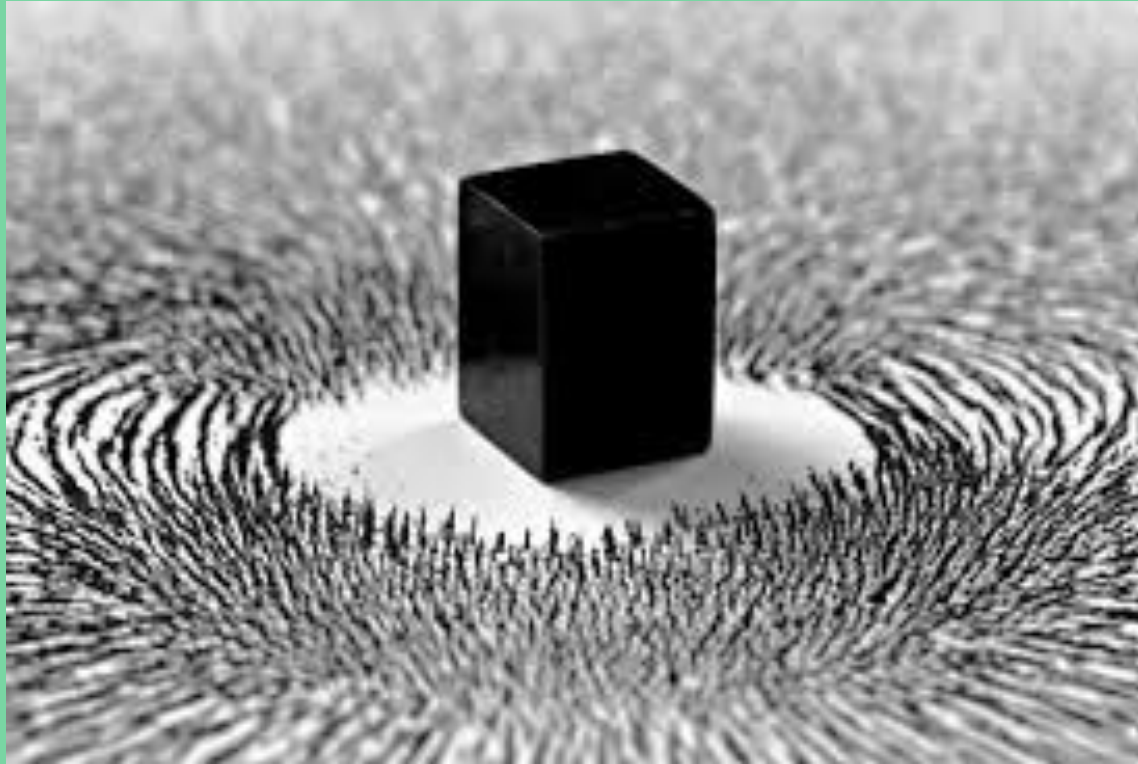
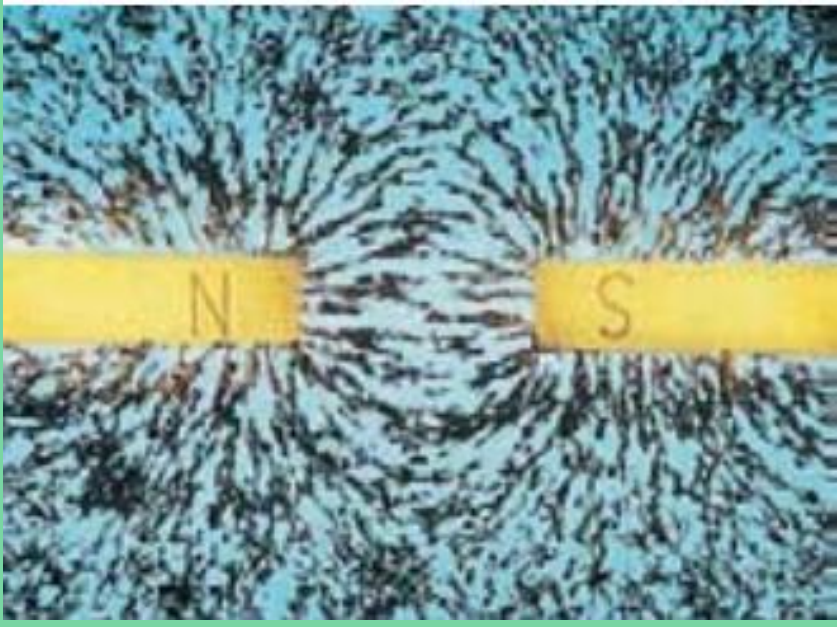
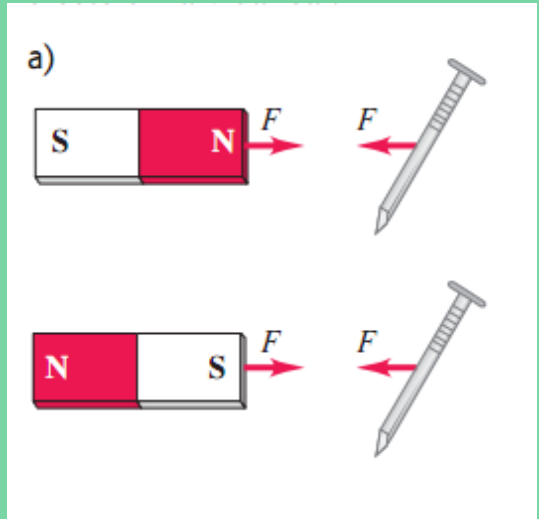
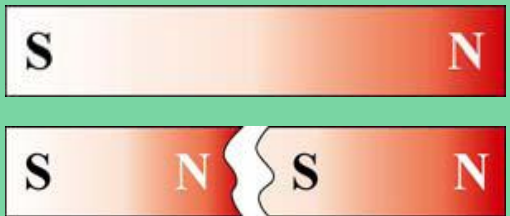
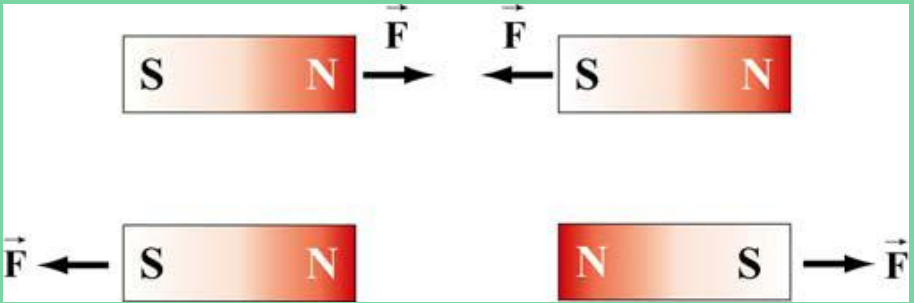


ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

2016

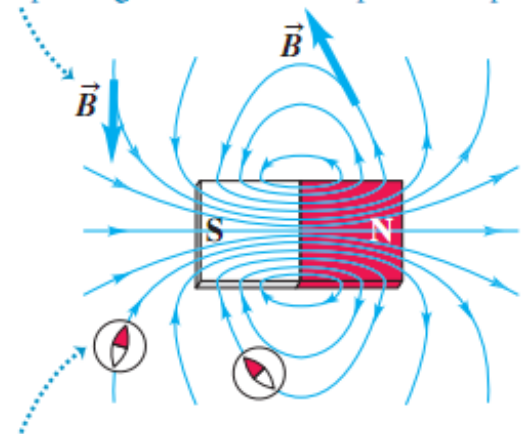


MAGNETISMO



En cada punto, la línea de campo es tangente al vector del campo magnético \vec{B} .

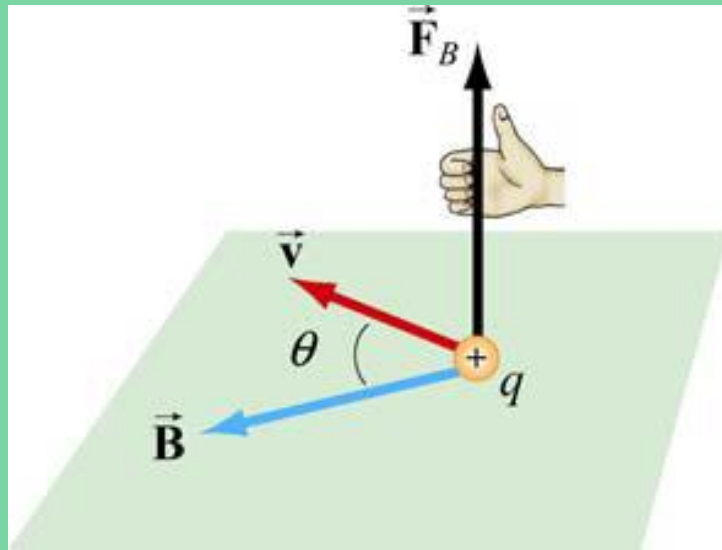
Cuanto más saturadas estén las líneas de campo, más intenso será el campo en ese punto.



En cada punto, las líneas de campo apuntan en la misma dirección en que lo haría una brújula . . .

. . . por lo tanto, las líneas de campo magnético *siempre* señalan *hacia fuera* de los polos N y *en dirección* a los polos S.

