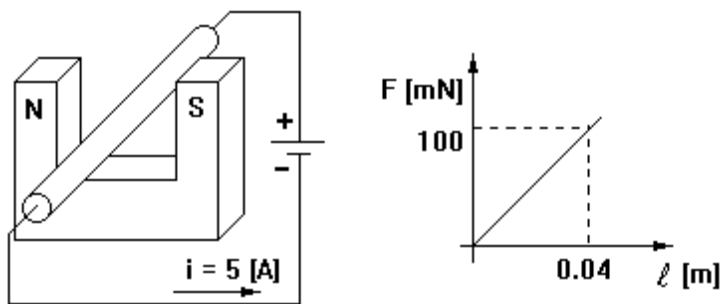


## Interacciones magnéticas

### Ejercicios propuestos

1. En cierto laboratorio se realizó un experimento como el mostrado en la figura, donde se varió la longitud del conductor para obtener datos sobre la fuerza magnética. El conductor está colocado perpendicularmente a las líneas de campo magnético. Con base en la figura y en la gráfica, obtenga:



- El modelo matemático que relaciona a  $F$  con  $\ell$ .
- La magnitud del campo magnético del imán.
- ¿Qué longitud debe tener el conductor para que  $F = 1 \text{ [N]}$ ?
- Si el conductor se gira  $90$  grados, ¿cuánto vale la magnitud de la fuerza para una longitud del conductor de  $1 \text{ [m]}$ ?

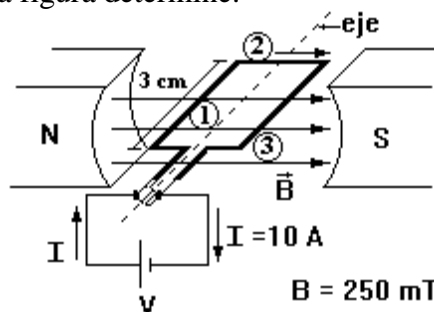
2. En el laboratorio de electricidad y magnetismo se realizó el experimento de fuerza magnética. Se tabularon los valores de  $F_m$  y  $\theta$ , con base en ello determine:

- El modelo matemático lineal  $F_m = f(\theta)$ .
- El significado físico de la pendiente.
- El valor del campo magnético si  $I=5 \text{ [A]}$  y  $\ell=4 \text{ [cm]}$ .
- ¿Cuál es el valor de la magnitud de la fuerza si  $\theta=45^\circ$ ?

$F_m \text{ [N]}$	$\theta \text{ [}^\circ\text{]}$
0	0
0.0342	20
0.0643	40
0.0866	60
0.0985	80
0.0996	85
0.1000	90

3. Para la posición del motor de C. D. mostrado en la figura determine:

- La magnitud de la fuerza magnética que actúa en el lado 1 de la espira en la posición de la figura.
- La magnitud de la fuerza magnética que actúa en el lado 2 de la espira en la posición de la figura.
- El sentido de giro del motor, en las condiciones mostradas.
- ¿Existe alguna posición de la espira donde el motor no gire? ¿Por qué?



4. Se sabe que en un conductor su longitud  $\ell$  se relaciona con la corriente eléctrica que transporta  $I$ , según el modelo matemático  $\ell = 2.5 + 0.5 I$ , en donde  $I$  está en miliamperes y  $\ell$  está en centímetros. El conductor se emplea en un experimento electromagnético que arroja los resultados de la tabla.  $\theta$  es el ángulo en grados que el conductor forma con las líneas de campo magnético ( $B=400$  mT). Con base en ello determine:

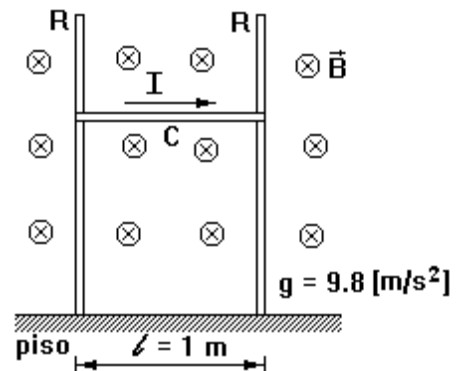
- La fuerza magnética para un ángulo de  $60^\circ$ .
- Expresé las unidades de las constantes en la ecuación que relaciona a  $\ell$  con  $I$  en el Sistema internacional.
- La longitud del conductor  $\ell$  en [m].
- La corriente eléctrica  $I$  en [mA].

