



Universidad Don Bosco
Departamento de Ciencias Básicas
Ciclo 02 – 2021
Semana 13

Electricidad y Magnetismo

UNIDAD V: CAMPO MAGNETICO.

5.6 Ley de Biot-Savart.

5.6.1 Campo magnético alrededor de un conductor recto.

5.6.2 Campo magnético en el eje de una espira circular.

5.7 Fuerza magnética entre dos Conductores.

5.7 1 Definición de amperio (A).

5.8 Ley de Ampere.

5.8.1 Deducción y definición.

5.8 Ley de Ampere.

5.8.1 Deducción y definición.

5.9 Aplicaciones de la ley de Ampere.

5.9.1 Campo magnético en el interior y en el exterior de un conductor recto.

5.9.2 Campo magnético de un solenoide.

5.9.3 Campo magnético de un toroide.

Fuentes de Campo Magnético.

1. Campo magnético creado por una carga en movimiento:

El campo magnético...

- ✓ *Es proporcional a **$|q|$** y a **$1/r^2$***
- ✓ *No se encuentra a lo largo de la línea que va de la carga al punto de análisis.*
- ✓ *También es proporcional a la rapidez **v** y al **seno del ángulo φ** .*

Campo Magnético generado por una carga puntual.

- Reuniendo todo lo anterior se obtiene que:

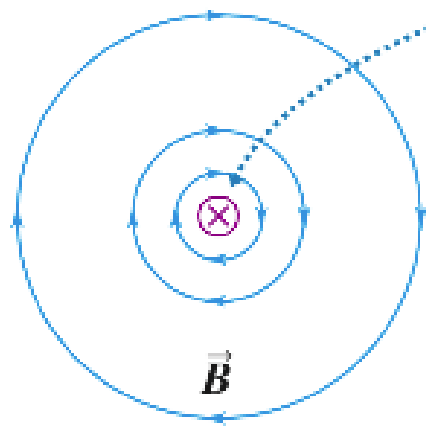
$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{|q|v \sin \phi}{r^2}$$

- Forma vectorial:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\vec{v} \times \hat{r}}{r^2} \quad (\text{campo magnético de una carga puntual con velocidad constante})$$

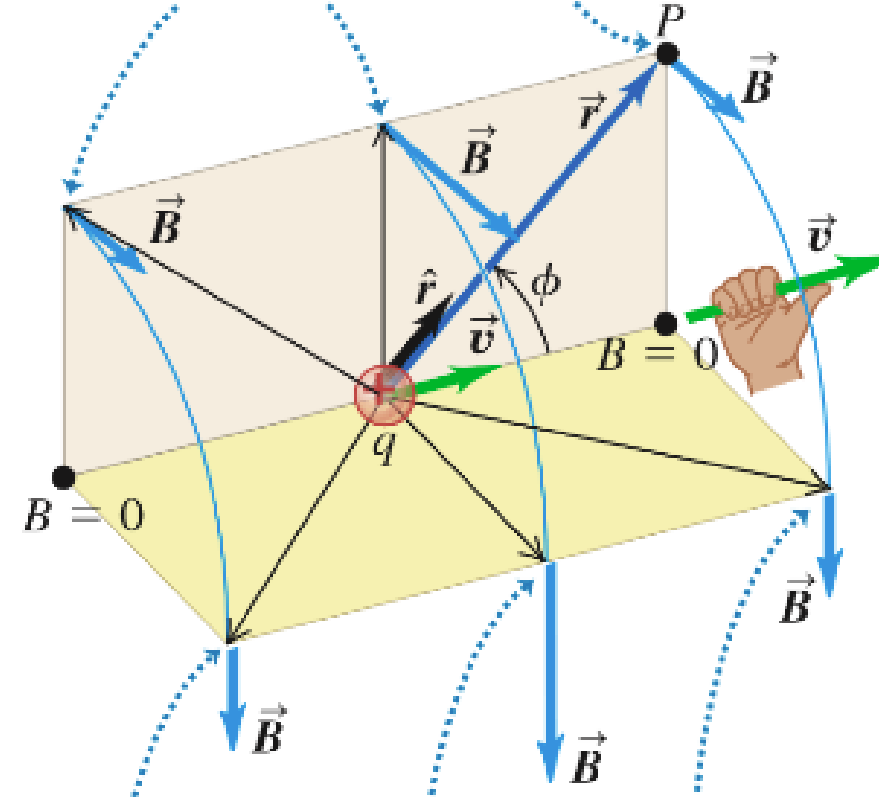
Permeabilidad del espacio libre: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$

Vista desde atrás de la carga



El símbolo \times indica que la carga se mueve hacia el plano de la página (se aleja del lector).

Para estos puntos de campo, \vec{r} y \vec{v} están en el plano color beige, y \vec{B} es perpendicular a este plano.



Para estos puntos de campo, \vec{r} y \vec{v} están en el plano color dorado, y \vec{B} es perpendicular a este plano.