Carga en movimiento en región con campo B



$$\mathbf{F}_m = q\mathbf{v} \times \mathbf{B},$$

La fuerza está dirigida normal al plano formado por los vectores \mathbf{v} y \mathbf{B} , siendo nulo su módulo cuando $\mathbf{v} \parallel \mathbf{B}$ y máximo cuando $\mathbf{v} \perp \mathbf{B}$.

La fuerza es proporcional al producto qv . Esto implica que esta fuerza no actúa sobre partículas neutras o bien sobre partículas cargadas en reposo.

Unidad de medida de **B** es el **TESLA**

$$1 \text{ T} = 1 \frac{\text{N/C}}{\text{m/s}} .$$

Es relativamente grande.

Campo magnético terrestre es del orden de 10^{-4} T.

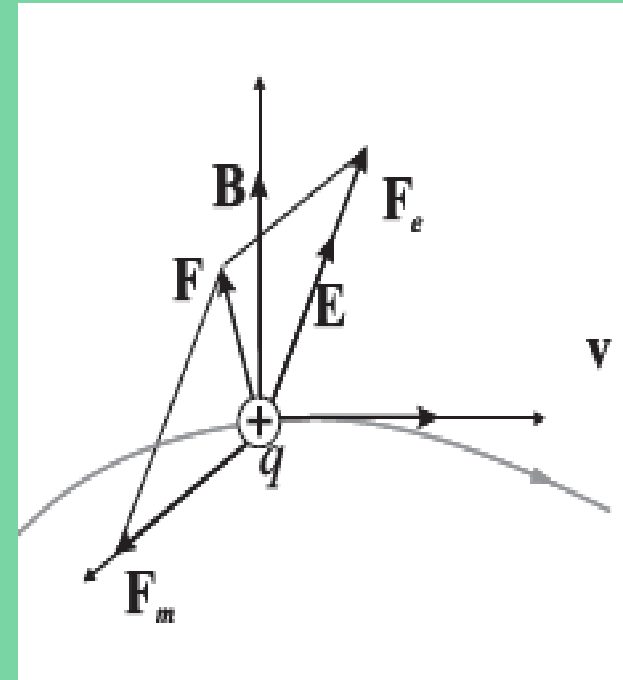
Se utiliza el **GAUSS, G**.

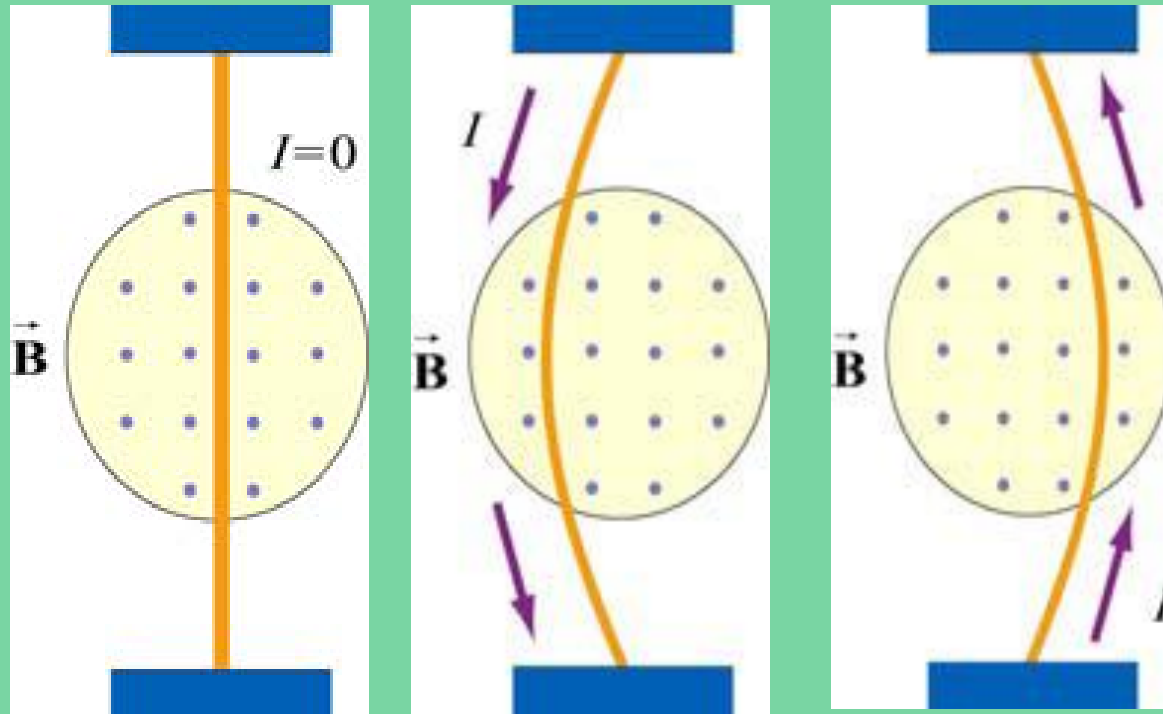
$$1 \text{ T} = 10^4 \text{ G} .$$

Si en la región, además de **B** existe un campo eléctrico **E**,

$$\mathbf{F} = q (\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}) .$$

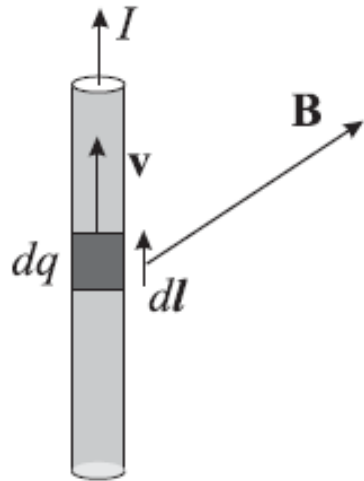
Fuerza de Lorentz





Fuerza sobre corrientes

Si tanto I como \mathbf{B} no varían a lo largo del hilo, si sentido coincide con el de I

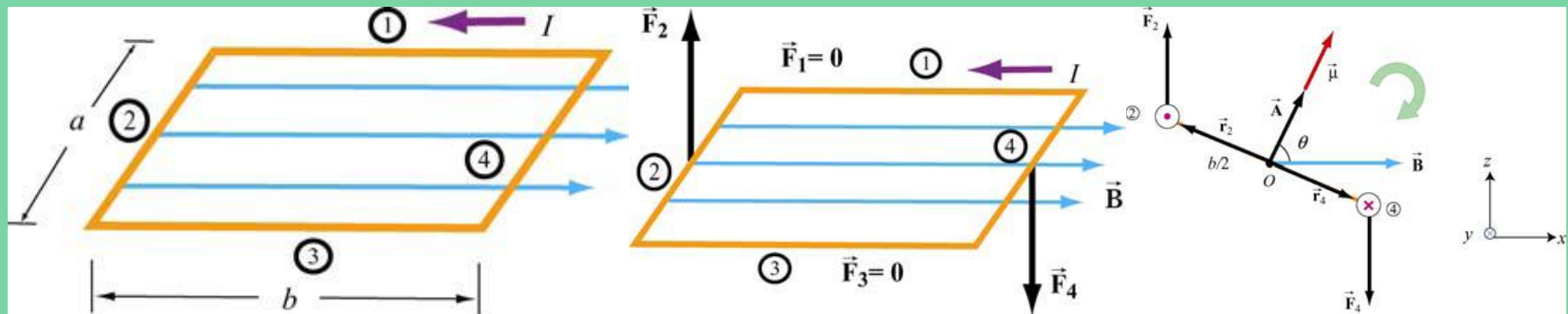


$$d\mathbf{F}_m = I d\mathbf{l} \times \mathbf{B}$$

$$\mathbf{F}_m = \int d\mathbf{F}_m = \int_{\text{hilo}} I d\mathbf{l} \times \mathbf{B}$$

$$\mathbf{F}_m = I \left(\int_{\text{hilo}} d\mathbf{l} \right) \times \mathbf{B} = I\mathbf{l} \times \mathbf{B},$$

donde I es un vector cuyo módulo es la longitud total del hilo y su sentido coincide con el de la corriente eléctrica.



Efecto Hall

Se conoce como *efecto Hall* a la aparición de una diferencia de potencial entre los extremos transversales de un conductor por el que circula una corriente cuando éste es sometido a un campo magnético externo.