$\theta$ [°]	$F$ [N] $\times 10^{-5}$
15	1.24
25	2.03
35	2.75
45	3.39
55	3.93

5. El arreglo que se muestra en la figura consta de un conductor horizontal móvil (C) y dos rieles conductores verticales fijos (R), todos ellos inmersos en un campo magnético (B). Dicho arreglo permite que el conductor C se desplace en forma vertical y que fluya a través de él una corriente (I). Se midieron diferentes valores de fuerza (F) para diversos valores de corriente (I) obteniéndose la tabla que se muestra. Con base en ello:

- Obtenga el modelo matemático que relaciona a la fuerza (F) con la corriente que circula en el conductor (I). Elija a F como ordenada.
- Calcule la magnitud del campo magnético.
- Determine la magnitud de la fuerza a la que está sujeto el conductor C cuando no fluye corriente en este último ( $I=0$ ) si su masa es de 200 gramos.
- Obtenga la corriente necesaria que debe circular por el conductor C para que se mantenga en equilibrio.

$I$ [A]	$F$ [mN]
0	0
0.2	13.0
0.4	26.1
0.6	38.9
0.8	52.5
1.0	66.0



6. En un experimento en el laboratorio se midió el ángulo  $\gamma$  (ángulo entre conductor de cobre y las líneas de campo magnético) y la fuerza de origen magnético  $F_m$  que experimentaba dicho conductor el cual transportaba una corriente eléctrica de 2.5 [A]. Se sabe que la masa del conductor era de 2 [g], tenía 1.8 [mm] de diámetro y su densidad era  $\rho_{Cu} = 8.93$  [kg/dm<sup>3</sup>], con base en ello determine:

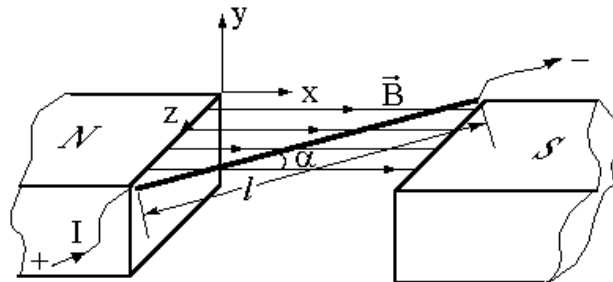
- El modelo matemático que relaciona linealmente las variables  $F_m$  y  $\gamma$  considere que la variable independiente fue el ángulo.
- El significado físico de la pendiente del modelo matemático anterior.
- La magnitud del campo magnético presente durante el experimento en [mT].
- La magnitud de la fuerza de origen magnético, a partir de su modelo obtenido, si el ángulo fuese  $\pi/2$  radianes.

$\gamma$ [°]	$F_m$ [N]
0	0
13	0.0018
26	0.0035
39	0.0051
52	0.0064
65	0.0072

7. Un conductor de  $\ell = 40$  [cm] de longitud se encuentra dentro de un campo magnético  $\vec{B} = B \hat{i}$  [T], formándose entre ellos un ángulo  $\alpha = 60$  [°]. Se midieron las magnitudes de las fuerzas ( $F$ ) que actuaron sobre el conductor para los valores de corriente ( $I$ ) que se muestran en la tabla; determine, en el SI:

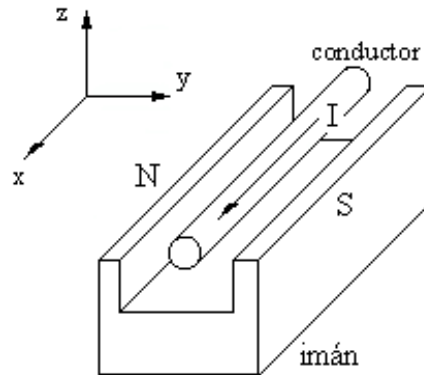
- El modelo matemático que relaciona la corriente  $I$  con la fuerza  $F$ , es decir  $F = f(I)$ .
- La expresión dimensional de cada una de las constantes del modelo anterior.
- El vector campo magnético del imán.
- La fuerza (magnitud y dirección) que se ejercería en el conductor para una corriente de 10 [A], de acuerdo con el sistema de referencia mostrado en la figura.
- La magnitud de la fuerza máxima que se tendría si lo único que se pudiera variar fuese el ángulo  $\alpha$ . Considere el valor de la corriente del inciso anterior.

