



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Avellaneda

Física II - 2^{do} 31

Guía de problemas de la unidad II
segunda parte

Magnetostática

Contenidos

12 Fuerza magnética	1
13 Ley de Biot-Savart y Ley de Ampère	3
14 Preguntas sobre magnetostática para el análisis	5
Respuestas de la unidad II - segunda parte	7

12. Fuerza magnética

12.1 Un alambre de un metro de largo lleva una corriente $i = 10\text{ A}$ y forma un ángulo de 30° con un campo magnético uniforme de módulo $B = 1,5\text{ T}$, como indica la figura 12.1. Calcular la fuerza que actúa sobre el alambre.

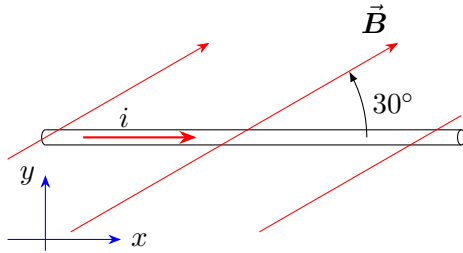


Figura 12.1: Problema 12.1

12.2 La figura 12.2 muestra una bobina rectangular suspendida del brazo de una balanza analítica. Pende entre los polos de un electroimán con el plano de la bobina paralelo a las caras de los polos. En la región marcada el campo magnético es uniforme y es despreciablemente pequeño en las proximidades de la parte superior del hilo. La bobina tiene 15 vueltas y la longitud del lado de la base es de 8 cm. Cuando circula una corriente igual a 0,4 A por la bobina debemos añadir una sobrecarga de 60,5 g al platillo de la derecha para establecer el equilibrio en el sistema. Determinar cuál el módulo del campo magnético.

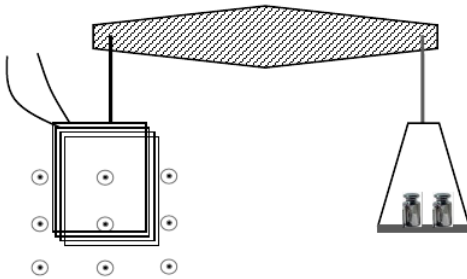


Figura 12.2: Problema 12.2

12.3 La figura 12.3 muestra una bobina con 20 espiras cuadradas, de lado igual 5 cm, por la que circula la corriente $i = 0,10\text{ A}$. Verificar que el momento sobre una espira puede calcularse como

$\vec{M} = \vec{m} \times \vec{B}$, donde \vec{m} es el momento magnético de la espira, y hallar qué momento actúa sobre la bobina si está colocada de forma que el plano forma un ángulo $\alpha = 60^\circ$ con respecto al eje i , en presencia de un campo magnético uniforme $\vec{B} = 0,50\text{ T}\hat{j}$.

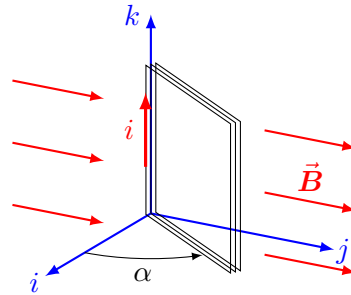


Figura 12.3: Problema 12.3

12.4 Una barra conductora tiene 40 cm de longitud y 30 g de masa, y desliza libremente sobre las tiras metálicas de los extremos del plano inclinado mostrado en la figura 12.4, conectadas entre sí por un segmento conductor en la base de la rampa, mientras una corriente i fluye a través del circuito indicado. El ángulo del plano inclinado es $\alpha = 37^\circ$ y el sistema está inmerso en un campo magnético uniforme $\vec{B} = -0,20\text{ T}\hat{y}$. ¿De qué magnitud debe ser i para que la barra permanezca en reposo?

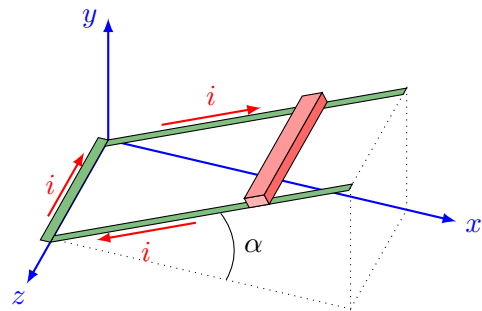


Figura 12.4: Problema 12.4

12.5 Un conductor que transporta una corriente $i = 3,0\text{ A}$, está doblado sobre el plano xy como se muestra en la figura 12.5 y permanece en una zona donde existe un campo magnético $\vec{B} = 0,70\text{ T}\hat{x}$. El radio R del semicírculo es

0,50 m. ¿A qué fuerza está sometido el conductor?