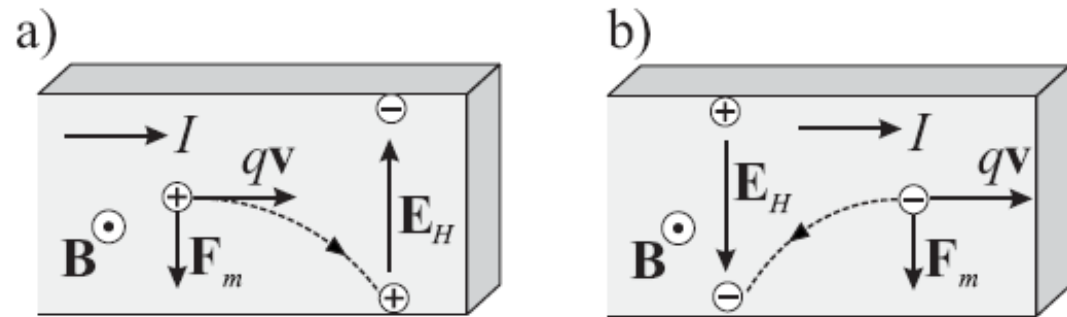
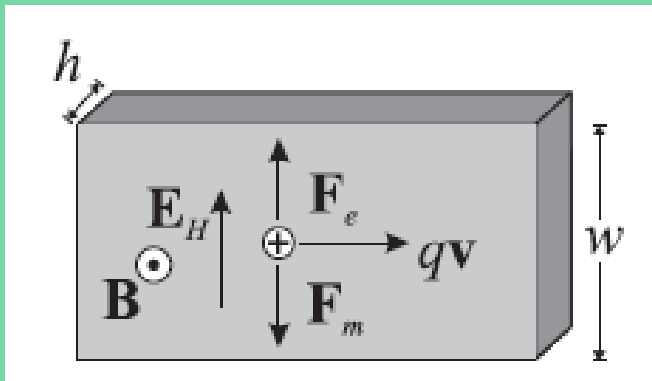


FIGURA 3.1: Corriente eléctrica hacia la derecha sostenida por (a) cargas positivas y (b) cargas negativas



Valor final del

Campo Eléctrico Hall

$$|\mathbf{F}_m| = |\mathbf{F}_e|$$

$$qvB = qE_H,$$

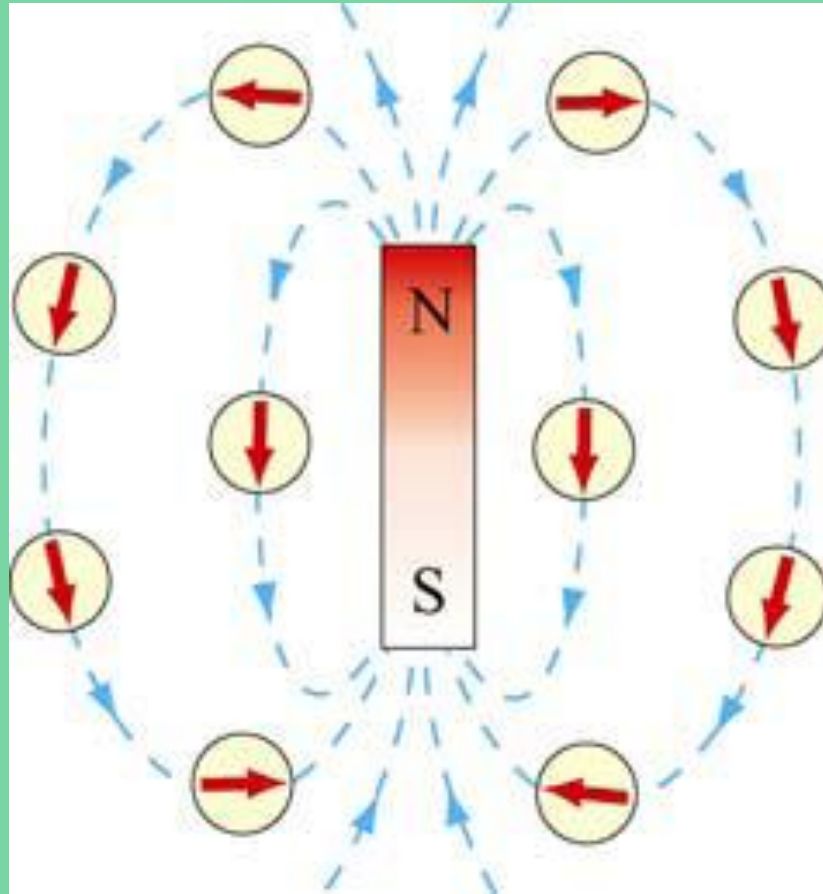
$$E_H = vB.$$

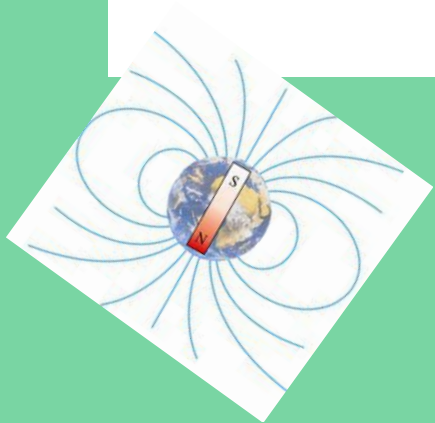
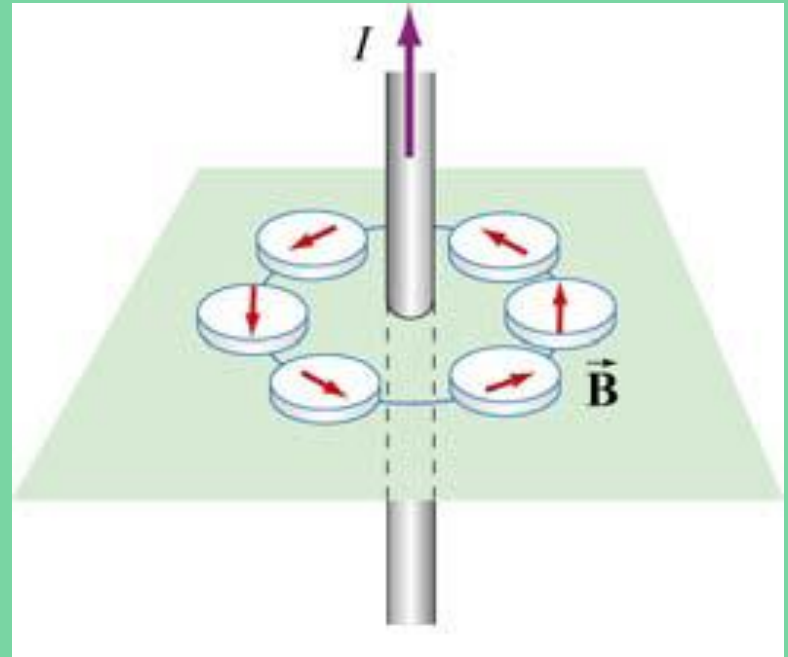
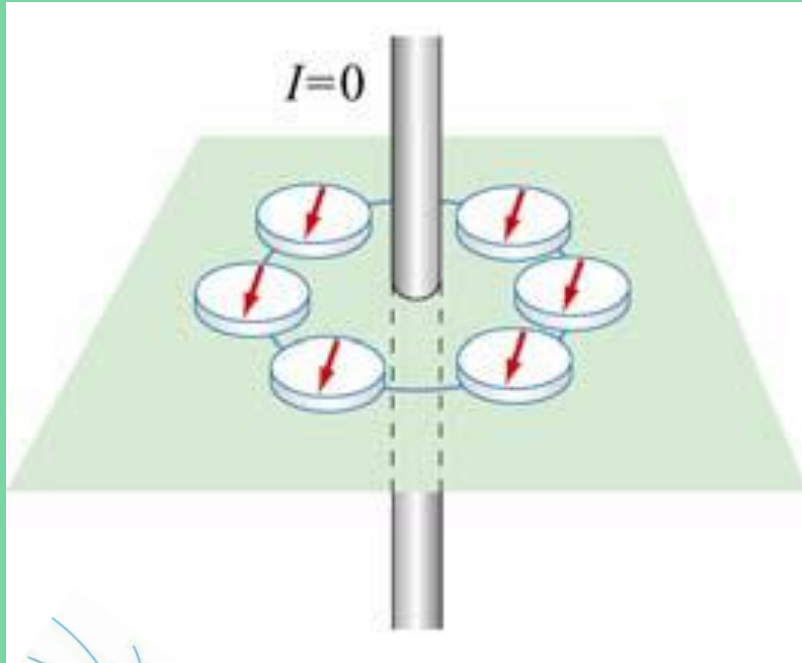
Diferencia de potencial entre extremos de la cinta

$$V_H = vBw.$$

Voltaje Hall

Fuentes de campo magnético





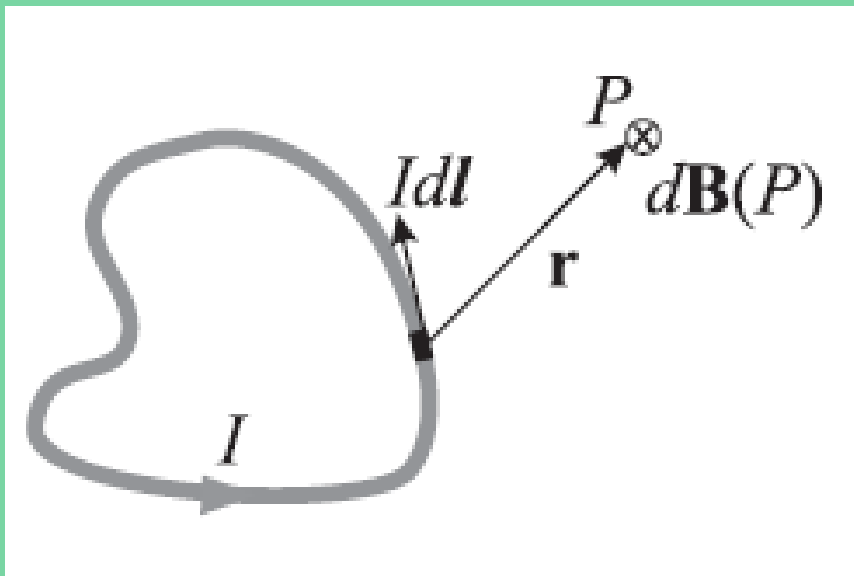
Experiencias de Oersted (1820)



Cargas eléctricas en movimiento son fuentes de campo magnético

En particular.....

las fuentes del campo magnetostático son las corrientes eléctricas invariantes en el tiempo.