Campo Magnético generado por un elemento de corriente.

- Tomando un diferencial para analizar el elemento:

$$dQ = nqA \, dl$$

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{|dQ|v_d \sin \phi}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{n|q|v_d A \, dl \sin \phi}{r^2}$$

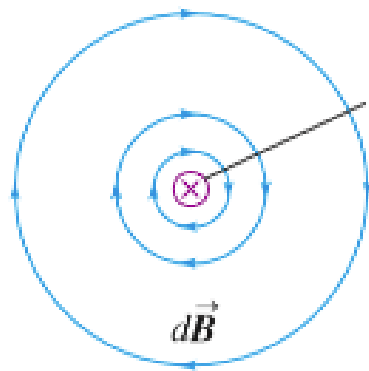
$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \, dl \sin \phi}{r^2}$$

$$\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \, d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2} \quad (\text{campo magnético de un elemento de corriente})$$

Ley de Biot-Savart.

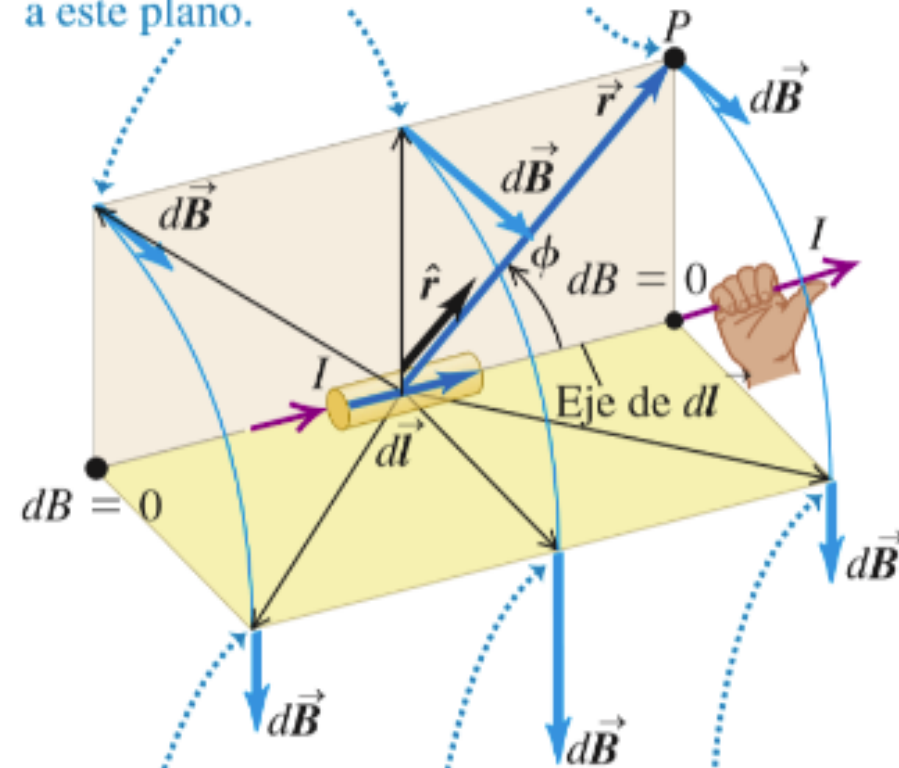
$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

Vista a lo largo del eje del elemento de corriente



Corriente dirigida hacia el plano de la página

Para estos puntos de campo, \vec{r} y $d\vec{l}$ están en el plano color beige, y $d\vec{B}$ es perpendicular a este plano.



Para estos puntos de campo, \vec{r} y $d\vec{l}$ encuentran en el plano color dorado, y $d\vec{B}$ es perpendicular a este plano.

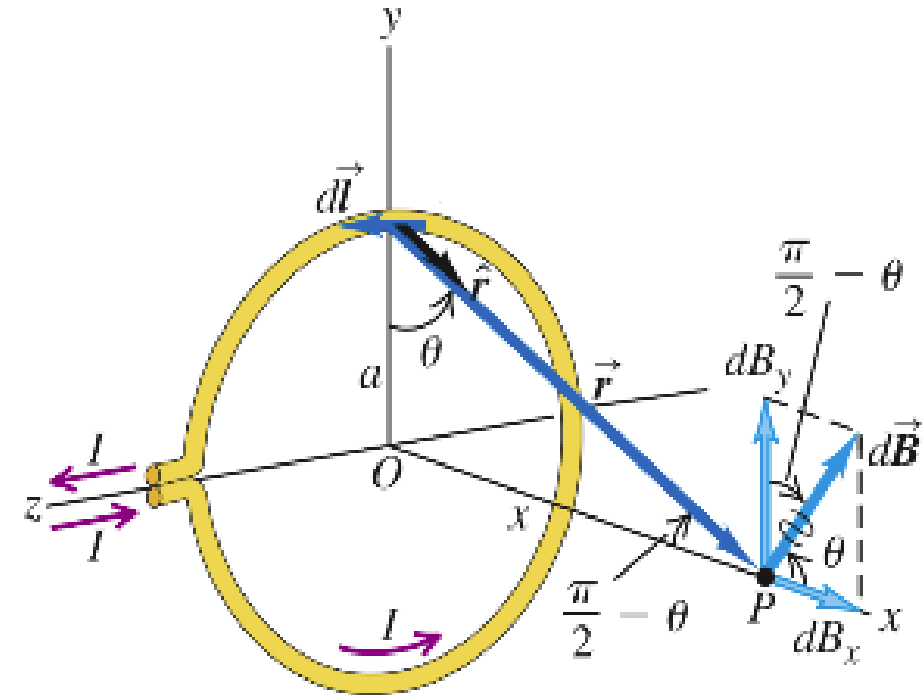
Campo magnético en el eje de una espira circular.

