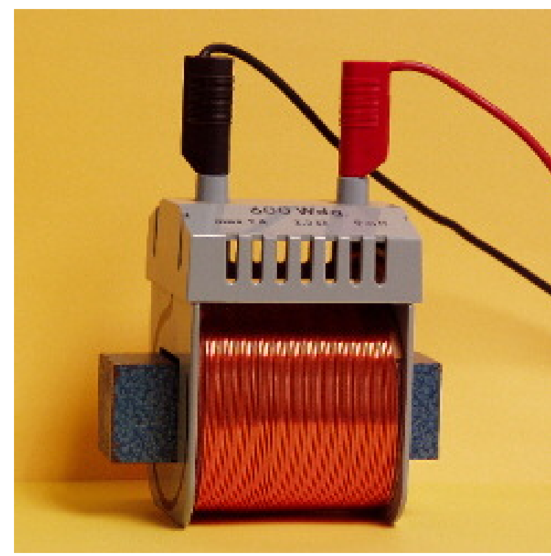
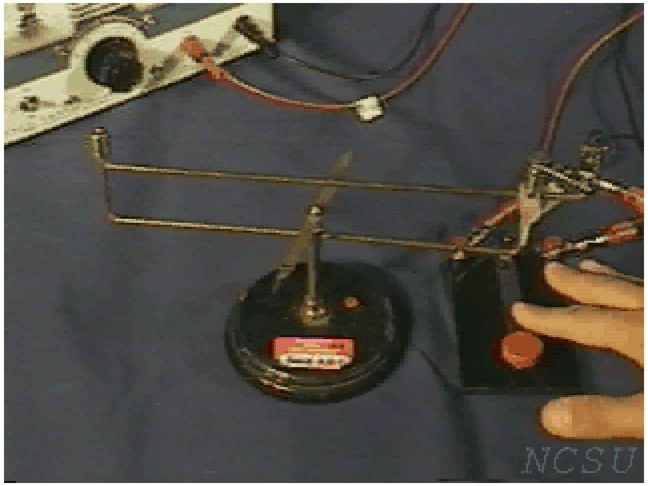
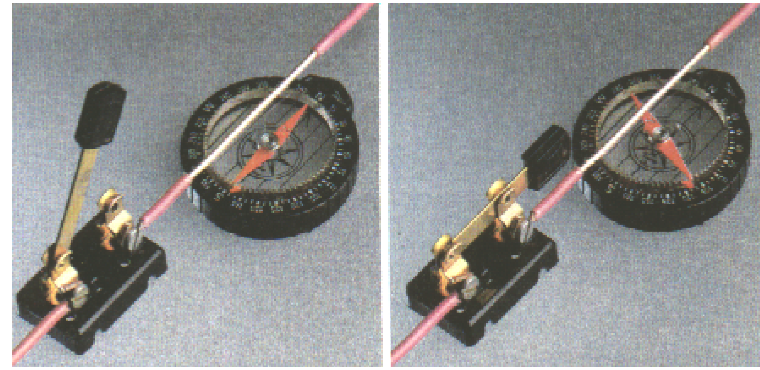
FUNDAMENTOS FÍSICOS de la INFORMÁTICA
TEMA 7a: FUENTES DEL CAMPO MAGNETICO

GRUPO F
A. SALANDIN, UNIVERSITAT POLITÉCNICA DE VALENCIA



EXPERIENCIA de OERSTED

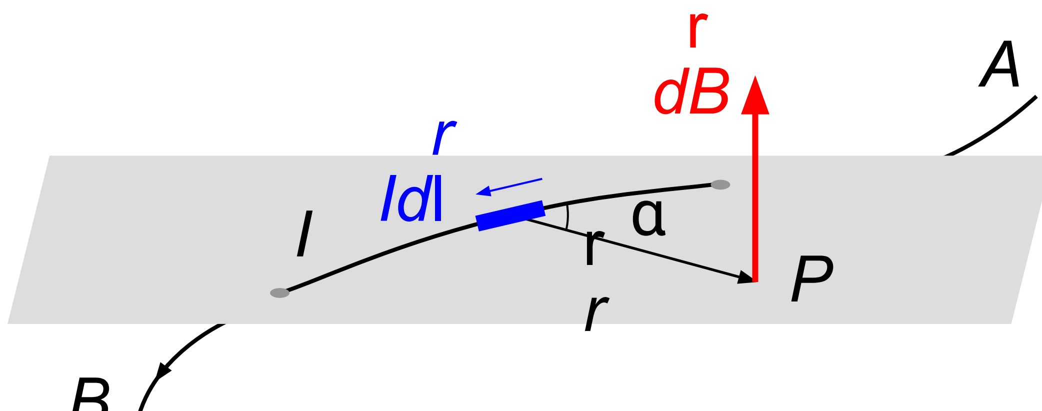




Nueva herramienta de cálculo

LEY de BIOT SAVART

En un punto P, el campo magnético creado por una carga q en movimiento viene dado por las e



ELEMENTAL

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\,\frac{d\vec{\ell}\times\bar{r}}{r^3}$$