$I$ [A]	$F$ [mN]
0	0
4	259.8
8	519.6
12	789.4



8. Un alumno de Física Experimental realizó la práctica de electromagnetismo en un laboratorio, tomando como datos el incremento aparente de masa del imán y la intensidad de corriente eléctrica correspondiente. Parte de las mediciones se muestran en la tabla. Si el conductor estaba colocado perpendicularmente a las líneas de campo magnético del imán utilizado, como se muestra en la figura, y la aceleración gravitatoria del lugar era  $g = 9.8 \text{ [m/s}^2]$ , determine :

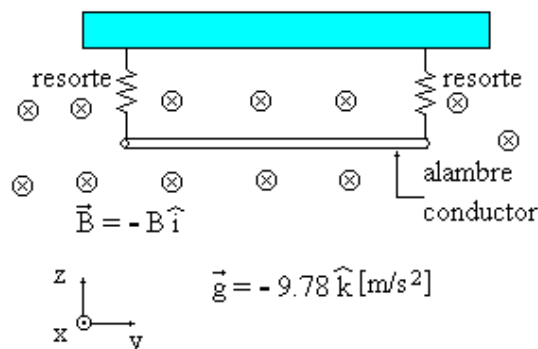
I [A]	$\bar{m}$ [kg]	$\Delta m$ [kg]
0	0.315	0
1	0.320	0.005
2	0.325	0.01
3	0.329	0.014
4	0.334	0.019
5	0.340	0.025



- El modelo matemático que relaciona a la fuerza de origen magnético en función de la corriente eléctrica. Considere que la ordenada al origen es despreciable.
- El vector fuerza que se tendría en el conductor para una corriente de 3.5 [A].
- La magnitud del campo magnético utilizado si el conductor tenía una longitud de 10 [cm].
- El porcentaje de error en el cálculo del campo magnético anterior si el valor real es  $B = 0.5 \text{ [T]}$ .
- La masa del imán, en gramos.

9. Se coloca un conductor de 14 [cm] de longitud perpendicularmente a las líneas de un campo magnético uniforme. Se efectuaron mediciones y se obtuvo la tabla siguiente:

I [A]	0.8	1.5	2.6	3.4	4.1	5.0
$F_m$ [mN]	33.6	63.0	109.2	142.8	172.2	210.0

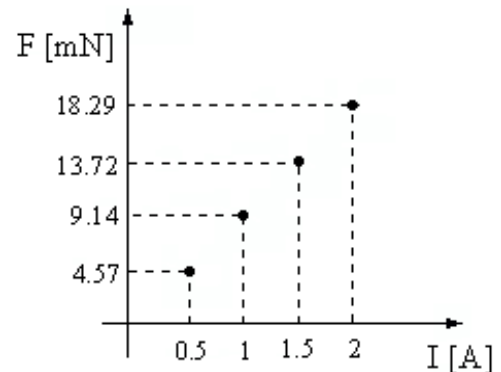
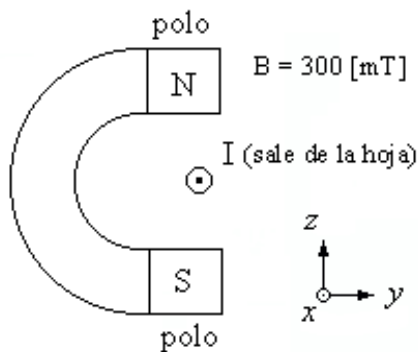


Adicionalmente, en el mismo campo magnético se coloca un alambre de 2 [mm] de diámetro, 17 [cm] de longitud y densidad  $\rho = 8.96 \text{ [g/cm}^3\text{]}$  como se muestra en la figura. Considerando que  $g = 9.78 \text{ [m/s}^2\text{]}$  determine en el SI:

- El valor del campo magnético utilizado.
- La masa del alambre conductor de la figura.
- La fuerza necesaria (magnitud y dirección) para que los resortes no estén estirados ni comprimidos; es decir, para que el alambre conductor levite.
- La corriente eléctrica necesaria que debe circular por el alambre, indicando su sentido, para que se cumpla la condición del inciso anterior.
- La expresión dimensional del campo magnético calculado en el inciso a de este problema.

10. En un experimento de fuerza de origen magnético se varió la corriente eléctrica (I) que circulaba a través de un conductor colocado perpendicularmente a las líneas de campo magnético (B) de un imán en forma de herradura, como se muestra en la figura. A partir de las mediciones realizadas se obtuvo la gráfica que se muestra, con base en ello, determine:

- El modelo matemático lineal correspondiente al modelo gráfico mostrado, en el SI.
- La longitud del conductor.
- El vector fuerza en el conductor si la corriente eléctrica a través de él fuese 0.6 [A].
- La magnitud de la fuerza, en función de la corriente (I), que experimentaría el conductor si éste se girara, a partir de la posición mostrada, un ángulo  $\pi/12 \text{ [rad]}$  manteniendo al conductor paralelo al plano  $xy$ .

