de los registros correspondientes al $^{232}\text{Th}^+$ y $^{228}\text{Th}^+$ si el campo magnético con el que opera el espectrómetro en su interior es de 1 T.

0303. Campos magnéticos creados por cargas y corrientes

A-8 Calcula y representa el campo magnético creado por un hilo conductor situado sobre el eje Y y que transporta una corriente de 10 A en el sentido positivo del eje, en los puntos: A (2,0,0); B(2,0,2); C(0,0,2) y D(-2,0,-2)

A-9 Un solenoide de 20 cm de longitud formado por 600 espiras tiene una resistencia de 12 Ω . Determina el valor del campo magnético en su interior cuando está conectado a una diferencia de potencial de 100 V.

0304. Acción de campos magnéticos sobre corrientes

A-10 Un hilo de 50 cm de longitud está sobre el eje Y transporta una corriente de 1 A en la dirección positiva del eje Y. El hilo se encuentra en una zona donde existe un campo magnético $B = (0,2i - 0,4j + 0,5k)$ T. ¿Cuál es la fuerza que actúa sobre el hilo?

A-11 Una varilla de 200 g y 40 cm de longitud es recorrida por una intensidad de 2 A. Si la varilla está apoyada en una superficie horizontal de coeficiente de rozamiento 0,3, calcula el valor y la dirección del campo magnético para que comience a deslizarse.

0305. Comportamiento de la materia en campos magnéticos

0306. Comparación con los campos eléctricos y gravitatorios.

EJERCICIOS DEL TEMA

TEORÍA

Comportamiento de la materia en campos magnéticos. Magnetismo terrestre.

Movimiento de una carga eléctrica en el seno de un campo magnético.

Campo magnético. Fuerza de Lorentz.

El ciclotrón y el espectrómetro de masas.

VERDADERO o FALSO

A) "Toda carga eléctrica crea campos magnéticos."

B) "Dos hilos conductores por los que circula una corriente se atraen"

C) "La fuerza que un campo magnético ejerce sobre una corriente eléctrica es paralela a la corriente"

D) "Un electrón y un protón que se mueven con la misma velocidad en dirección perpendicular a un campo magnético sufrirán la misma curvatura".

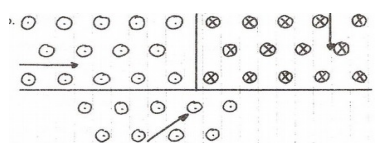
E) "Una partícula cargada que se mueve en un campo magnético uniforme aumenta su velocidad cuando se desplaza en la misma dirección de las líneas de campo."

CUESTIONES

1. Dos partículas materiales, P_1 y P_2 , poseen cargas iguales y de signos contrarios, en tanto que la masa de P_1 es mayor que la de P_2 . Ambas partículas, que se mueven con la misma velocidad, penetran en un campo magnético uniforme, con una dirección perpendicular al mismo. Al entrar en el campo, las dos partículas curvan sus trayectorias en sentidos contrarios. Confecciona un diagrama del efecto. ¿Cuál de ellas tendrá la trayectoria de mayor radio de curvatura? Razone la respuesta.

2. Por dos conductores rectilíneos paralelos circulan corrientes de igual intensidad. Indica la dirección y sentido de las fuerzas que se ejercen los conductores entre sí. ¿Depende esta fuerza de la corriente que circula por ellos? En función de lo anterior, define el amperio e indica si es una magnitud fundamental o derivada.

3. Un electrón penetra en el interior de un campo magnético, tal como se indica en las figuras. Señala la trayectoria que seguirá en cada caso.



4. Dibujar cualitativamente el vector campo eléctrico y el vector campo magnético originados por una carga q positiva, que se mueve a lo largo del eje X , en uno cualquiera de los puntos de su alrededor.

5. ¿Es posible que sobre un conductor rectilíneo por el que circula una corriente, situado en el interior de un campo magnético, no actúe ninguna fuerza?

6. Un protón entra, con una velocidad v , en una región del espacio donde existe un campo magnético uniforme. Indique, con la ayuda de un esquema, las posibles trayectorias del protón en el interior del campo magnético y explique qué ocurre con la energía cinética del protón.

7. Un electrón, un protón y un átomo de helio penetran perpendicularmente en un campo magnético uniforme. A) Dibuja la trayectoria que describe cada partícula. ¿Sobre cuál de ellas se ejerce una fuerza mayor? B) Compara las aceleraciones de las tres partículas. ¿Cómo varía su energía cinética?