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{dl}{(x^2 + a^2)}$$

Las componentes del vector $d\vec{B}$ son

$$dB_x = dB \cos \theta = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{dl}{(x^2 + a^2)} \frac{a}{(x^2 + a^2)^{1/2}}$$

$$dB_y = dB \sin \theta = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{dl}{(x^2 + a^2)} \frac{x}{(x^2 + a^2)^{1/2}}$$



$$B_x = \frac{\mu_0 I a^2}{2(x^2 + a^2)^{3/2}} \quad (\text{sobre el eje de una espira circular})$$

$$B_x = \frac{\mu_0 I a^2}{2(x^2 + a^2)^{3/2}}$$

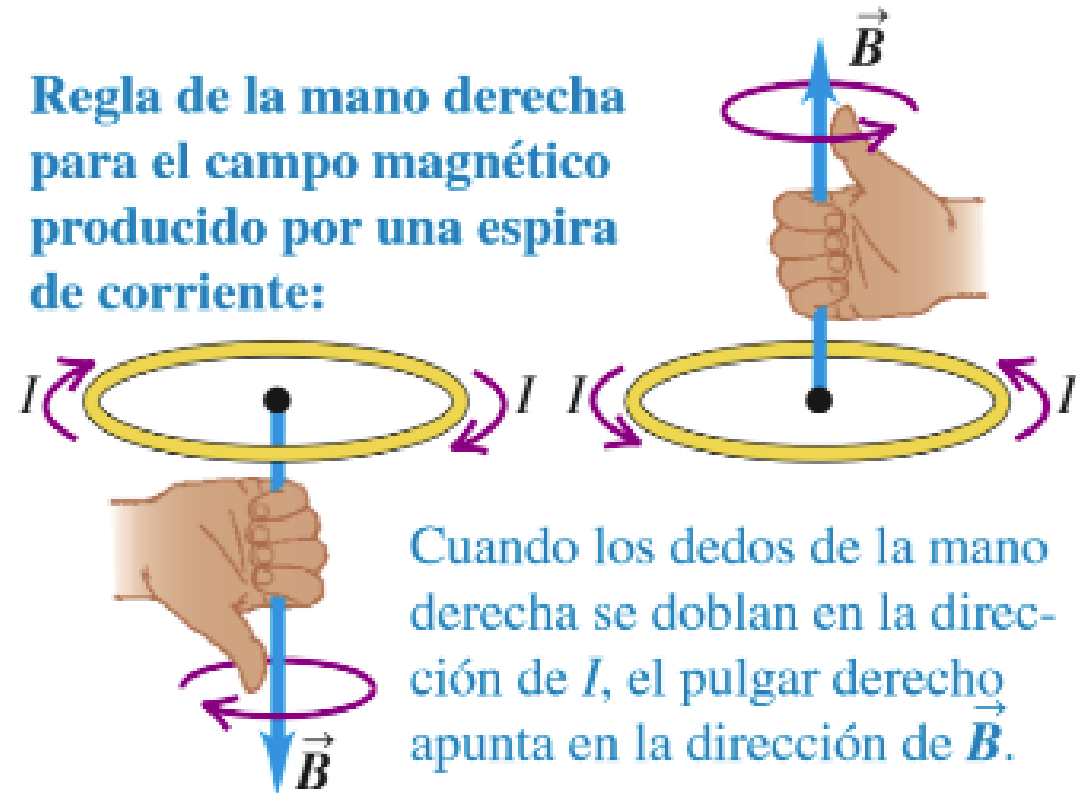
¿Qué sucede con el campo magnético si se tiene una bobina de N espiras?