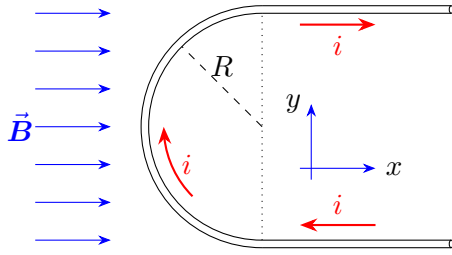


Figura 12.5: Problema 12.5

12.6 Mostrar que para la espira de la figura 12.6, por la cual circula una corriente y se encuentra sumergida en un campo magnético uniforme perpendicular al plano de la espira, la fuerza resultante es nula.

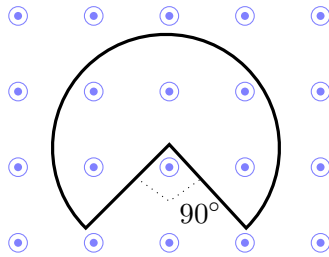


Figura 12.6: Problema 12.6

12.7 Un electrón se está moviendo con una velocidad de 4×10^6 m/s en la dirección positiva del eje x , cuando ingresa en una zona del espacio donde existe un campo eléctrico uniforme $\vec{E} = 2000$ V/m \hat{y} . Encontrar el campo magnético necesario para que en esa región el electrón no se desvíe de su trayectoria.

12.8 Un electrón pasa por el punto A de la figura 12.7 con una velocidad de módulo $V_0 = 1 \times 10^7$ m/s. Calcular: a) El valor y el sentido del campo magnético uniforme que obliga al electrón a seguir la trayectoria semicircular desde A hacia B . b) El tiempo necesario para que el electrón se mueva desde A hasta B .

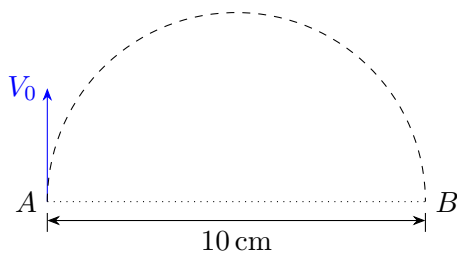


Figura 12.7: Problema 12.8

12.9 Un ion que parte del reposo en el vacío es acelerado por dos placas paralelas entre las que existe una ddp de 1000 V como indica la figura 12.8. Al salir de la segunda placa, el ion se mueve bajo la acción de un campo magnético uniforme de módulo $B = 0,1$ T, normal al plano de la trayectoria. Si el radio de curvatura de la trayectoria es 0,3 m, ¿cuál es la masa del ion si su carga es la del electrón?

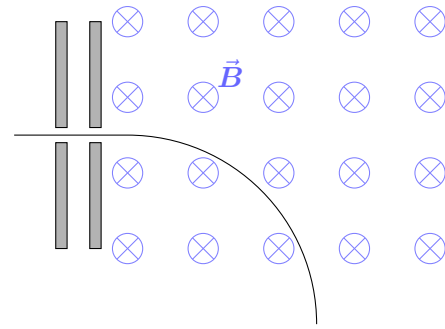


Figura 12.8: Problema 12.9

12.10 Un electrón con una energía de 2,0 keV se dispara en un campo uniforme de 0,10 T y su velocidad forma un ángulo de 89° con el mismo. Muestre que la trayectoria será una hélice, con su eje en la dirección del campo. Encuentre el periodo T , el paso p y el radio r de la hélice.

13. Ley de Biot-Savart y Ley de Ampère

13.1 Calcular el módulo del campo magnético en el punto P , ubicado en el punto medio entre los dos cables paralelos mostrados en la figura 13.1. Los cables pueden considerarse rectos e infinitos.

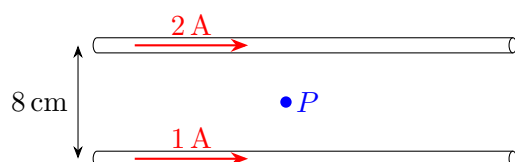


Figura 13.1: Problema 13.1

13.2 La figura 13.2 muestra las corrientes transportadas por tres cables infinitos y paralelos al eje x . a) Determinar el vector campo magnético resultante en el punto P , ubicado sobre el eje z a 3 cm arriba del cable central. b) Calcular la fuerza neta por unidad de longitud ejercida sobre el cable central.