8. Una partícula con carga negativa ($-q$) se mueve hacia arriba en el plano del papel con velocidad constante. Al entrar en un campo magnético (B) perpendicular que sale del papel, a) ¿Qué fuerza actúa sobre la partícula (dirección, sentido, ecuación)? b) ¿Qué tipo de movimiento realiza la partícula? c) ¿Qué dirección y sentido tendría que tener un campo eléctrico aplicado en la misma región para que la carga mantuviera su trayectoria sin desviarse? Explícalo. NOTA: Despreciar los efectos de la gravedad.

9. De los tres vectores que aparecen en la ecuación $\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$, ¿cuáles son siempre perpendiculares entre sí y cuáles pueden no ser siempre perpendiculares? Explica la respuesta.

10. Indique el tipo de movimiento de una partícula cargada positivamente que posee inicialmente una velocidad $\mathbf{v} = v \mathbf{i}$ al penetrar en cada una de las siguientes regiones: a) Región con un campo magnético uniforme: $\mathbf{B} = B \mathbf{i}$. b) Región con un campo eléctrico uniforme: $\mathbf{E} = E \mathbf{i}$. c) Región con un campo magnético uniforme: $\mathbf{B} = B \mathbf{j}$. d) Región con un campo eléctrico uniforme: $\mathbf{E} = E \mathbf{j}$. Nota: Los vectores \mathbf{i} y \mathbf{j} son los vectores unitarios según los ejes X e Y respectivamente.

11. La frecuencia de giro de una partícula cargada en un campo magnético uniforme se llama "frecuencia ciclotrónica". Demuestra que la frecuencia ciclotrónica de una partícula con carga q , que penetra con velocidad v perpendicularmente en un campo magnético B , no depende de la velocidad de la partícula.

12. ¿Puede ser nula la fuerza magnética que se ejerce sobre una partícula cargada que se mueve en el seno de un campo magnético? ¿Y la fuerza eléctrica sobre una partícula cargada que se mueve en el seno de un campo eléctrico?

PROBLEMAS

1. Un electrón se mueve en una órbita circular de 50 cm de radio, sometido a la acción de un campo magnético uniforme, perpendicular al vector velocidad y de 10^{-3} T de intensidad. a) Calcula la velocidad del electrón y su energía cinética, expresada en eV. b) Calcula el periodo de su movimiento

orbital.

2. Dos hilos conductores rectos, muy largos y paralelos (A y B) están separados 20 cm y transportan corrientes del mismo sentido de valores $I_A = 5$ A y $I_B = 3$ A. A) Calcula el módulo, dirección y sentido del campo magnético en el punto medio (D) del segmento que los une. B) Calcula el módulo, dirección y sentido de la fuerza ejercida sobre un tercer conductor C paralelo a los anteriores, de 0,5 m y por el que circula una intensidad $I_C = 2$ A en el mismo sentido.

3. Un conductor de 10 cm de longitud está situado sobre el eje de abscisas. Por el mismo, circula una corriente de 5 A, dirigida hacia las x negativas. En la región en la que se sitúa el conductor existe un campo magnético uniforme de módulo 0,01 T, dirigido según el eje Z, en el sentido de las z crecientes. a) Encontrar el valor de la fuerza que actúa sobre el conductor. b) Ídem, si el campo es paralelo al plano XZ y forma 60° con el eje Z. c) Ídem, si el campo tiene la dirección del eje X. d) Ídem, si el campo está dirigido según el eje Y, hacia las y crecientes.

4. Suponer un hilo homogéneo de corriente de 0,3 m de longitud y masa 20 g. Determinar la intensidad de corriente que debe circular por él y la forma de colocarlo en un campo magnético de 1 T que salga del papel, para que sea compensada la atracción gravitatoria terrestre.

5. Un electrón que se mueve en sentido positivo del eje OX con velocidad de $6 \cdot 10^4$ m·s⁻¹ penetra en una región en la que existe un campo magnético B de 0,06 T dirigido en el sentido positivo del eje OZ. Calcular:

- Diferencia de potencial necesaria para que el electrón adquiera la energía cinética necesaria.
- Calcula la aceleración a la que está sometido el electrón cuando penetra en el campo.
- Explica, razonadamente, el tipo de trayectoria que describe el electrón, el valor de su energía cinética y el trabajo realizado por el campo magnético.
- Calcula el radio de la trayectoria y el período del movimiento.
- Campo eléctrico que habría que aplicar para que el electrón mantuviera rectilínea su trayectoria.