$$B_x = \frac{\mu_0 N I a^2}{2(x^2 + a^2)^{3/2}}$$

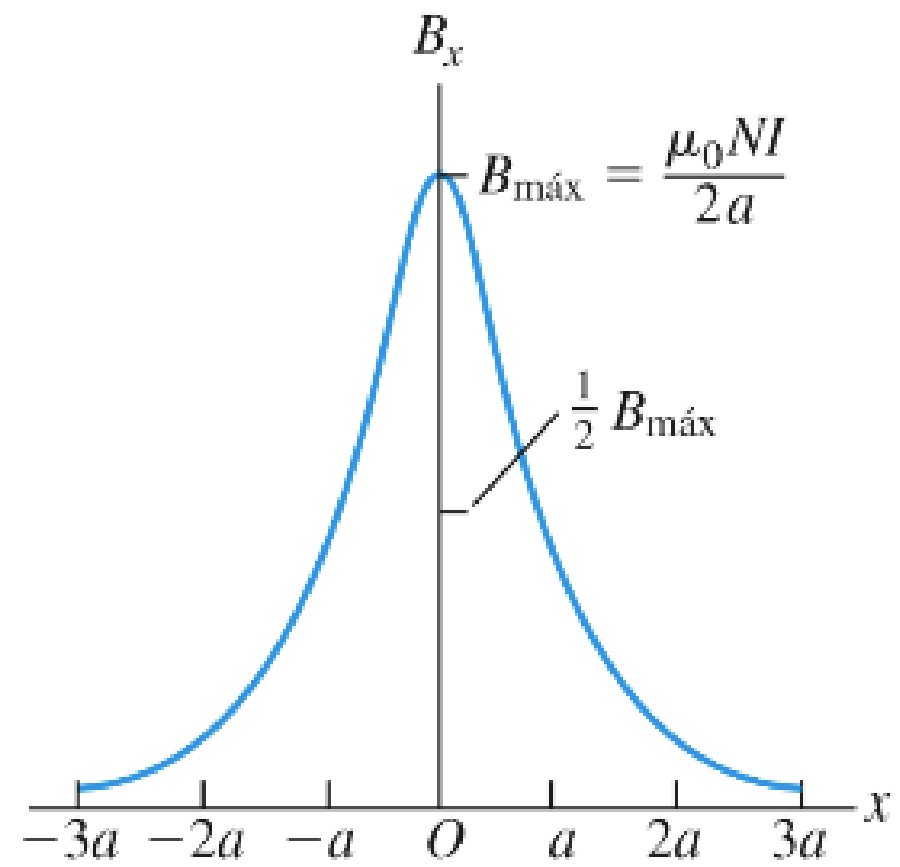
¿Cuál será entonces el campo magnético en el centro de N espiras circulares?

$$B_x = \frac{\mu_0 N I}{2a}$$

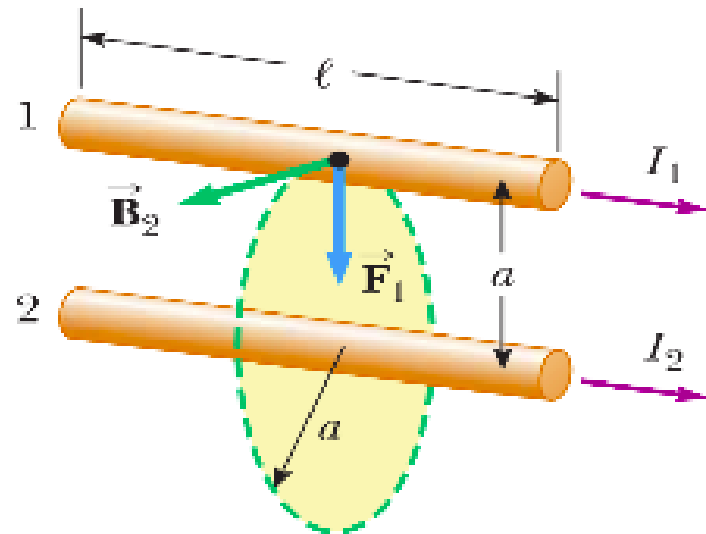
Regla de la mano derecha para el campo magnético producido por una espira de corriente:



Cuando los dedos de la mano derecha se doblan en la dirección de I , el pulgar derecho apunta en la dirección de \vec{B} .



Fuerza magnética entre dos Conductores.