SISTEMA CONTINUO

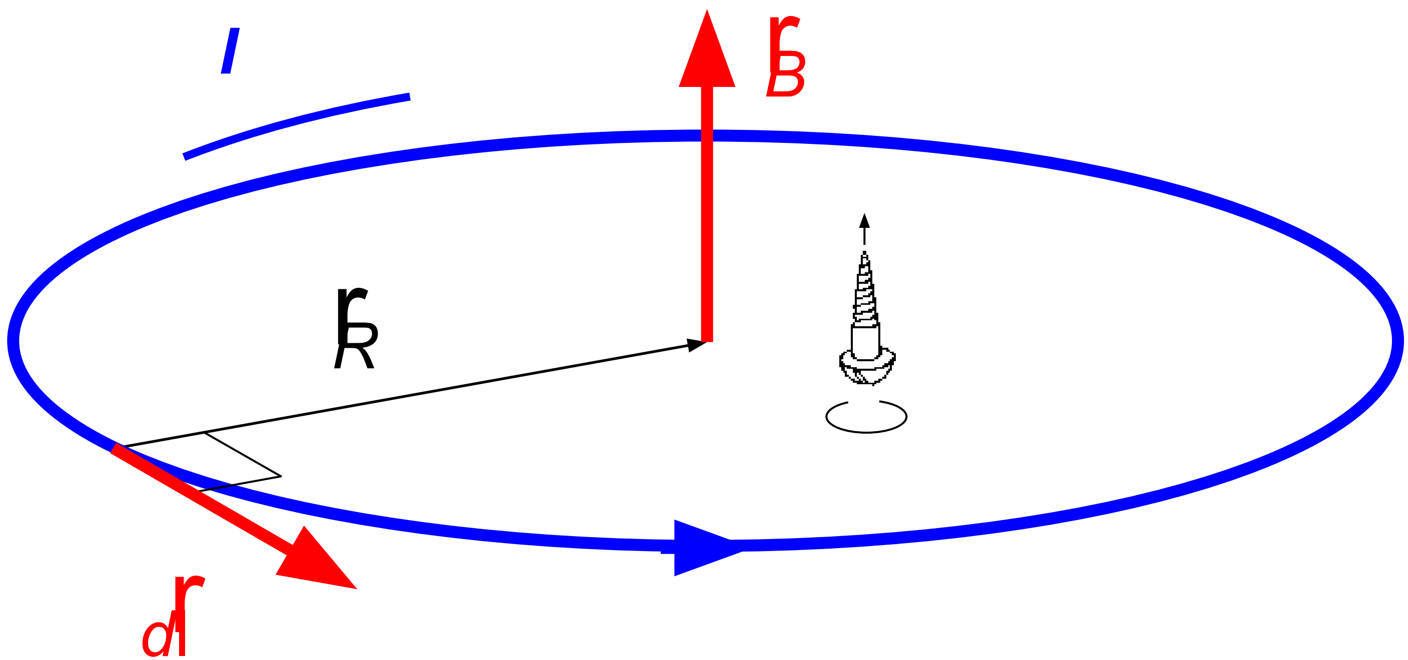
$$\vec{B} = \int_A^B \frac{\mu_0 I}{4\pi}\,\frac{d\vec{\ell}\times\bar{r}}{r^3}$$

SISTEMA DISCRETO

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 q}{4\pi}\,\frac{\vec{v}\times\vec{r}}{r^3}$$

Permeabilidad del vacío: $\mu_0 = 4\pi\,10^{-7}$ en SI

CAMPO MAGNÉTICO producido por una espira de corriente en su centro



$$B_{centro} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_0^{2\pi R} \frac{\left| d\vec{\ell} \times \vec{R} \right|}{R^3} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} 2\pi R = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