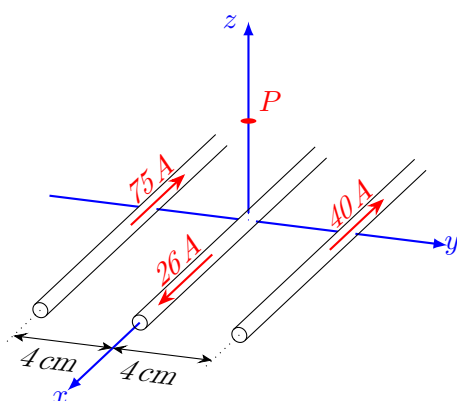


Figura 13.2: Problema 13.2

13.3 La figura 13.3 muestra tres cables infinitos, paralelos entre sí, que pasan perpendicularmente a la página por los vértices del triángulo mostrado. Las corrientes i_1 e i_3 salen de la página y valen 20 A y 32 A respectivamente, y la corriente i_2 entra a la página y vale 20 A. Calcular el módulo de la fuerza neta por unidad de longitud que las corrientes i_1 e i_2 ejercen sobre el conductor que transporta a i_3 .

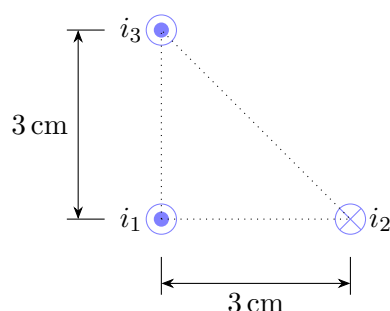


Figura 13.3: Problema 13.3

13.4 Calcular el módulo del campo magnético producido por la corriente $i = 15$ A que circula por un segmento de cable de longitud $L = 0,20$ m, en el punto P ubicado a una distancia $L/2$ del centro del cable, como se muestra en la figura 13.4.

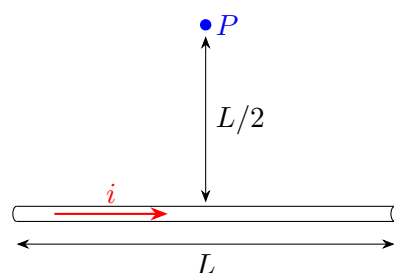


Figura 13.4: Problema 13.4

13.5 Determinar el módulo del campo magnético en el centro de una espira cuadrada de 4 cm de lado, que transporta una corriente de 28 A.

13.6 Un alambre recto que transporta una corriente i_1 está colocado sobre el eje de una espira circular por la que corre una corriente i_2 , como se muestra en la figura 13.5. Demostrar que la fuerza ejercida por la espira sobre el alambre es nula.

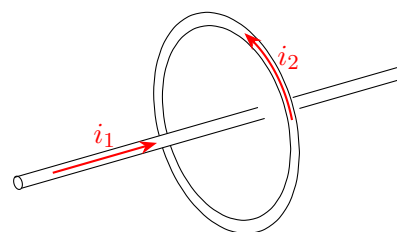


Figura 13.5: Problema 13.6

13.7 Un hilo muy largo tiene un bucle semicircular de radio R como indica la figura 13.6. Si por el hilo circula una corriente i , verificar que el campo magnético en el centro P es:

$$B = \frac{\mu_0 i}{4R} \quad \text{entrando a la página}$$

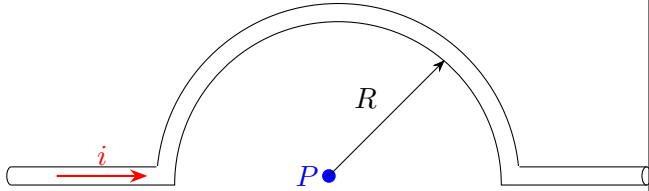


Figura 13.6: Problema 13.7

13.8 Calcular el campo magnético (módulo y sentido) en el punto P producido por la corriente que circula en el conductor mostrado en la figura 13.7. Datos: $i = 20 \text{ A}$; $a = 5 \text{ cm}$; $b = 10 \text{ cm}$.