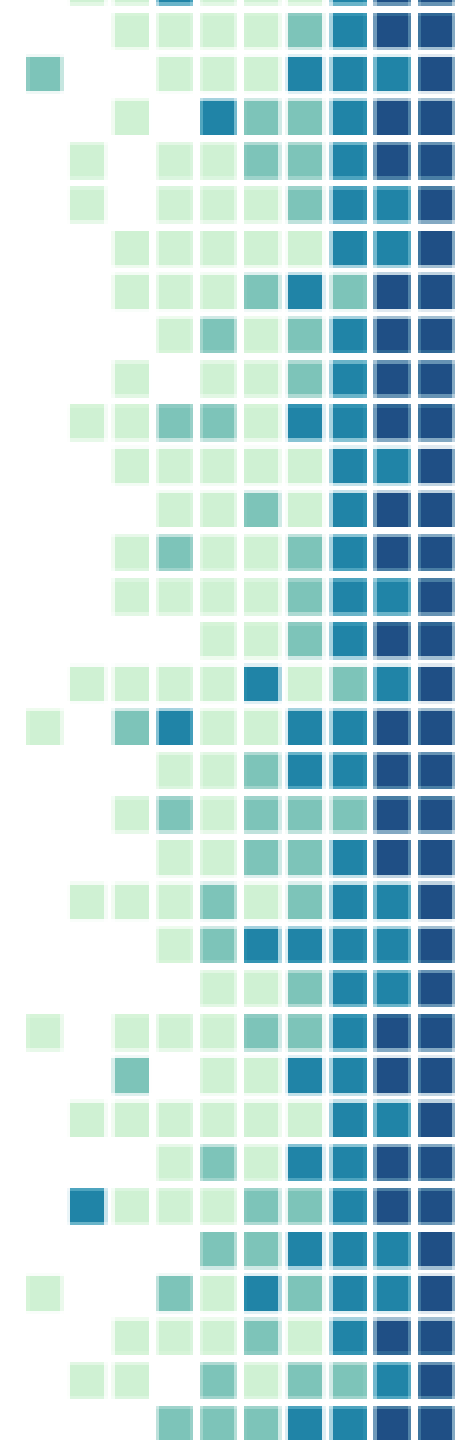
- Dos alambres paralelos que transportan cada uno una corriente estable y ejercen una fuerza magnética uno sobre el otro:

$$\frac{F_B}{\ell} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}$$

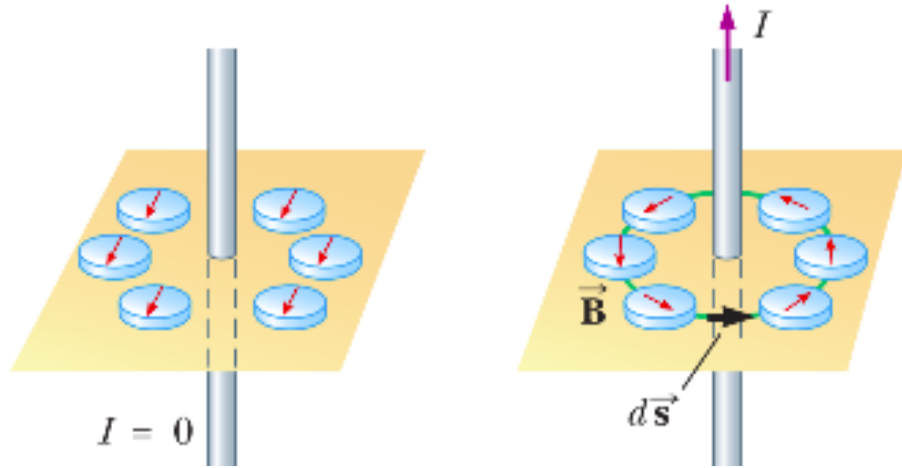
“Conductores paralelos que transportan corrientes en mismo sentido se atraen, y en sentidos opuestos de corriente se repelen”

La fuerza entre dos alambres paralelos es utilizada para definir el **ampere** de esta manera:

- Cuando $2 \times 10^{-7} \text{ N/m}$ es la magnitud de la fuerza por unidad de longitud presente entre dos alambres largos y paralelos que llevan corrientes idénticas y están separados 1 m, se define la corriente en cada alambre como 1 A.

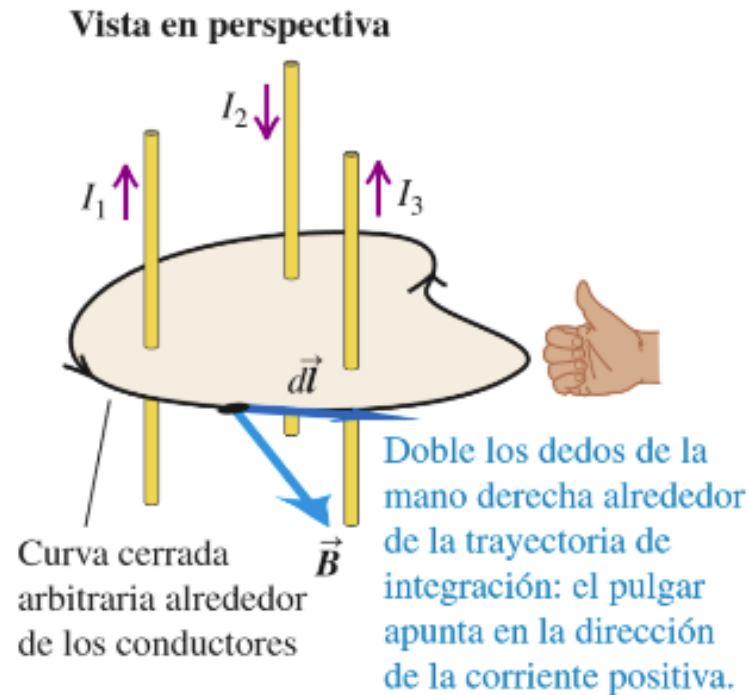


Ley de Ampere.