Ley de Biot-Savart

$$d\mathbf{B}(P) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \times \hat{\mathbf{r}}}{r^2} \equiv \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \times \mathbf{r}}{r^3},$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}$$

Permeabilidad del vacío

$$\mathbf{B}(P) = \frac{\mu_0}{4\pi} \oint_{\text{espira}} \frac{Idl \times \mathbf{r}}{r^3}$$

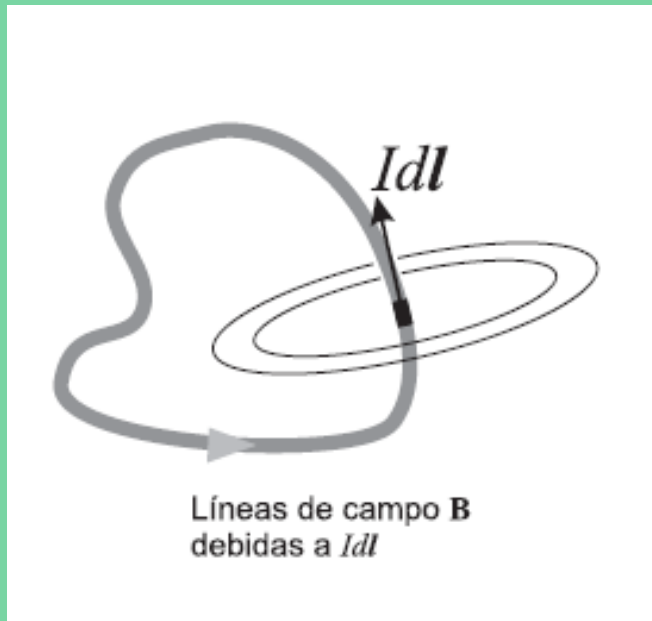
Regla de la mano derecha para B debido a un elemento de corriente

Dirección de $d\mathbf{B}$

$$Idl \times \hat{r},$$

Por lo tanto

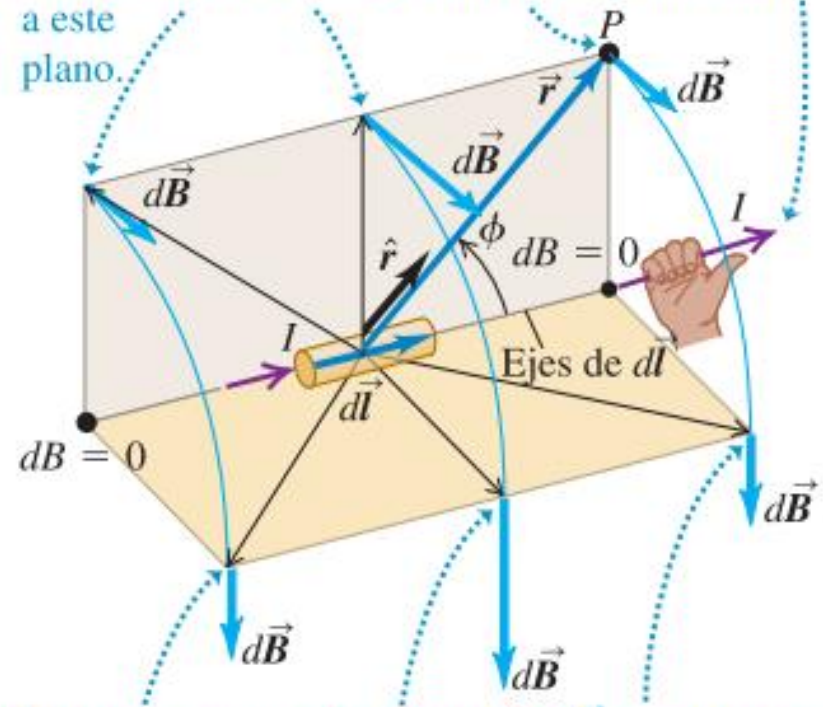
$$d\mathbf{B} \perp \hat{r}.$$



Las líneas de \mathbf{B} no tienen principio ni fin

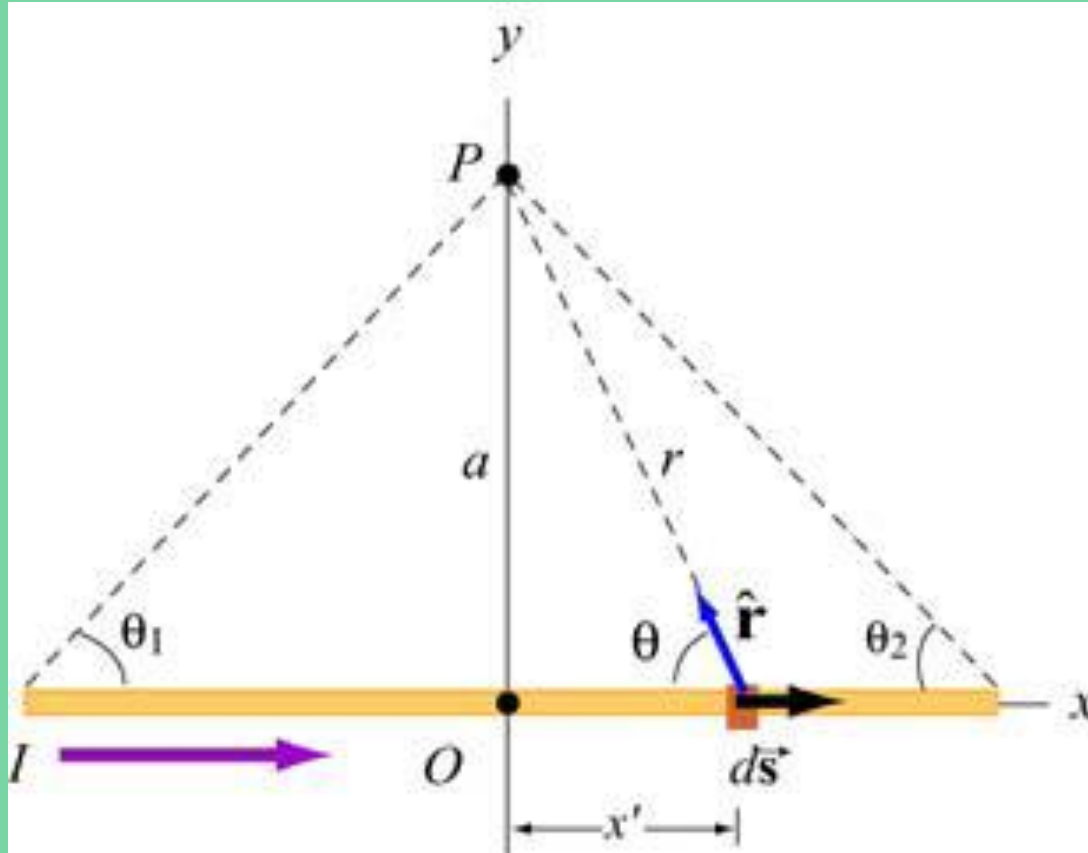
apunte el pulgar de su mano derecha en dirección de la corriente. Ahora cierre sus dedos alrededor del elemento de corriente en dirección de las líneas de campo magnético.

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 $d\vec{l}$ se encuentran en el plano color dorado, y $d\vec{B}$ es perpendicular a este plano.

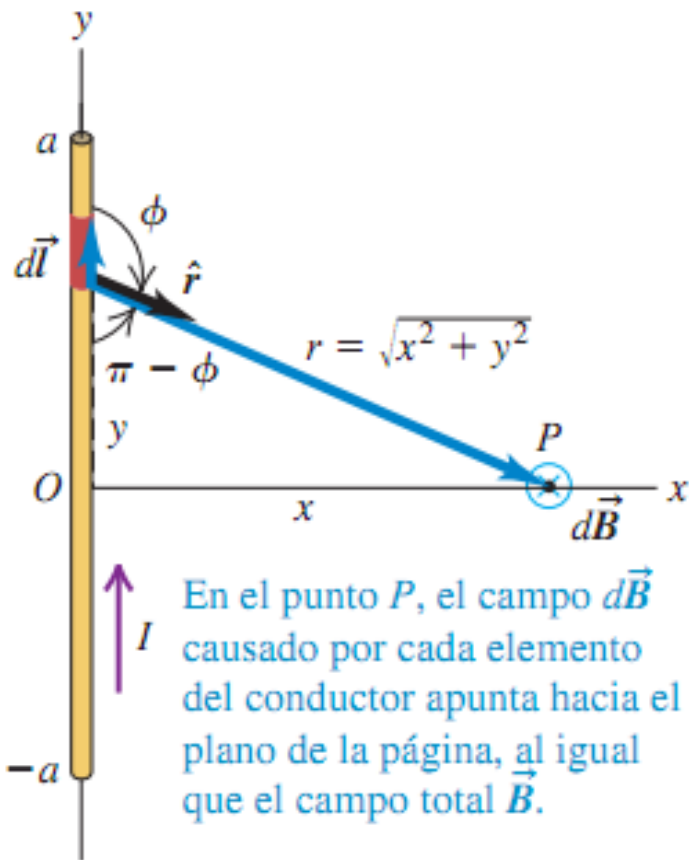
Campo Magnético producido por una corriente rectilínea