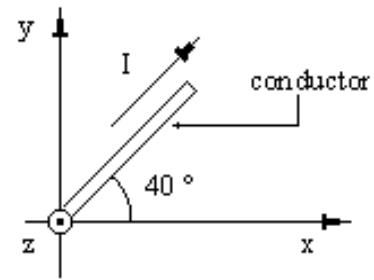


11. En un experimento de electromagnetismo se midió el ángulo  $\phi$ , ángulo entre un conductor y las líneas de campo magnético, y la magnitud de la fuerza de origen magnético (F) que experimentaba dicho conductor. Este último estaba inmerso en un campo magnético y transportaba una corriente eléctrica de 2.1 [A]. Las mediciones se muestran en la tabla. Si se sabe que la masa del conductor era 2.8 [g], que tenía una sección transversal circular de 0.8 [mm] de diámetro y que era de cobre ( $\rho_{Cu} = 8\,930 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ ), determine:

- El modelo matemático lineal que relaciona las variables  $F$  y  $\phi$ , es decir  $F = f(\phi)$ . Considere que la ordenada al origen es despreciable.
- El significado físico de la pendiente del modelo anterior.
- La longitud del conductor.
- La magnitud del campo magnético.
- A partir del modelo obtenido, la magnitud de la fuerza que se tendría en el conductor si  $\phi$  fuese 1 [rad].

F [mN]	$\phi$ [°]
0.51	13
0.99	26
1.42	39
1.79	52

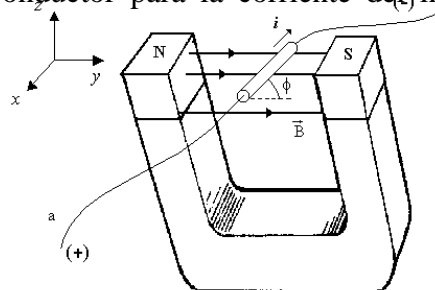
12. Un conductor, cuya longitud es 3.6 [cm] se encuentra colocado como se indica en la figura. Si la corriente eléctrica que transporta el conductor es 3.4 [A], determine el vector fuerza de origen magnético que actúa sobre el conductor considerando que éste se halla inmerso en un campo magnético  $\vec{B} = 0.5 \hat{j} - 0.4 \hat{k}$  [T], exprese en resultado en la unidad del SI.



13. En un experimento de electromagnetismo se colocó un conductor dentro de un campo magnético generado por un imán en forma de herradura, como se muestra en la figura. El conductor de 9.5 [cm] estaba colocado en el plano  $xy$  formando un ángulo  $\phi = \pi/6$  [rad] con respecto a las líneas de campo magnético. Se varió la corriente eléctrica ( $i$ ) en el conductor y se midió en forma indirecta la fuerza magnética ( $F$ ) sobre el mismo. Determine, en el SI:

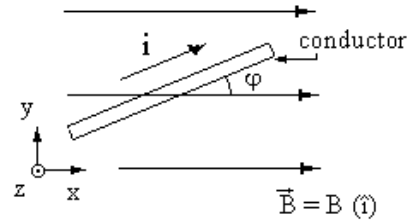
- El modelo matemático lineal que relaciona a la fuerza magnética en función de la corriente eléctrica, es decir  $F = f(i)$ . Considere que la ordenada al origen es despreciable.
- El vector (magnitud y dirección) campo magnético.
- El vector (magnitud y dirección) fuerza que se tendría para una corriente de 0.6 [A] en el conductor.
- La magnitud de la fuerza magnética máxima si la corriente eléctrica fuese 1.3 [A] y únicamente se pudiera variar el ángulo  $\phi$ .
- La diferencia de potencial ( $V_{ab}$ ) aplicada al conductor para la corriente del inciso anterior si su resistencia era 5.3 [ $\Omega$ ]. (Recuerde que  $1 \Omega = V/A$ ).

I [A]	0	0.4	0.8	1.2
F [mN]	0	3.4	7.0	10.3



14. En un experimento de electromagnetismo se varió la longitud del conductor utilizado que se muestra en la figura. Dicho conductor estaba inmerso en un campo magnético de 52 [mT] y circulaba por él una corriente eléctrica de 2.2 [A]. Sabiendo que con el método de mínimos cuadrados se obtuvo el modelo matemático  $F = 0.0735 \ell$  ( en el SI), determine:

- El ángulo  $\varphi$ , si la longitud del conductor es 6 [cm].
- El vector (magnitud y dirección) fuerza de origen magnético que actuaba en dicho conductor si éste se hallaba colocado en el plano  $xy$ , como se muestra.