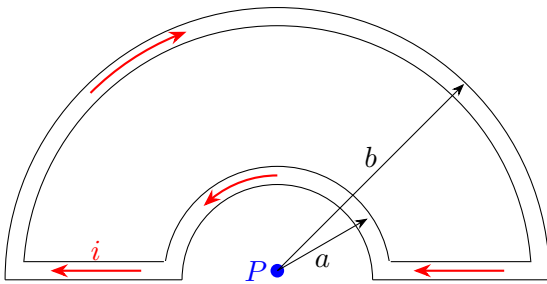


Figura 13.7: Problema 13.8

13.9 Un hilo largo que transporta una corriente i se curva en forma de horquilla como muestra la figura 13.8. Demostrar que el campo magnético en P , situado en el centro de la semicircunferencia, vale:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2R} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \right) \hat{z}$$

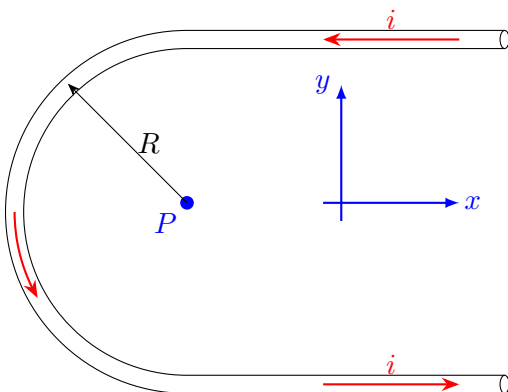


Figura 13.8: Problema 13.9

13.10 Dos conductores coplanarios se disponen como indica la figura 13.9. Considere a los conductores lineales e infinitos. Obtener la siguiente expresión para el módulo de la fuerza que ejerce sobre el segmento de longitud b del conductor que transporta a i_2 como consecuencia del campo generado por la corriente i_1 :

$$F = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi \sin \alpha} \ln \left(\frac{a+b}{a} \right)$$

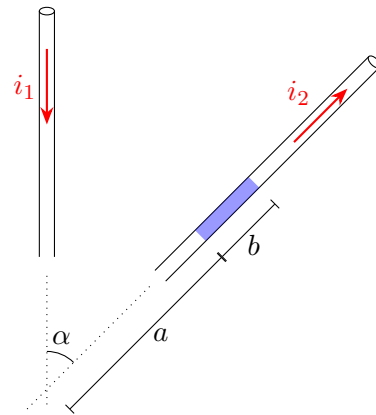


Figura 13.9: Problema 13.10

14. Preguntas sobre magnetostática para el análisis

En esta sección se requiere brindar respuestas argumentadas.

14.1 Explique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- a) La fuerza magnética que actúa sobre una partícula cargada móvil es siempre perpendicular a la velocidad de la partícula.
- b) El momento del par que actúa sobre un imán tiende a alinear el momento magnético en la dirección del campo magnético.
- c) Una espira de corriente en un campo magnético uniforme se comporta como un pequeño imán.
- d) El período de una partícula moviéndose en círculo en un campo magnético es proporcional al radio del círculo.
- e) Los imanes existen en la naturaleza y presentan dos o más polos.
- f) Al igual que los cuerpos electrizados, los polos de distinto tipo de atraen y los de igual tipo se repelen.

14.2 Contestar cuál opción es la correcta. Al hacer dos cortes en un imán de barra con dos polos en los extremos, dividiéndolo en tres partes iguales, como se muestra en la figura 14.1, se obtienen:

- a) Tres imanes completos (cada uno con sus polos Norte y Sur).
- b) Uno con un polo Norte, uno con un polo Sur, y un fragmento no magnetizado.
- c) Dos imanes completos y un fragmento no magnetizado.
- d) Dos fragmentos no magnetizados y un imán completo.
- e) Tres fragmentos no magnetizados.



Figura 14.1: Problema 14.2

14.3 ¿Podría una partícula cargada moverse a través de un campo magnético sin experimentar fuerza alguna?

14.4 La fuerza magnética sobre una partícula cargada en movimiento siempre es perpendicular al campo magnético. ¿La trayectoria siempre es perpendicular a las líneas de campo magnético?

14.5 Una partícula cargada se mueve a través de una región del espacio con velocidad constante. Si el campo magnético externo es igual a cero en esta región, ¿se puede concluir que el campo eléctrico externo también vale cero? (Con “externo” nos referimos a aquellos campos que no son producidos por la partícula cargada.) Si el campo eléctrico externo es cero en la región, ¿se puede concluir que el campo magnético externo también es cero?