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

$$dl = dy \quad r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\sin \phi = \sin (\pi - \phi) = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$



$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_{-a}^a \frac{x dy}{(x^2 + y^2)^{3/2}}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{2a}{x\sqrt{x^2 + a^2}}$$

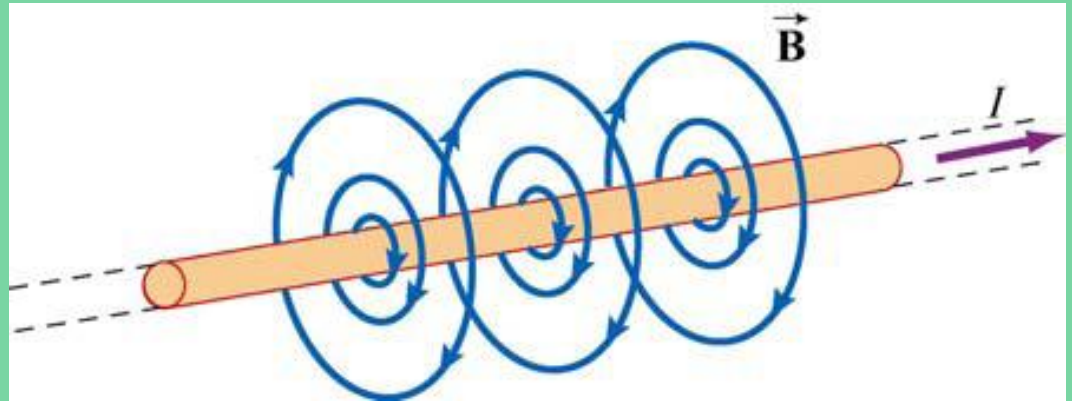
Quando la longitud $2a$ del conductor es muy grande en comparación con su distancia x desde el punto P , se puede considerar infinitamente larga.

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}$$

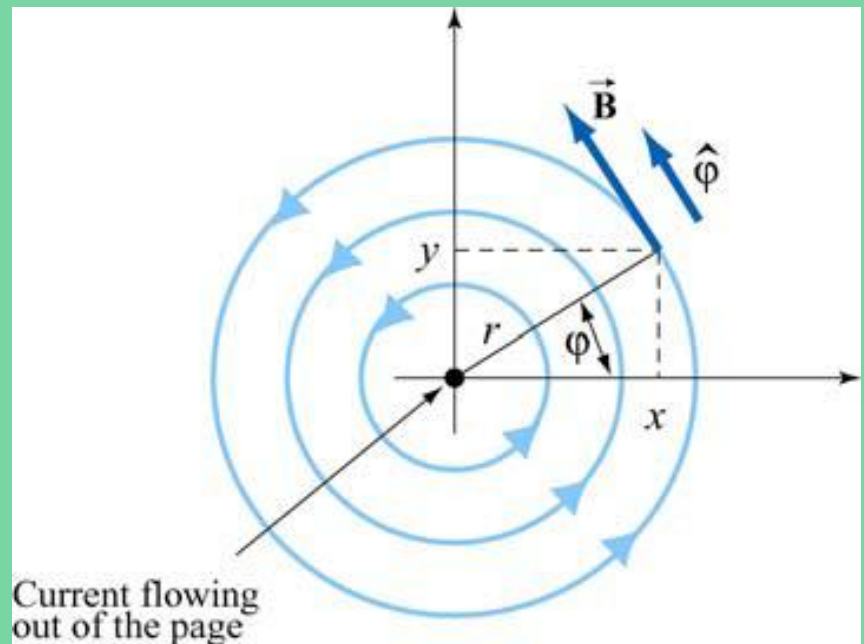
B tiene simetría axial

Igual magnitud a igual r

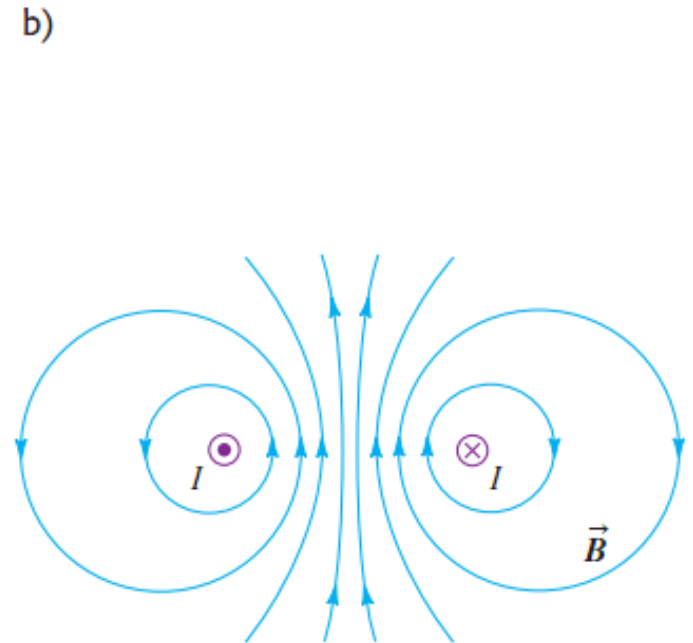
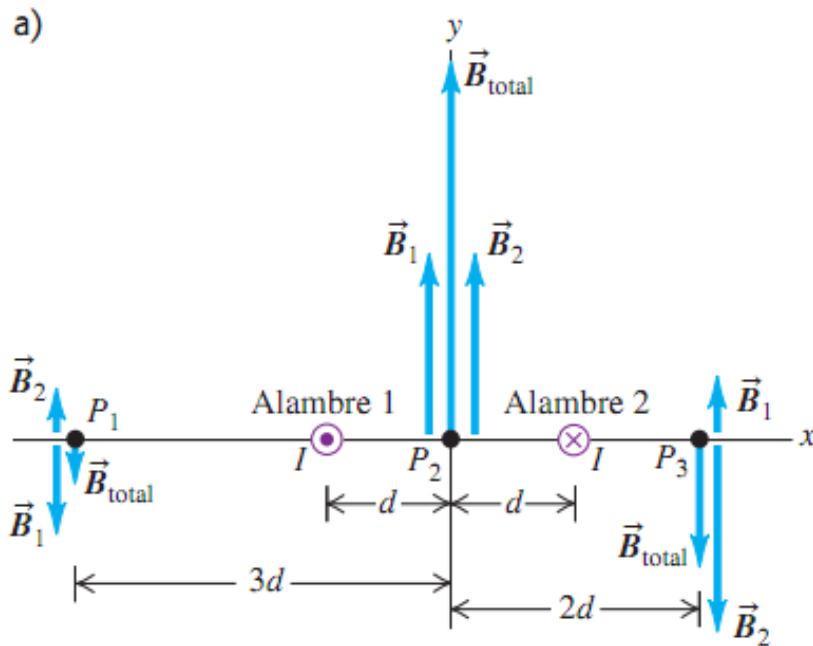
Dirección tangente a círculo concéntrico con I



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



Campo magnético de dos alambres



Campo magnético de corriente que circula en un anillo

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

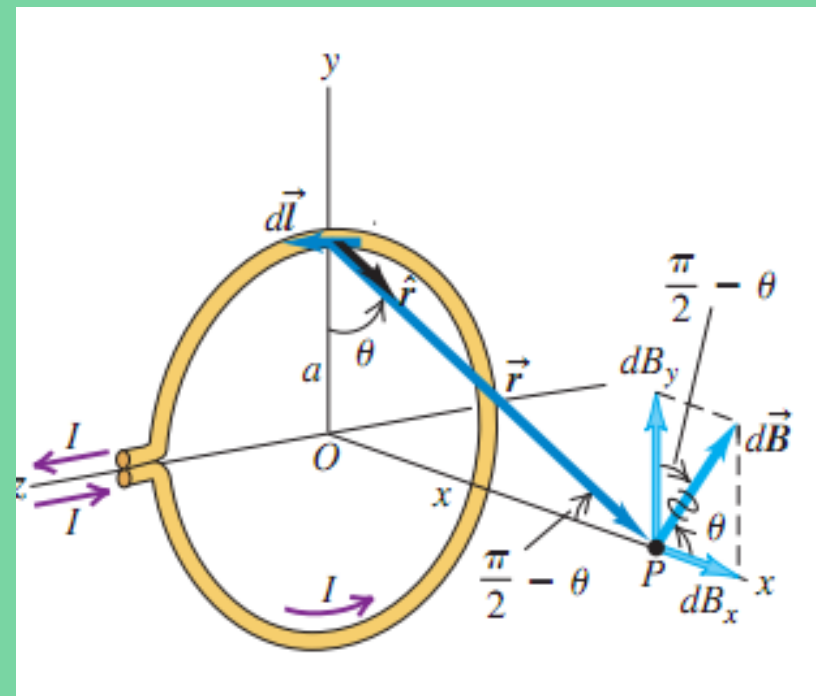
$$dB_x = dB \cos \theta = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{dl}{(x^2 + a^2)} \frac{a}{(x^2 + a^2)^{1/2}}$$