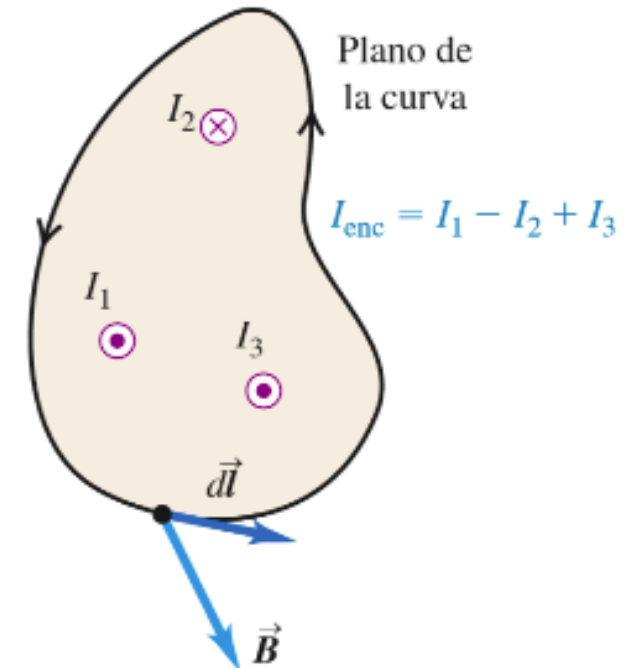


$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = B \oint ds = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} (2\pi r) = \mu_0 I$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I$$



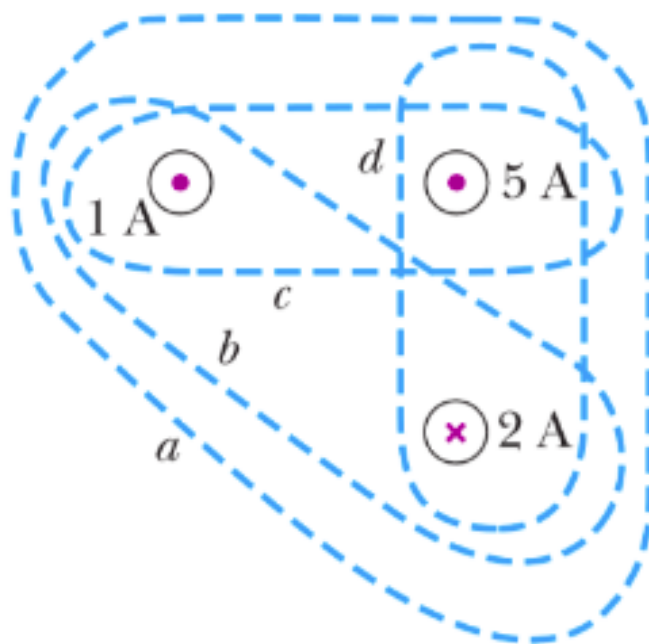
Vista superior



Ley de Ampère: Si se calcula la integral de línea del campo magnético alrededor de una curva cerrada, el resultado es igual a μ_0 multiplicada por la corriente total encerrada:

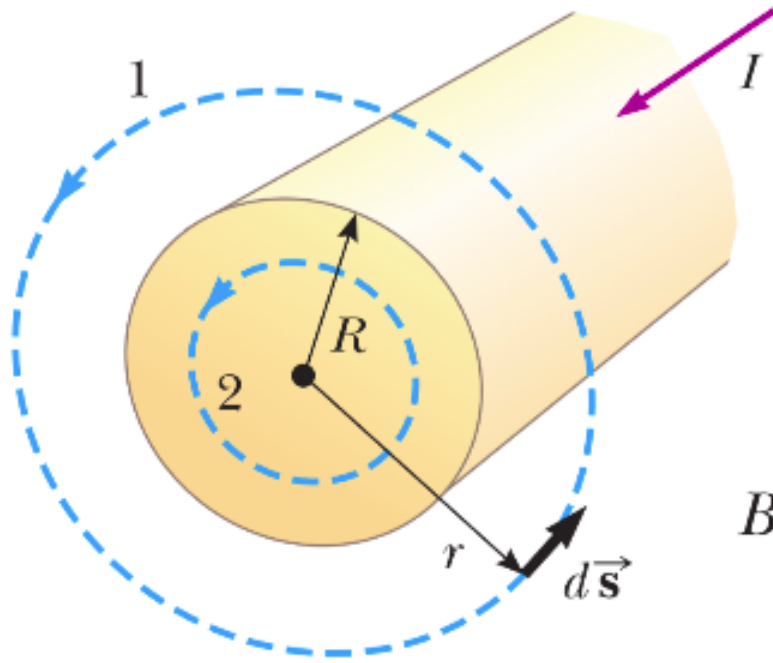
$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I_{enc}$$

Clasifique de menor a mayor las magnitudes de $\oint \mathbf{B} d\mathbf{s}$ para las trayectorias cerradas