14.6 ¿Cómo puede determinarse la dirección de un campo magnético únicamente con observaciones cualitativas de la fuerza magnética sobre un alambre recto que transporta corriente?

14.7 Un estudiante afirma que si un relámpago cae sobre un mástil metálico, la fuerza ejercida por el campo magnético terrestre sobre la corriente en el mástil puede ser lo suficientemente grande como para doblarlo. Las corrientes comunes de los relámpagos son del orden de 10^4 A a 10^5 A. ¿La opinión del estudiante está justificada?

14.8 Contestar verdadero o Falso (Si la afirmación es verdadera, explicar por qué lo es. Si es falsa, un contraejemplo).

- a) El campo magnético debido a un elemento de corriente es paralelo a este elemento.
- b) El campo magnético producido por un elemento de corriente varía en razón inversa con

el cuadrado de la distancia al elemento.

- c) El campo magnético debido a un conductor largo varía en razón inversa con el cuadrado de la distancia al conductor.
- d) La ley de Ampère es válida sólo si existe alto grado de simetría.

14.9 ¿Qué opción es correcta? El magnetismo terrestre se debe principalmente

- a) al movimiento de rotación de la Tierra en torno de su eje.
- b) al viento solar.
- c) al alto contenido de hierro del núcleo terrestre.
- d) a que el núcleo terrestre rota de un modo ligeramente diferente al resto del planeta.
- e) por las corrientes de lava volcánica que se mueve debajo de la corteza terrestre y sobre la cual flotan los continentes.

14.10 En los libros de texto se analiza el campo magnético de un conductor infinitamente largo y recto que transporta una corriente. Por supuesto, no hay nada que sea infinitamente largo. ¿Cómo determinaría usted que un alambre en particular es suficientemente largo como para considerarlo infinito?

14.11 Suponga que tiene tres alambres largos y paralelos dispuestos de manera que, vistos en sección transversal, se encuentran en los vértices de un triángulo equilátero. ¿Hay algún modo de arreglar las corrientes de manera que los tres alambres se atraigan entre sí? ¿Y de modo que los tres se rechacen entre sí?

14.12 Dos espiras circulares concéntricas coplanares de alambre, de distinto diámetro, conducen corrientes en el mismo sentido. Describa la naturaleza de la fuerza ejercida sobre la espira interior por la espira exterior, y sobre la espira exterior por la espira interior.

14.13 Se envió una corriente a través de un resorte helicoidal. El resorte se contrajo, como si se hubiera comprimido. ¿Por qué?

14.14 Si la magnitud del campo magnético a una distancia R de un alambre largo, recto y que conduce corriente es B , ¿a qué distancia del alambre el campo tendrá una magnitud de $3B$?

14.15 Dos cables muy largos y paralelos, transportan corrientes iguales en sentidos opuestos. ¿Hay algún sitio en el que sus campos magnéticos se anulen por completo? Si es así, ¿dónde? Si no, ¿por qué? ¿Cómo cambiaría la respuesta si las corrientes tuvieran el mismo sentido?

Respuestas de la unidad II - segunda parte

12.1 $\vec{F} = 7,5 \text{ N} \hat{z}$

12.2 $1,24 \text{ T}$

12.3 $\vec{M} = -2,17 \times 10^{-3} \text{ N m} \hat{k}$

12.4 $2,77 \text{ A}$

12.5 $\vec{F} = -2,1 \text{ N} \hat{z}$

12.7 $\vec{B} = 5 \times 10^{-4} \text{ T} \hat{z}$

12.8 a) $1,138 \times 10^{-3} \text{ T}$, perpendicular y entrando a la hoja
b) $1,57 \times 10^{-8} \text{ s}$

12.9 $7,2 \times 10^{-26} \text{ kg}$

12.10 $T = 3,57 \times 10^{-10} \text{ s}$
 $p = 0,16 \text{ mm}$
 $r = 1,5 \text{ mm}$

13.1 $5 \times 10^{-6} \text{ T}$

13.2 a) $\vec{B} = (1,03 \hat{y} - 1,12 \hat{z}) 10^{-4} \text{ T}$
b) $\vec{F}/l = 4,55 \times 10^{-3} \text{ N/m} \hat{y}$

13.3 $3,0 \times 10^{-3} \text{ N/m}$

13.4 $2,12 \times 10^{-5} \text{ T}$

13.5 $7,92 \times 10^{-4} \text{ T}$

13.8 $6,28 \times 10^{-5} \text{ T}$, saliendo de la página.