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

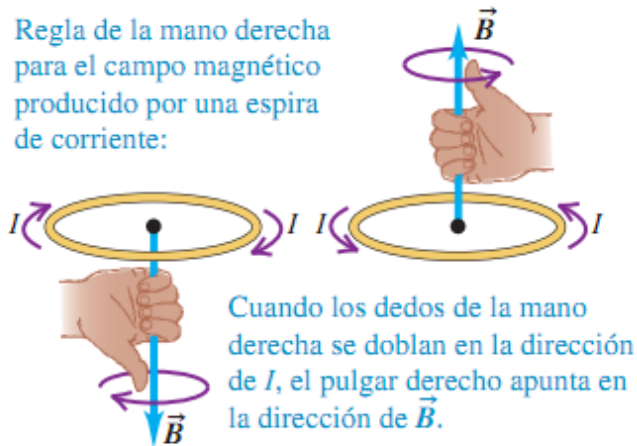
$$B_y = \int dB_y = 0$$

$$B_x = \int \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{a dl}{(x^2 + a^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 I a}{4\pi (x^2 + a^2)^{3/2}} \int dl$$

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



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



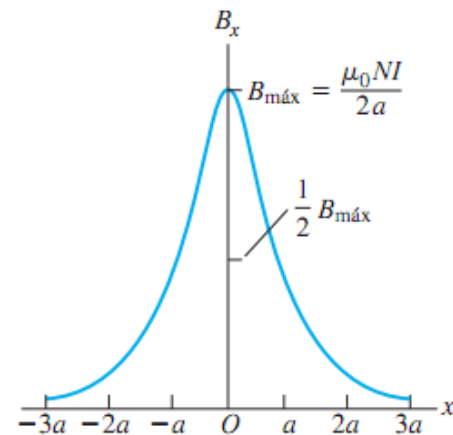
Cuando los dedos de la mano derecha se doblan en la dirección de I , el pulgar derecho apunta en la dirección de \vec{B} .

Campo magnético sobre el eje de una bobina

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



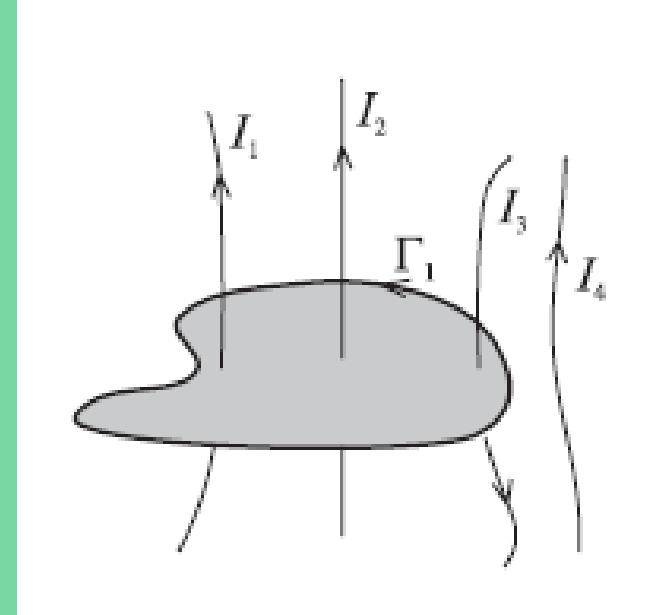
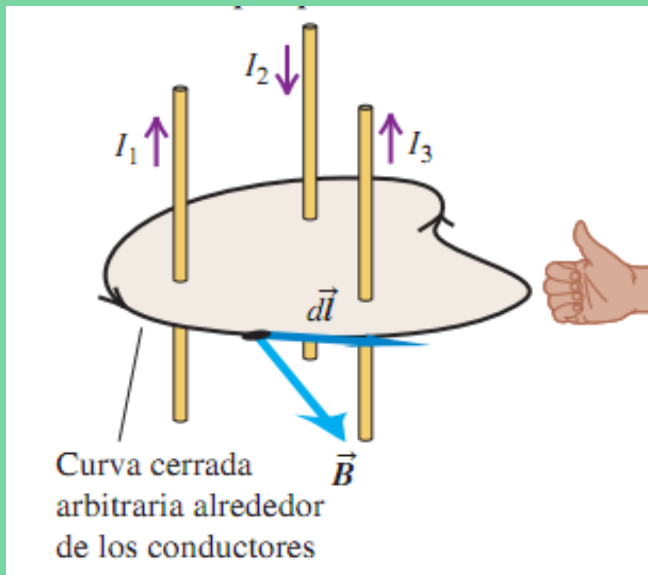
$$B_x = \frac{\mu_0 NI}{2a}$$



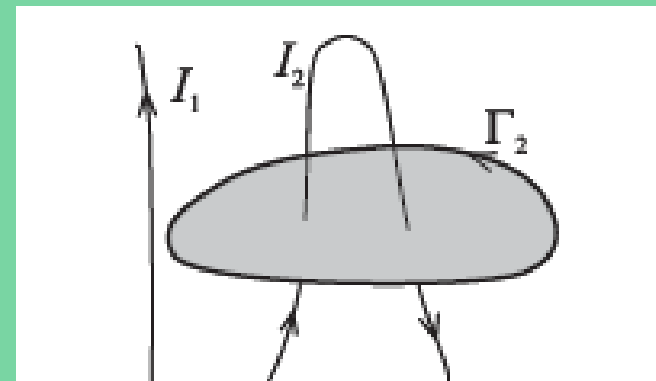
Ley de Ampere (~1830)

$$\oint_{\Gamma} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I_{\Gamma}$$

La circulación del campo magnetico a lo largo de una curva Γ es μ_0 veces la intensidad de corriente “interceptada” por la superficie apoyada en Γ .

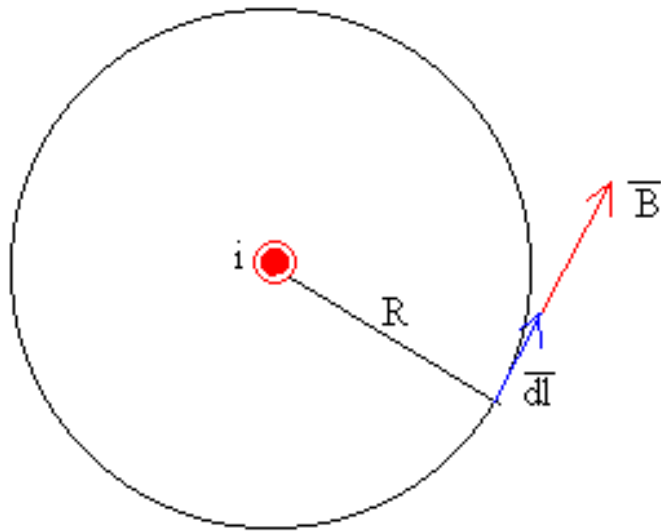


$$\oint_{\Gamma_1} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 (I_1 + I_2 - I_3)$$



$$\oint_{\Gamma_2} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = 0.$$

Campo Magnético producido por una corriente rectilínea



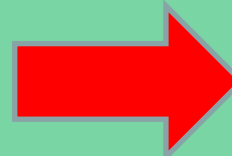
1. La dirección del campo en un punto P, es perpendicular al plano determinado por la corriente y el punto.
2. Elegimos como camino cerrado una circunferencia de radio r , centrada en la corriente rectilínea, y situada en un plano perpendicular a la misma.

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \int B \cdot dl \cos 0^\circ = B \int dl = B \cdot 2\pi R$$

Ley de Ampere

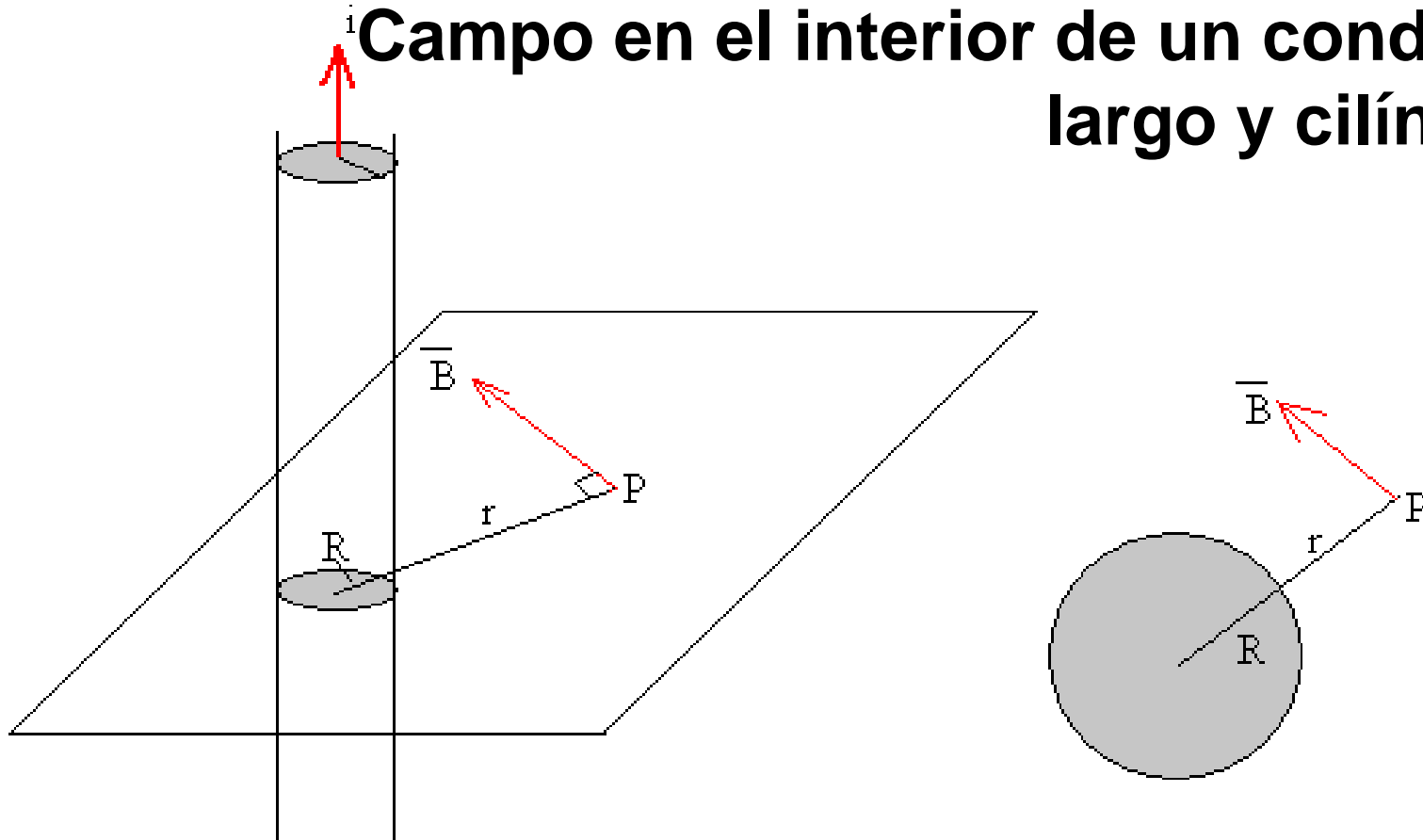
$$\oint_{\Gamma} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I_{\Gamma}$$