6. Dos protones se desplazan paralelamente el uno al otro, separados una distancia r, con una velocidad igual para ambos y de valor 10^5 m/s. Hallar la relación entre las fuerzas de interacción magnética y eléctrica ejercidas entre dichos protones.

7. Un solenoide de longitud 0,2 m y radio 2 cm está formado por 200 vueltas de hilo estrechamente arrolladas. La corriente que pasa por el solenoide es de 5 A. Calcular el campo magnético en el centro del solenoide.

8. Por dos largos conductores rectilíneos y paralelos, separados una distancia $L = 0,5$ m, circula una corriente $I_1 = 2$ A e $I_2 = 4$ A en sentidos opuestos.

- Calcula el campo magnético (módulo y orientación) en un punto como el P_1 , equidistante de ambos conductores y situado en su mismo plano.



- Considera un punto P_2 donde el campo magnético total es nulo. Razona por qué este punto ha de estar encima de ambas corrientes y en su mismo plano, como se indica en la figura.
- Calcula la distancia x de P_2 a I_1 .

9. En una misma región del espacio existen un campo eléctrico uniforme de valor $0,5 \cdot 10^4$ V/m y otro magnético uniforme de valor 0,3 T, siendo sus direcciones perpendiculares entre sí: A) ¿Cuál deberá ser la velocidad de una partícula cargada que penetra en esa región en dirección perpendicular a ambos campos para que pase a través de la misma sin ser desviada? B) Si la partícula es un protón, ¿cuál deberá ser su energía cinética para no ser desviado?

10. Una carga de 10 mC se mueve con velocidad $\mathbf{v} = 300 \mathbf{i} + 200 \mathbf{j}$ (m/s) en el instante en que penetra en una región en la que existe un campo magnético $\mathbf{B} = -2 \mathbf{k}$ (T). a) Representa la situación gráficamente y obtén la fuerza (vector y módulo) que actuará sobre la carga en ese instante. ¿Se mantendrá constante la fuerza? b) Realiza un dibujo representando la trayectoria seguida por la partícula y calcula el radio de giro de la misma suponiendo que su masa fuese 10 μg .

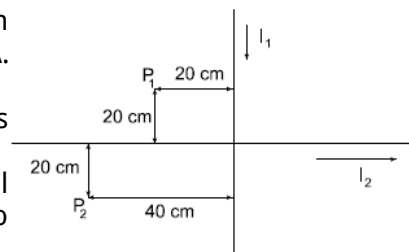
11. Un ion ^{58}Ni , de carga $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C y masa $9,62 \cdot 10^{-26}$ kg, se acelera desde el reposo al hacerle pasar por una zona en la que existe una diferencia de potencial de 3.000 V. A continuación, entra en una zona donde únicamente existe un campo magnético uniforme de 0,12 T, perpendicular al plano de su trayectoria y dirigido hacia arriba, es decir, en sentido saliente. a) Calcula la velocidad que posee el ion tras ser acelerado. b) Determina el radio de curvatura de la trayectoria del ion en la zona

del campo magnético. c) Calcula el nuevo radio si repetimos la experiencia con el ion ^{60}Ni , cargado del mismo modo, y con una masa cuya relación con respecto a la del otro ion es 60/58. ¿Qué utilidad podemos dar al dispositivo descrito en el problema?

12. En la cámara de ionización de un espectrómetro de masas se obtienen iones H_2^+ . Estos iones se aceleran mediante una diferencia de potencial de 1500 V y penetran en un campo magnético uniforme de 0,1 T perpendicular a la velocidad de los iones. Calcula: a) La velocidad con la que los iones penetran en el campo magnético. b) El radio de la órbita circular que describen los iones en el interior del campo magnético.

13. Dos conductores rectos, indefinidos y perpendiculares, están recorridos por dos corrientes de valores: $I_1 = 10 \text{ A}$ e $I_2 = 20 \text{ A}$. Calcula:

- El campo creado por ambos conductores en los puntos P_1 y P_2 .
- ¿Qué relación ha de existir entre las intensidades y cuál ha de ser el sentido ambas para que el campo magnético creado en P_2 sea nulo?