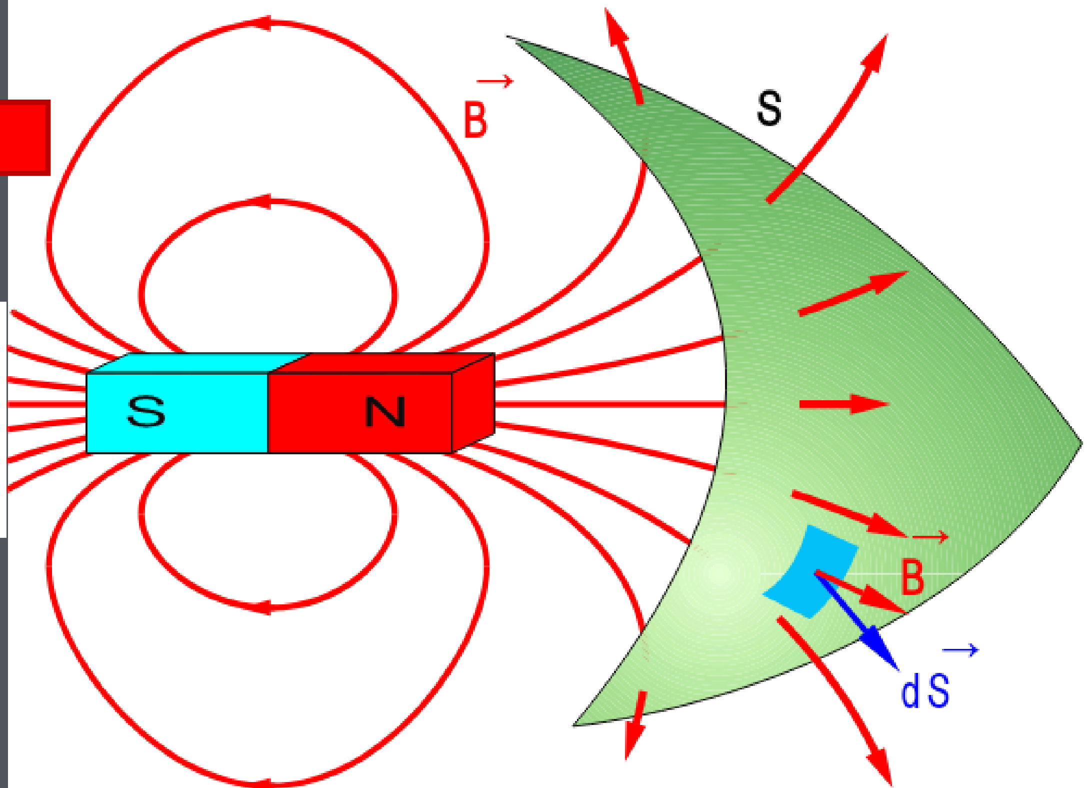
Ejemplo 1

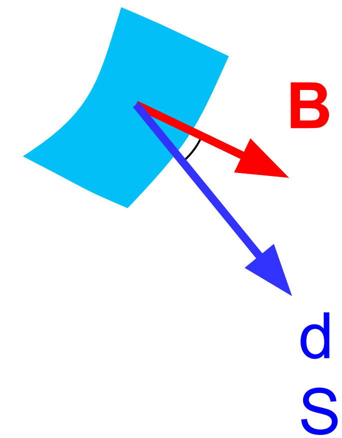
E1. El campo magnético en el centro de una espira de 5 cm de radio por la que circulan 3 A vale:

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3}{0,1} = 37,7\ \mu T$$

FLUJO MAGNÉTICO

(4ª) Nueva magnitud





$$d\phi = B \cdot dS$$

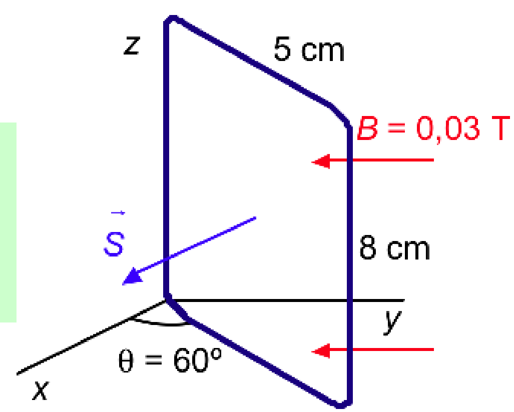
$$\Phi = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

SI Weber Wb = T·m^2

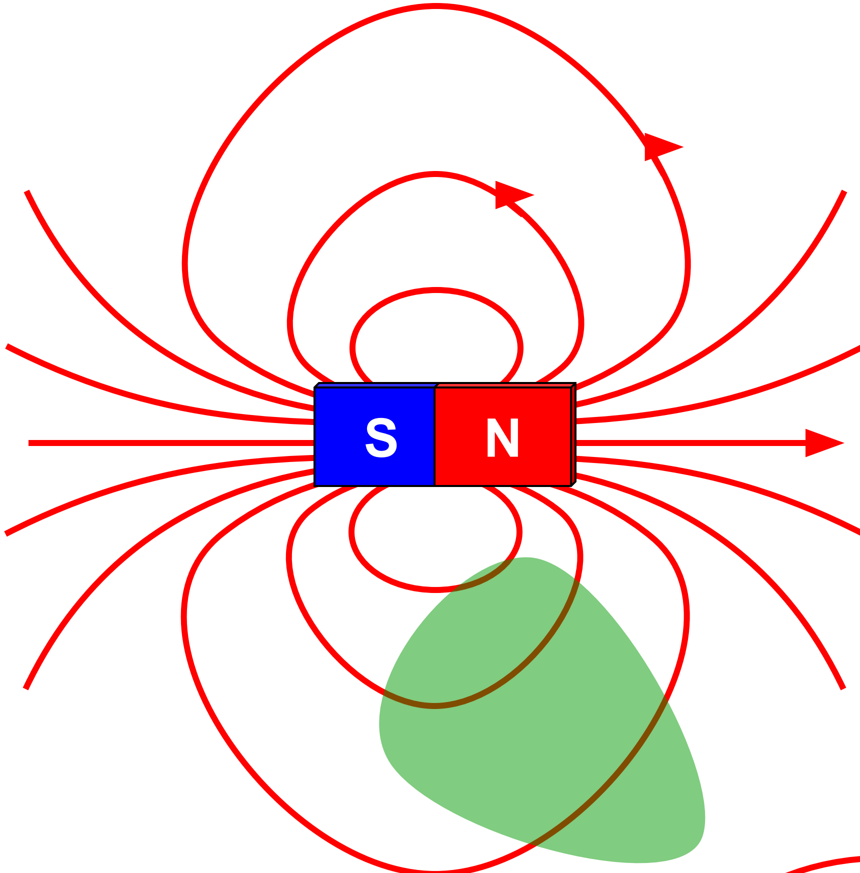
Flujo NULO?
Flujo MÁXIMO

Ejemplo2

E2. Determina el flujo a través de un conjunto de 100 espiras como la de la figura, situadas en el interior de un campo magnético uniforme **B**= - 0.03**j** T