$$B \cdot 2\pi R = \mu_0 i$$



$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi R}$$

Campo en el interior de un conductor largo y cilíndrico



La corriente está distribuida de manera uniforme sobre la superficie de la sección transversal del conductor.

En el interior:

La intensidad que atraviesa la circunferencia $r < R$ es una parte de la intensidad total

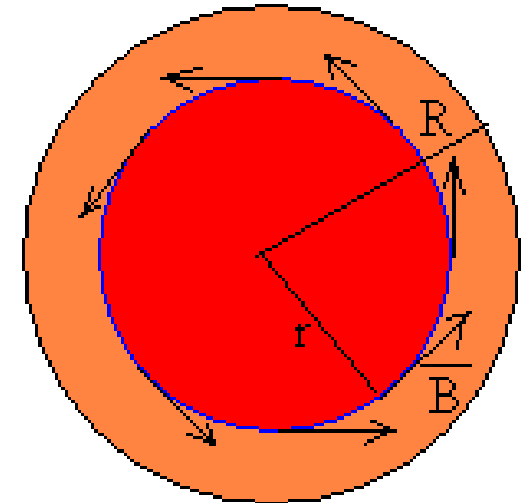
$$i \frac{\pi r^2}{\pi R^2}$$

Ley de Ampere

$$\oint_{\Gamma} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I_{\Gamma}$$

$$B \cdot 2\pi r = \mu_0 i \frac{r^2}{R^2}$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi R^2} r$$



En el exterior:

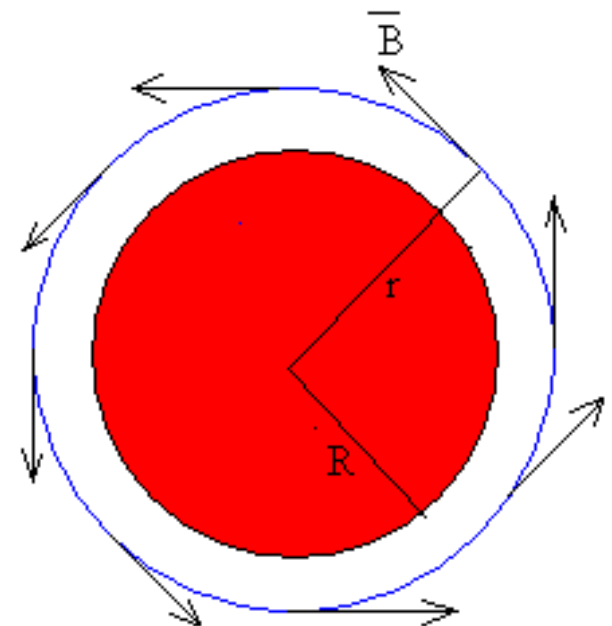
La intensidad que atraviesa la circunferencia $r > R$ es la intensidad total i

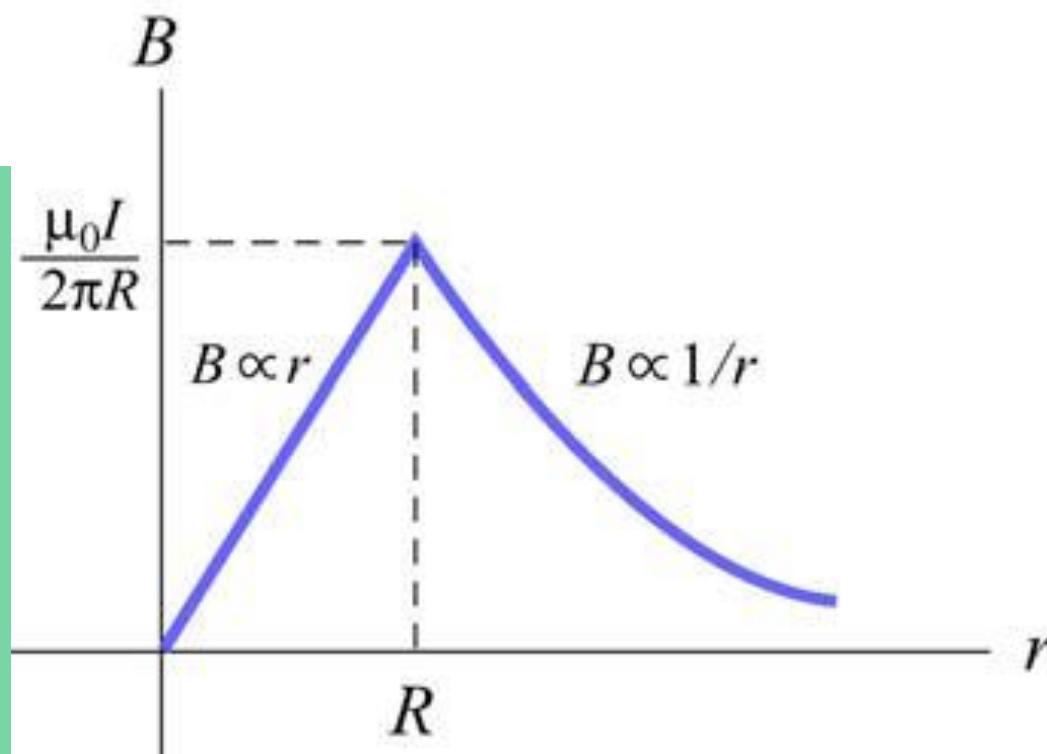
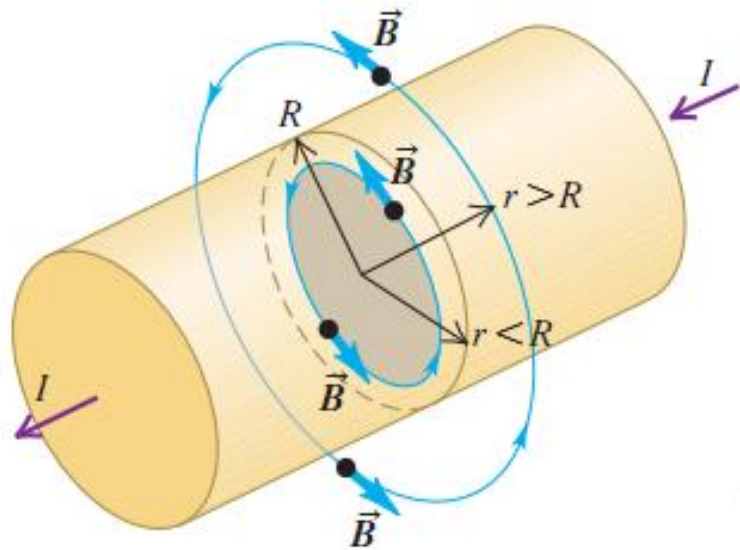
Ley de Ampere

$$\oint_{\Gamma} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I_{\Gamma}$$