## *Respuestas de los ejercicios propuestos*

1. a)  $F \text{ [N]} = 2.5 \text{ [N/m]} \ell \text{ [m]}$   
b)  $B = 500 \text{ [mT]}$   
c)  $\ell = 40 \text{ [cm]}$   
d)  $F = 0 \text{ [N]}$
2. a)  $F_m \text{ [N]} = 0.1 \text{ [N]} \text{ sen } \theta$   
b)  $m = B I \ell$   
c)  $B = 500 \text{ [mT]}$   
d)  $F = 0.0707 \text{ [N]}$
3. a)  $F_1 = 75 \text{ [mN]}$   
b)  $F_2 = 0 \text{ [N]}$   
c) sentido contrario a las manecillas del reloj.  
d) si la espira gira  $90^\circ$  a partir de la posición mostrada.
4. a)  $F = 41.5353 \text{ [}\mu\text{N]}$   
b)  $0.025 \text{ [m]}$ ;  $5 \text{ [m/A]}$   
c)  $\ell = 4 \text{ [cm]}$   
d)  $I = 3 \text{ [mA]}$
5. a)  $F \text{ [N]} = 0.0659 \text{ [N/A]} I \text{ [A]} - 0.0002 \text{ [N]}$   
b)  $B = 65.9 \text{ [mT]}$   
c)  $W = 1.96 \text{ [N]}$   
d)  $I = 29.742 \text{ [A]}$
6. a)  $F \text{ [N]} = 0.008027 \text{ [N]} \text{ sen } \gamma$   
b)  $m = I \ell B$   
c)  $B = 36.48 \text{ [mT]}$   
d)  $F = 8.027 \text{ [mN]}$
7. a)  $F \text{ [N]} = 0.0657 \text{ [N/A]} I \text{ [A]} - 0.0002 \text{ [N]}$   
b)  $\text{dim}(m) = L M T^{-2} I^{-1}$ ;  $\text{dim}(b) = L M T^{-2}$   
c)  $B = 0.1897 \text{ [T]}$   
d)  $\vec{F} = -0.657 \hat{j} \text{ [N]}$   
e)  $F_{\text{m}\acute{\text{a}}\text{x}} = 0.7586 \text{ [N]}$
8. a)  $F \text{ [N]} = 0.0479 \text{ [N/A]} I \text{ [A]}$   
b)  $\vec{F} = 0.1676 \hat{k} \text{ [N]}$   
c)  $B = 0.4788 \text{ [T]}$   
d)  $\%e = 4.24 \%$   
e)  $m = 315 \text{ [g]}$
9. a)  $B = 0.3 \text{ [T]}$



- b)  $m = 4.7853 \times 10^{-3}$  [kg]  
 c)  $\vec{F} = 0.0468 \hat{k}$  [N]  
 d)  $I = 0.9176$  [A] (hacia la derecha)  
 e)  $\dim(B) = M T^{-2} I^{-1}$
10. a)  $F$  [N] = 0.0092 [N/A]  $I$  [A]  
 b)  $\ell = 0.0305$  [m]  
 c)  $\vec{F} = 5.49 \hat{j}$  [mN]  
 d)  $F$  [N] = 0.0092 [N/A]  $I$  [A] (modelo matemático del inciso a)
11. a)  $F$  [N] = 0.00227 [N]  $\sin \phi$  [1]  
 b)  $m = i \ell B$   
 c)  $\ell = 0.6238$  [m]  
 d)  $B = 1.7315$  [mT]  
 e)  $F = 1.9101$  [mN]
12.  $\vec{F} = -0.0314 \hat{i} + 0.0375 \hat{j} + 0.0469 \hat{k}$  [N]
13. a)  $F$  [N] = 0.008625 [N/A]  $i$  [A]  
 b)  $\vec{B} = 0.1816 \hat{j}$  [T]  
 c)  $\vec{F} = -0.005175 \hat{k}$  [N]  
 d)  $F_{\text{máx}} = 0.02243$  [N]  
 e)  $V_{ab} = 6.89$  [V]
14. a)  $\phi = 39.9772$  [°]  
 b)  $\vec{F} = -4.41 \hat{k}$  [mN]