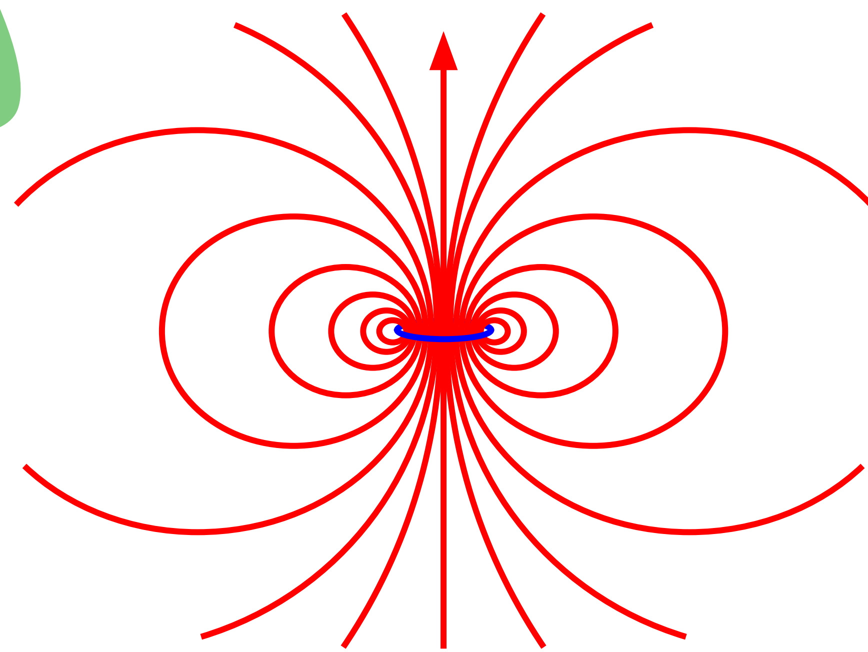


LÍNEAS del CAMPO MAGNÉTICO



DIPOLO

ESPIRA



Flujo magnético a través de una superficie cerrada

$$\int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$

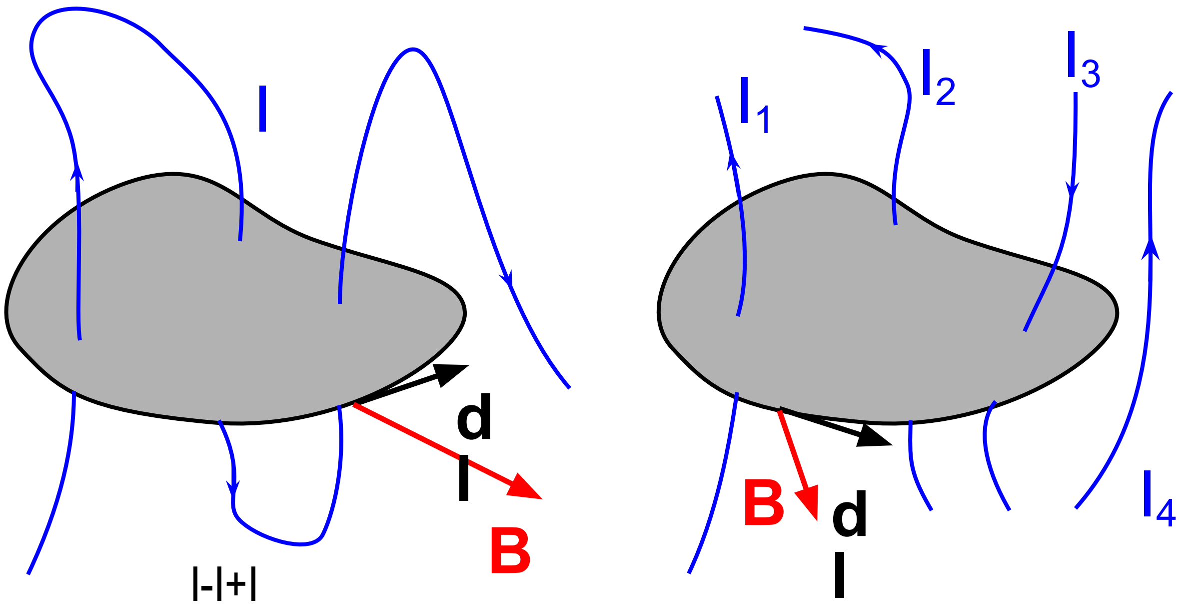
Explicar

TEOREMA DE AMPÉRE

Nueva herramienta de cálculo

La circulación del vector campo magnético a lo largo de una curva cerrada es igual al producto de la constante μ_0 por la suma de las intensidades que atraviesan cualquier superficie limitada por la curva. El signo de la intensidad será positivo si cumple la regla de la mano derecha con el sentido de la circulación, y negativo en caso contrario (B y dl son vectores).

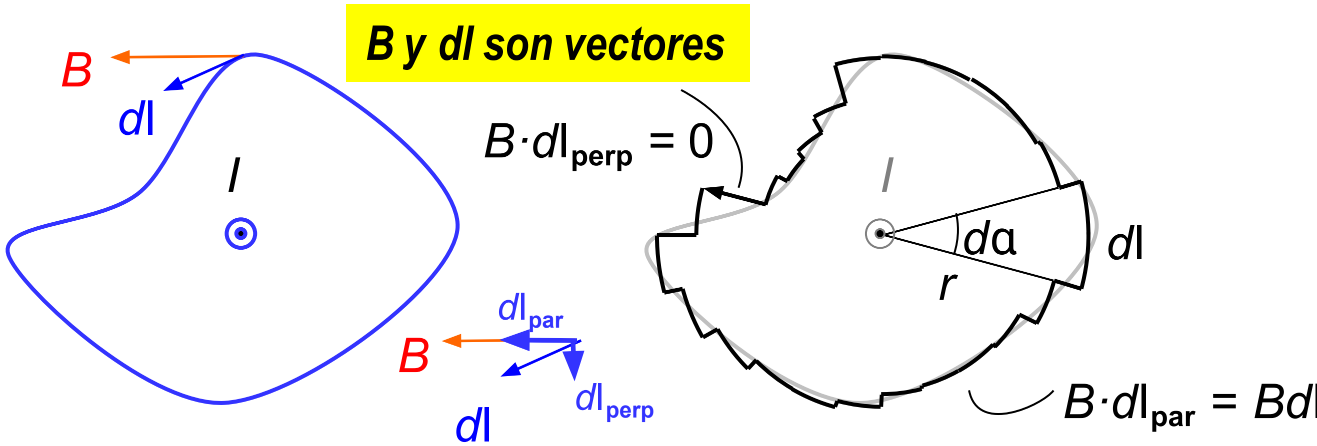
$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 \sum I$$