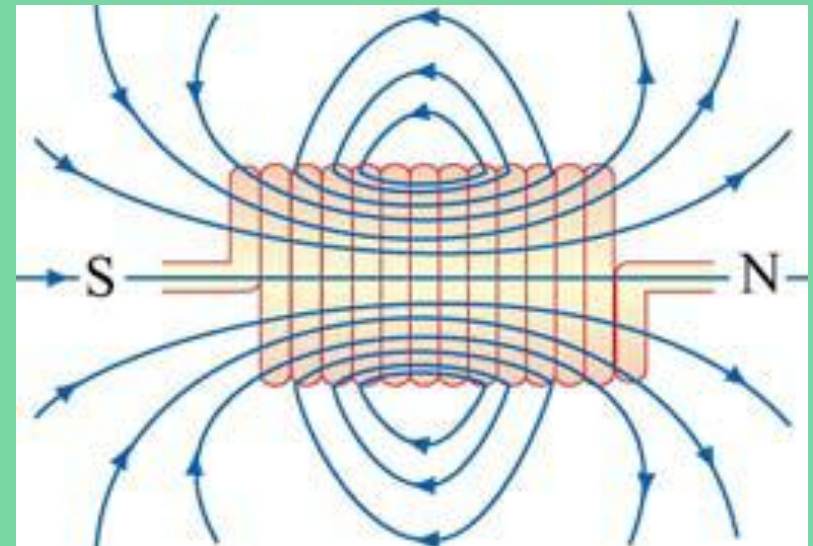
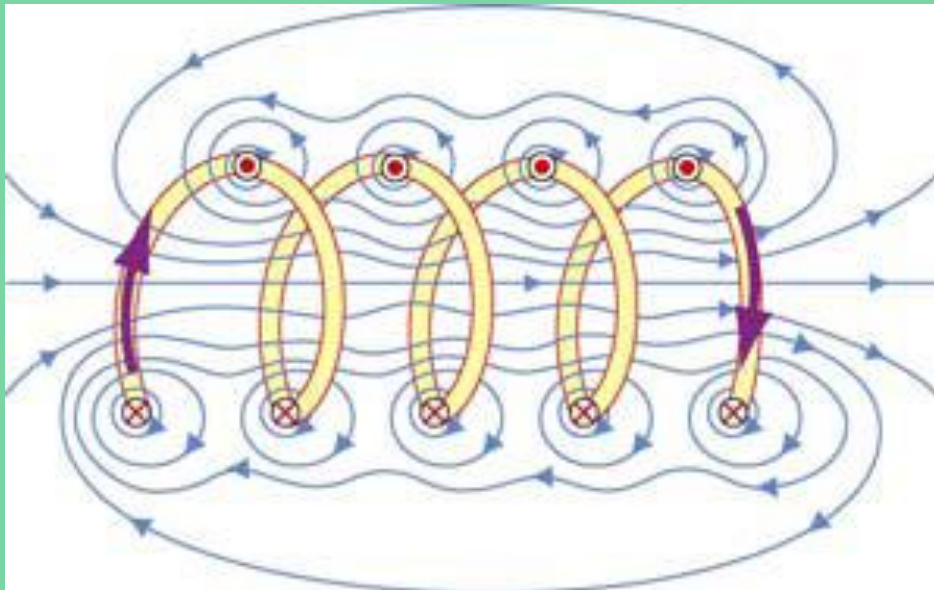
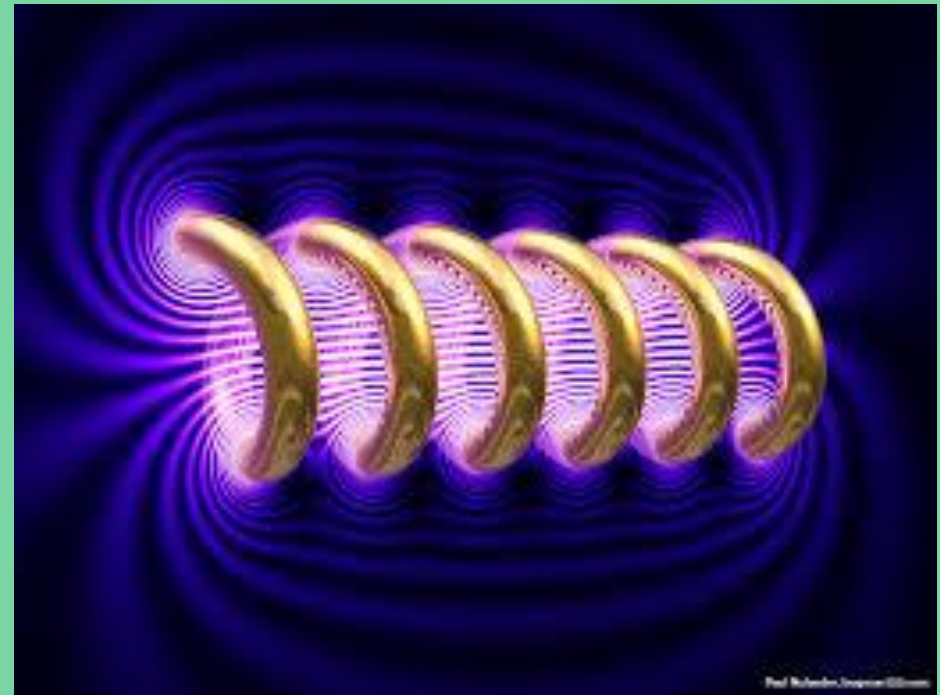
$$B \cdot 2\pi r = \mu_0 i$$

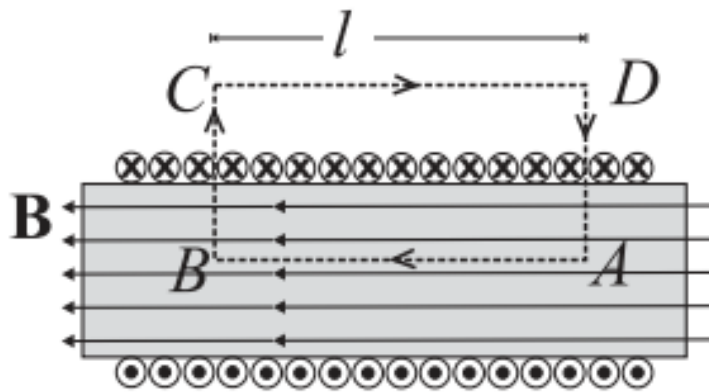
$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$





Campo Magnético de un Solenoido





$$\oint_{ABCD} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \int_{AB} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l},$$

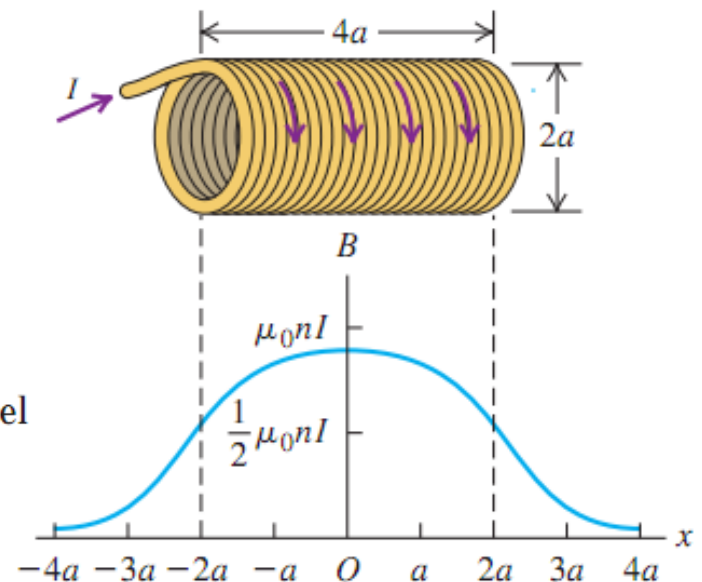
$$\int_{AB} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = BL,$$

Ley de Ampere

$$\oint_{\Gamma} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I_{\Gamma}$$

$$\mathbf{B}(P) = \begin{cases} \mu_0 n I \hat{\mathbf{u}} & \text{en el interior} \\ 0 & \text{en el exterior} \end{cases}$$

siendo $n = N/l$ el número de espiras por unidad de longitud en el solenoide y $\hat{\mathbf{u}}$ el vector unitario en la dirección del eje del solenoide.



Toroide

o Solenoide Toroidal



Para Trayectoria 2 la intensidad que atraviesa la circunferencia es $N I$, donde N es el número total de espiras

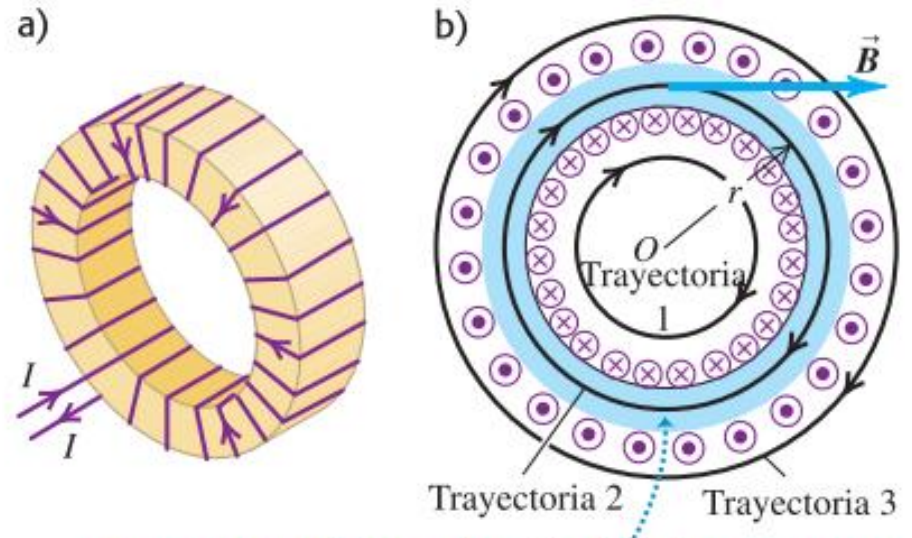
Ley de Ampere

$$\oint_{\Gamma} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I_{\Gamma}$$



$$2\pi r B = \mu_0 N I$$

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



El campo magnético está confinado casi por completo en el espacio encerrado por los devanados (en azul).