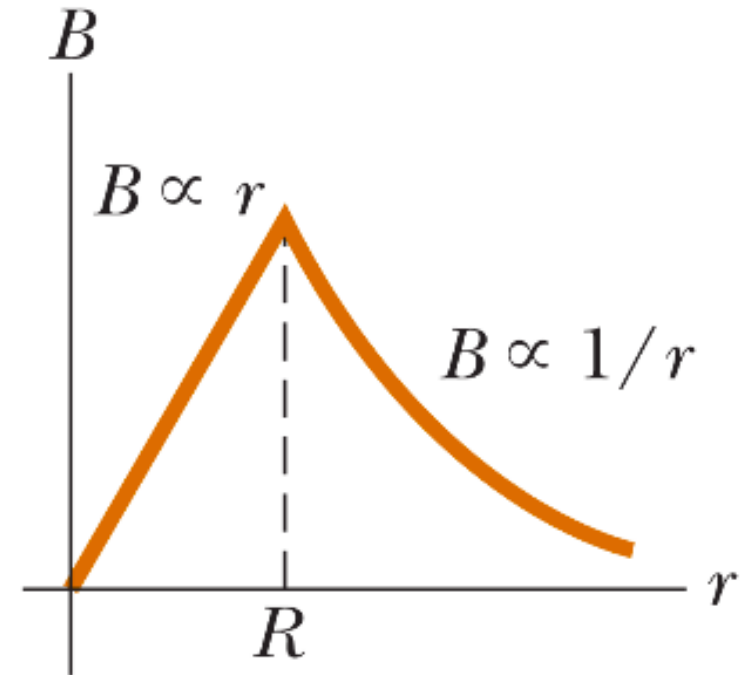
Aplicaciones de la Ley de Ampere.

- Campo magnético en el interior y en el exterior de un conductor recto.



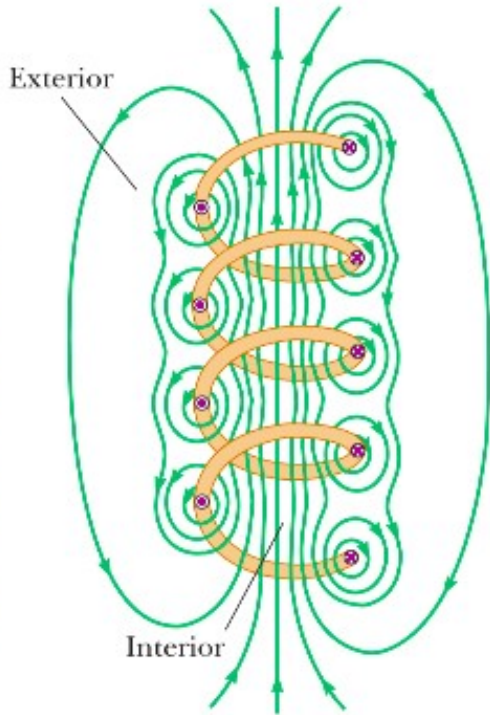
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (\text{para } r \geq R)$$

$$B = \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi R^2} \right) r \quad (\text{para } r < R)$$

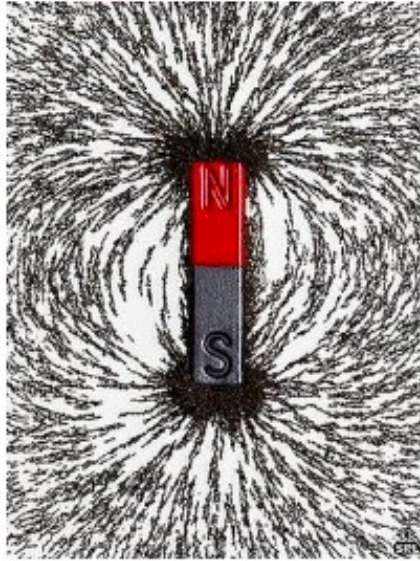


- Campo magnético de un solenoide.