$C = \mu_0 I$

$C = \mu_0(I_1 + I_2 - I_3)$

TEOREMA DE AMPÉRE

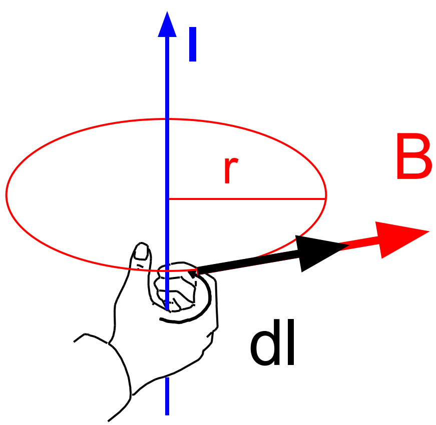


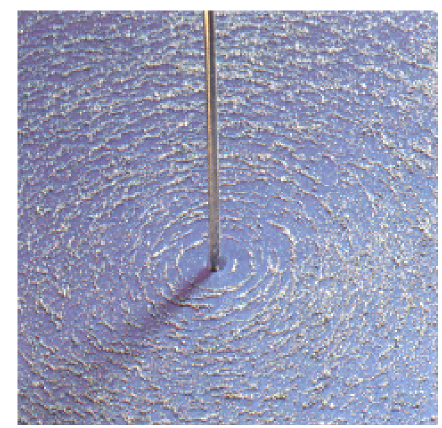
$$dC = \vec{B}\cdot\vec{d\ell} = Bd\ell = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}d\ell \qquad C = \oint dC = \frac{\mu_0}{2\pi}\oint\frac{I d\ell}{r} = \frac{\mu_0 I}{2\pi}\oint\frac{r d\alpha}{r} = \mu_0 I$$

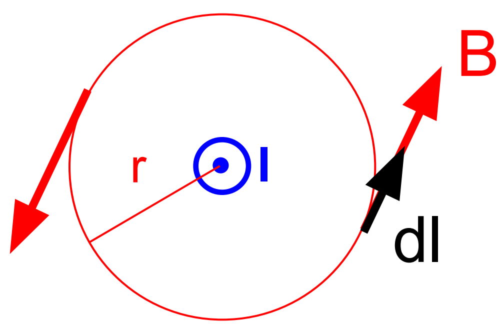
arco=cuerda

APLICACIÓN 1

campo magnético creado por una corriente rectilínea indefinida



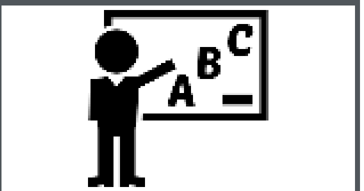


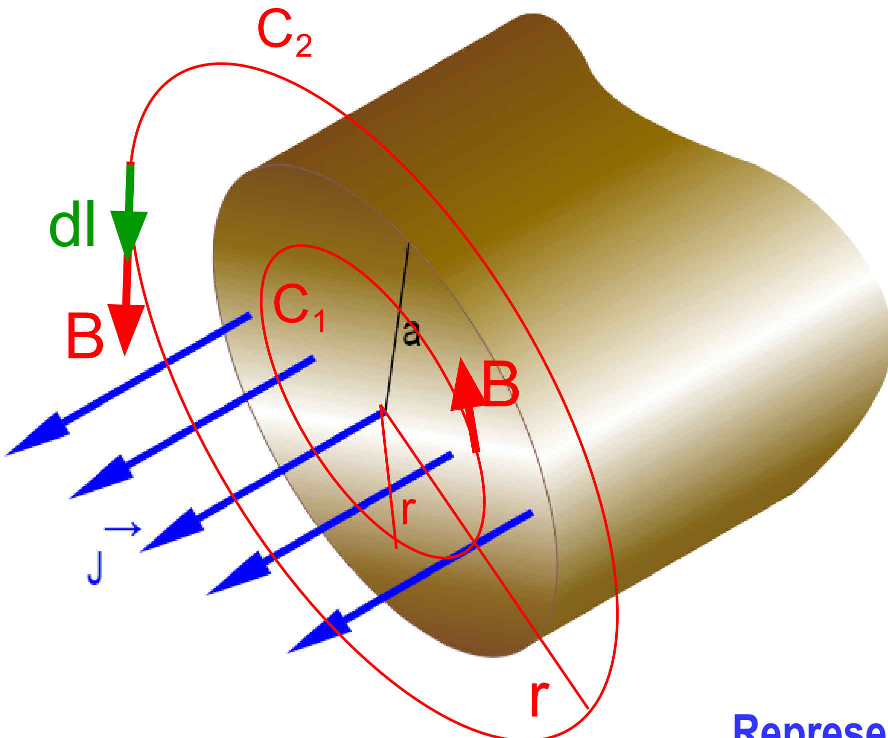


$$\oint\vec{B}\cdot\vec{d\ell} = B2\pi r = \mu_0 I$$

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

APLICACIÓN 2 campo magnético dentro y fuera de un





Dentro

Aplico AMPERE (C_1)

$$\oint_{C1} \vec{B}\cdot d\vec{\ell} = \mu_0 \int \vec{J}\cdot d\vec{S} = \mu_0 J\pi r^2$$

despejando B obtengo

$$B = \frac{\mu_0 J r}{2}$$

Representación gráfica distancia r vs campo magnético B

Fuera

Aplico AMPERE (C_2)