14. Un positrón (antipartícula del electrón) entra en un campo magnético $B = 0,1 \text{ T}$ en la dirección del eje Y, con una velocidad de 100000 m/s en la dirección del eje X. Calcula la fuerza que el campo realiza sobre el positrón, el radio de la circunferencia que describe, la frecuencia de su movimiento, la variación de su energía cinética y el trabajo realizado por el campo sobre el positrón.

15. Un electrón penetra perpendicularmente en un campo magnético uniforme de $3 \cdot 10^{-3} \text{ T}$ con una velocidad de $1,6 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. A) Dibuja un esquema que represente el campo, la fuerza y la trayectoria del electrón. B) Calcula el radio de la trayectoria. ¿Cómo cambiaría la trayectoria si se tratara de un protón? C) Determina el campo eléctrico que debemos superponer al magnético para que el electrón describa un MRU.

16. Un protón, tras ser acelerado por una diferencia de potencial de 25000 V, penetra perpendicularmente en un campo magnético y describe una trayectoria circular de 40 cm de radio. Determina: A) La inducción magnética; B) El radio de la trayectoria para un valor doble de la inducción magnética.

17. Una partícula atómica, que parte del reposo, es acelerada por una diferencia de potencial V, entrando en una zona en la que existe un campo magnético uniforme B, perpendicular a su trayectoria, bajo cuya acción describe una circunferencia de radio R. Calcula la carga específica (carga por unidad de masa) de dicha partícula. Datos: $V = 2.000 \text{ V}$; $B = 0,1 \text{ T}$; $R = 1 \text{ m}$.

18. Por dos conductores rectilíneos paralelos separados por una distancia d circulan corrientes eléctricas iguales pero de sentidos contrarios. a) Determina el valor del campo magnético en el punto medio entre ambos conductores. b) En dicho punto y paralelamente a la primera corriente se mueve un electrón con una velocidad de 10^4 m/s , determina el módulo, dirección y sentido de la fuerza magnética sobre el electrón. Datos: ($I = 3 \text{ A}$, $d = 1 \text{ cm}$)

19. Dos largos hilos conductores rectilíneos y paralelos, separados por una distancia $d = 5 \text{ cm}$, transportan en sentidos opuestos la misma intensidad de corriente. La fuerza por unidad de longitud que se ejercen entre ambos conductores es $2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}$. a) ¿Cuál es la intensidad de corriente que circula por los conductores? b) Determina el valor del campo magnético en A que está situado en el punto medio entre ambos conductores. c) En A circula una partícula cargada $q = 10^{-6} \text{ C}$ con una velocidad de 10^4 m/s en dirección paralela a los conductores, ¿cuál será la fuerza que actúa sobre la partícula?

20. Un protón penetra en el interior de un campo magnético con una velocidad perpendicular a la dirección de dicho campo. Si la intensidad de campo magnético es 20 T y su velocidad es $2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. Calcule: a) La fuerza que se ejerce sobre él. b) El radio de la trayectoria que describe. c) El periodo del movimiento. d) Haga un esquema donde se aprecie el sentido del movimiento.

21. Una partícula alfa ($q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ y $m = 6,5 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$) describe una circunferencia de 40 cm de diámetro en el interior de un campo magnético uniforme de 2,5 T. Halla el periodo del movimiento, la velocidad y la energía cinética en eV de la partícula.

22. Un electrón se acelera por la acción de una diferencia de potencial de 20.000 V, para ser sometido posteriormente a un campo magnético uniforme de 0,6 T perpendicular a la trayectoria del electrón. Determina: a) La velocidad del electrón al entrar en el campo magnético. b) El radio de la trayectoria

del electrón en el interior del campo magnético. c) El periodo del movimiento circular.

23. Dos alambres muy largos, rectilíneos y paralelos, por los que circulan intensidades de corriente de 2 A y 3 A en sentidos opuestos, están separados 20 cm. Calcula la inducción magnética en un punto situado entre los dos hilos, en el plano definido por ambos y a 7 cm del primero.

24. Se acelera un protón ($m = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg y $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C) a través de una diferencia de potencial de 10^4 V. Entonces el protón entra perpendicularmente a un campo magnético, recorriendo una trayectoria circular de 40 cm de radio. A) Dibuja un esquema que represente la situación descrita en el ejercicio. B) Calcula el valor del campo magnético. C) Halla la frecuencia del movimiento del protón.