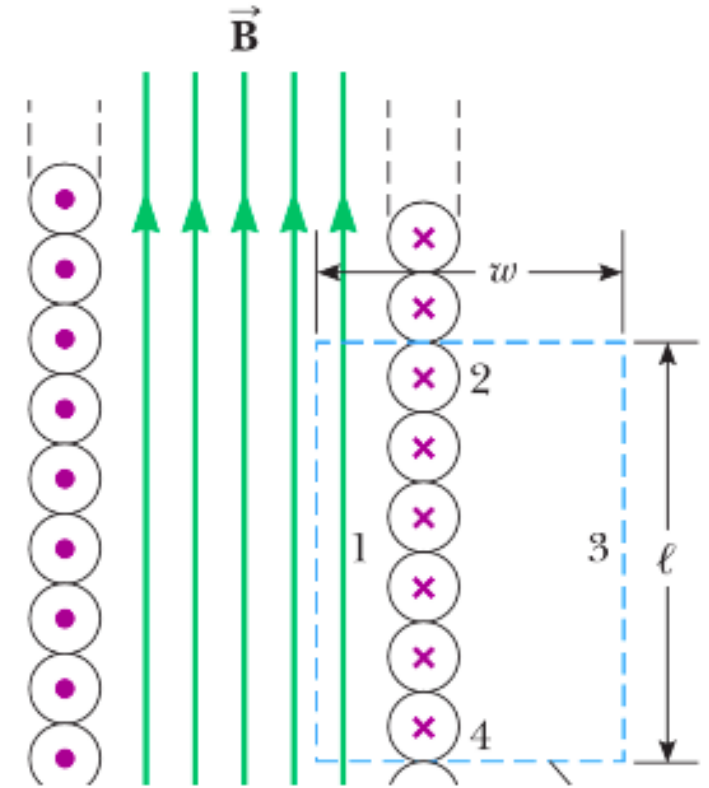
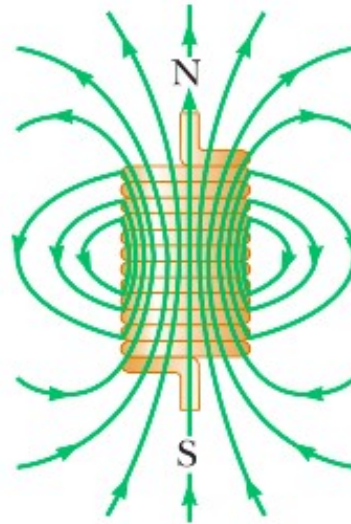
SOLENOIDE



Solenoides de vueltas poco apretadas.

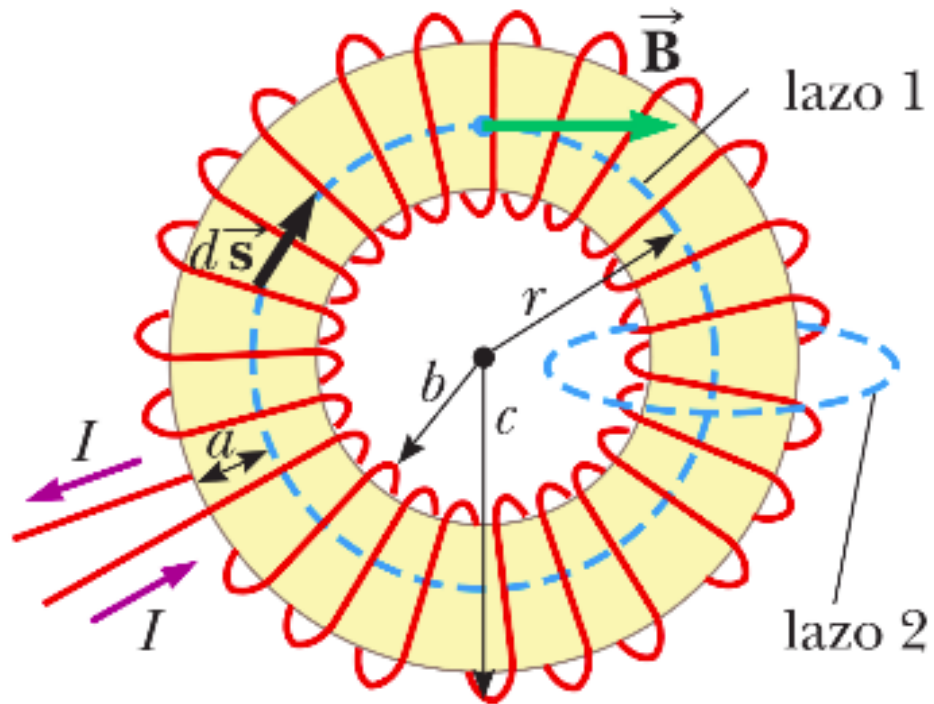


Solenoides de longitud finita y vueltas apretadas.



$$B = \mu_0 \frac{N}{\ell} I = \mu_0 n I$$

- Campo magnético de un toroide.



$$B = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r}$$

Distribución de corriente	Punto en el campo magnético	Magnitud del campo magnético
Conductor largo y recto	Distancia r desde el conductor	$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$
Espira circular de radio a	Sobre el eje de la espira	$B = \frac{\mu_0 I a^2}{2(x^2 + a^2)^{3/2}}$
	En el centro de la espira	$B = \frac{\mu_0 I}{2a} \quad (\text{para } N \text{ espiras, multiplique estas expresiones por } N)$
Conductor largo y cilíndrico de radio R	Dentro del conductor, $r < R$	$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \frac{r}{R^2}$
	Fuera del conductor, $r > R$	$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$
Solenoides largo, con embobinado compacto y n vueltas por unidad de longitud, cerca de su punto medio	Dentro del solenoide, cerca del centro	$B = \mu_0 n I$
	Fuera del solenoide	$B \approx 0$
Solenoides toroidal (toroide) con embobinado compacto y N vueltas	Dentro del espacio encerrado por el embobinado, a una distancia r del eje de simetría.	$B = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r}$
	Fuera del espacio encerrado por el embobinado	$B \approx 0$