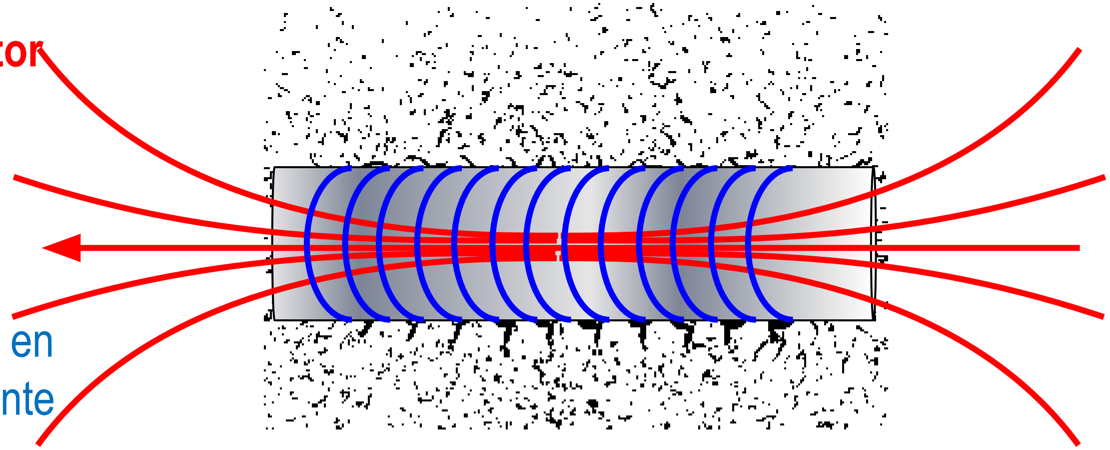
$$\oint_{C2} \vec{B}\cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I = \mu_0 J\pi a^2$$

despejando B obtengo

$$B = \frac{\mu_0 J a^2}{2r}$$

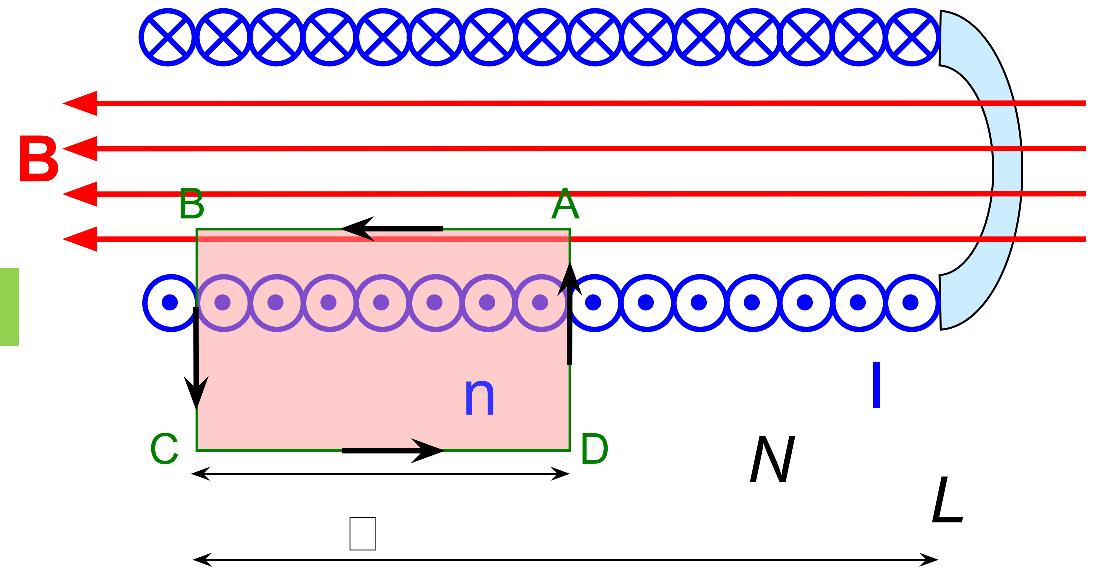
Aplicación 3
SOLENOIDE

bobina de hilo conductor aislado y enrollado helicoidamente



Crea un fuerte campo magnético en su interior, en el exterior es practicamente nulo

Desde el minuto 4:00



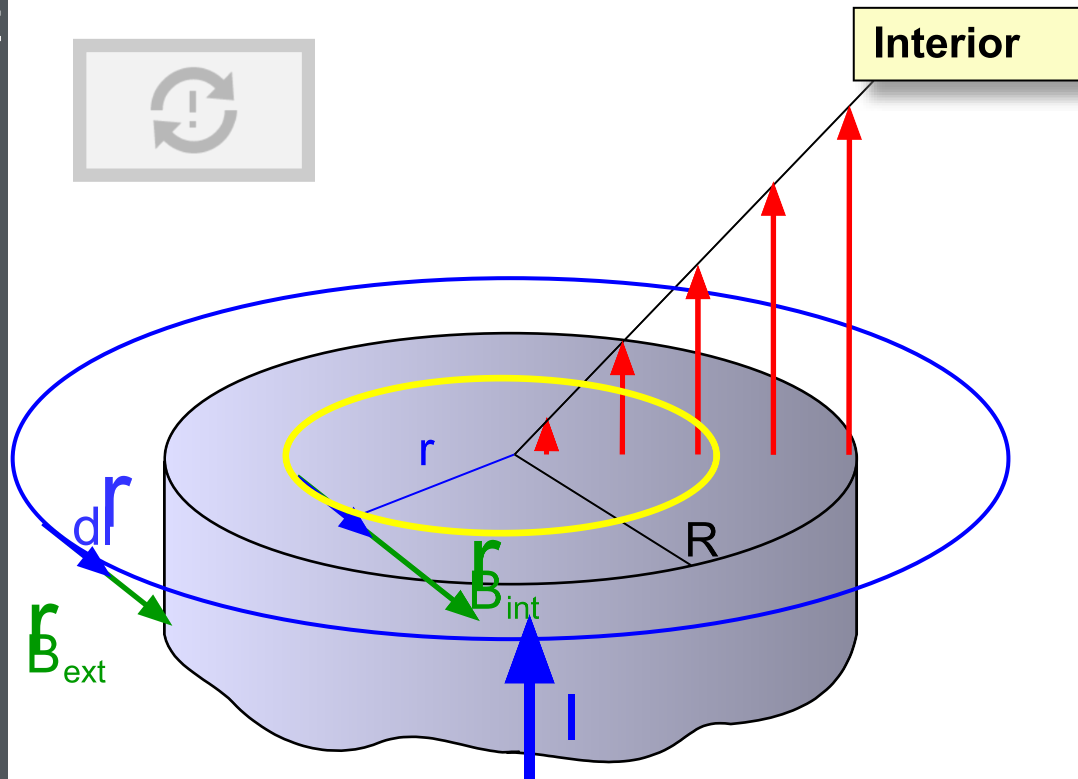
Circulación será A-B-C-D (aplico Ampere)

$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell} = \int_A^B \vec{B}\cdot d\vec{\ell} + \int_B^C \vec{B}\cdot d\vec{\ell} + \int_C^D \vec{B}\cdot d\vec{\ell} + \int_D^A \vec{B}\cdot d\vec{\ell}$$

$$B = \frac{\mu_0 N I}{L}$$

B·□ + By cos90º + 0 + Bycos90º = B·□ = $\mu_0 nI$

CAMPO M. creado por una CORRIENTE NO UNIFORME



$$I = \int J(r)d$$

$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell} = \mu_0 \int J(r)dS =$$

$$\mu_0 \int_0^r J_0 \frac{r}{R}\cdot 2\pi r dr$$

$$B\cdot 2\pi r = \frac{2\pi\mu_0 J_0}{3R} r^3$$

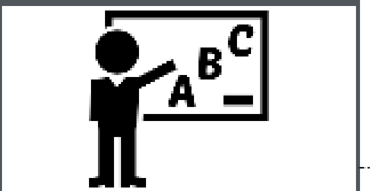
$$B_{int} = \frac{\mu_0 J_0}{3R} r^2$$

Exterior

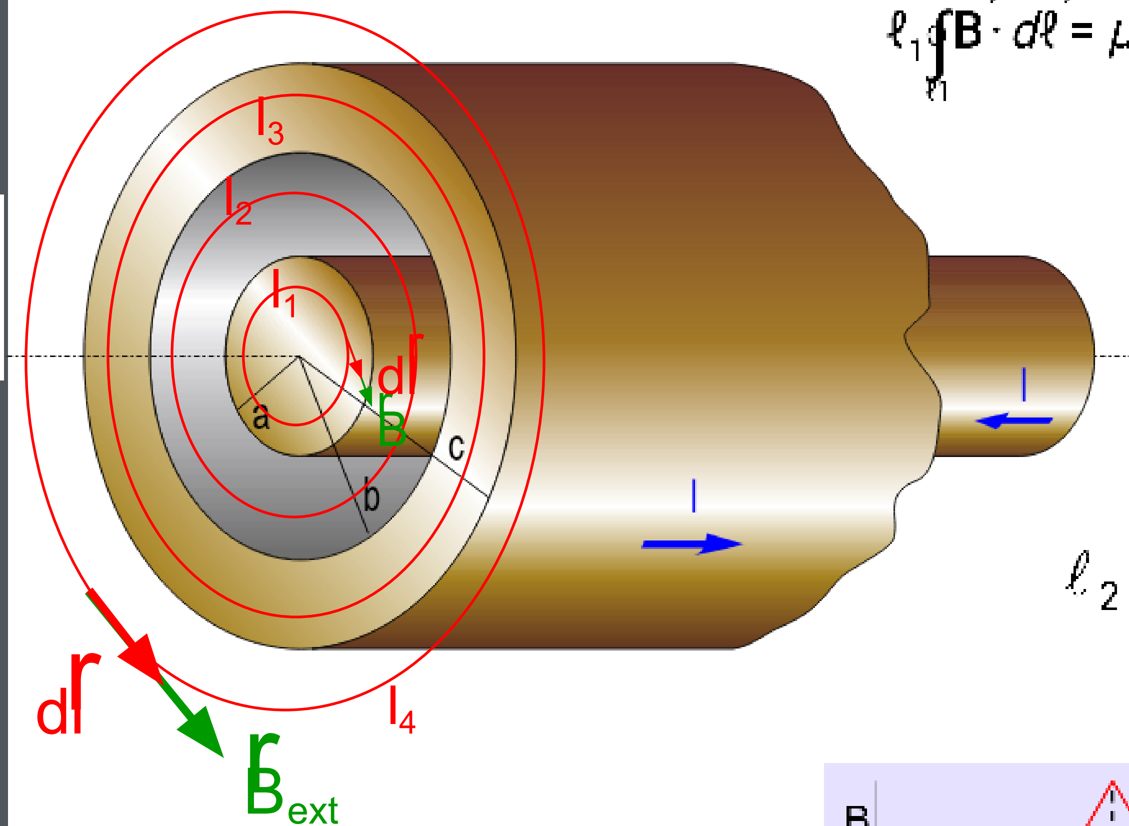
$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell} = \mu_0 \int J(r)dS = \mu_0 \int_0^R J_0 \frac{r}{R}\cdot 2\pi r dr$$

$$B\cdot 2\pi r = \frac{2\pi\mu_0 J_0}{3} R^2 \qquad B_{ext} = \frac{\mu_0 J_0 R^2}{3r}$$

CAMPO creado por una CORRIENTE de ida y vuelta



Aplicamos Ampere 4 veces

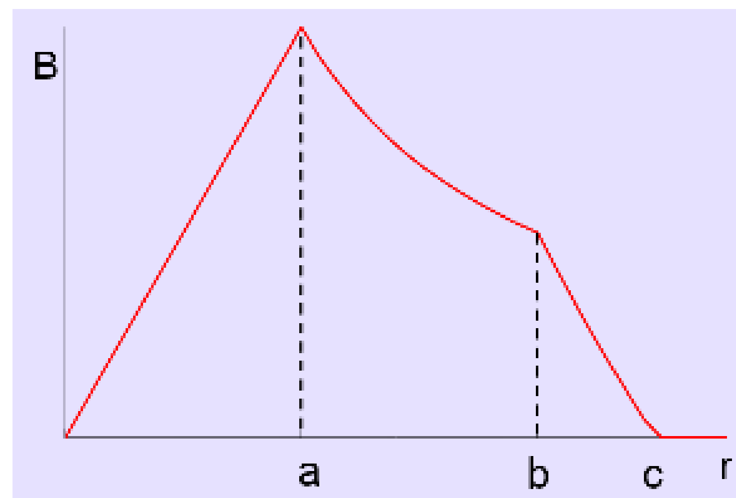


$$\oint_{\ell_1} \vec{B}\cdot d\vec{\ell} = \mu_0 \int \vec{J}\cdot d\vec{S} = \mu_0 \frac{I}{\pi a^2}\cdot \pi r^2 = \mu_0 \frac{I r^2}{a^2}$$

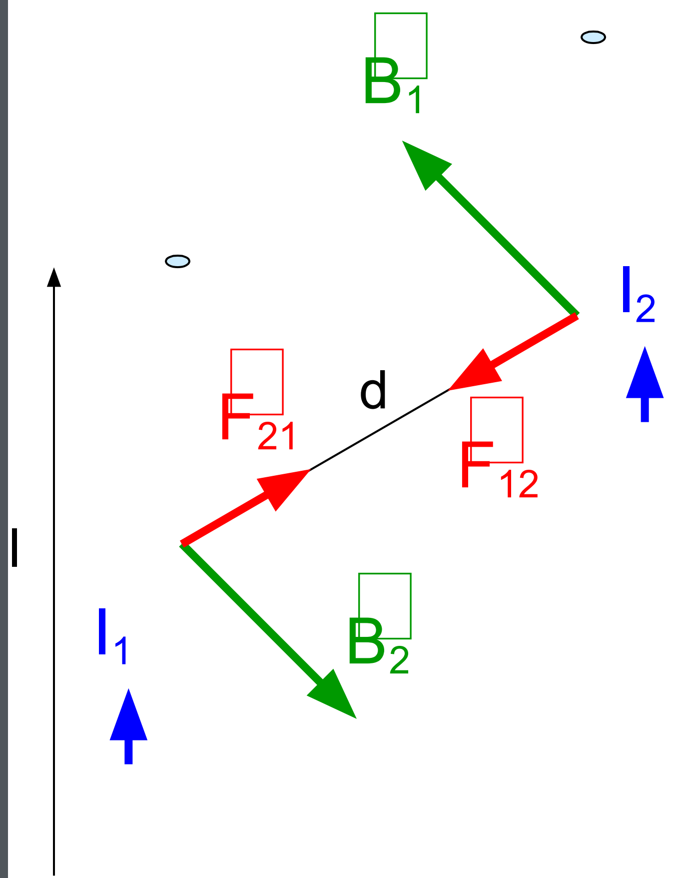
$$\oint_{\ell_2} \vec{B}\cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I$$

$$\oint_{\ell_3} \vec{B}\cdot d\vec{\ell} = \mu_0\left(I - \int \vec{J}\cdot d\vec{S}\right) = \mu_0\left(I - \frac{I\pi(r^2-b^2)}{\pi(c^2-b^2)}\right)$$

$$\oint_{\ell_4} \vec{B}\cdot d\vec{\ell} = \mu_0 (I - I) = 0$$



DEFINICIÓN de AMPERIO



El amperio es la intensidad de una corriente constante que, mantenida entre dos conductores paralelos rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y colocados a la distancia de un metro uno de otro en el vacío, producirá una fuerza igual a 2 10^{-7} N por metro de longitud.

$$\frac{F_{12}}{\ell} = \frac{F_{21}}{\ell} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$$

LAS ECUACIONES DE MAXWELL

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{\sum Q}{\varepsilon_0} \qquad \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = 0 \qquad \oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 \sum I$$

Conjunto de cuatro ecuaciones (originalmente 20) que describen por completo los fenómenos electromagnéticos. Con las contribuciones previas de Coulomb, Gauss, Ampere, Faraday se introdujeron los conceptos de campo y corriente de desplazamiento unificando los campos eléctricos y magnéticos en un solo concepto de campo electromagnético.