FISICA 1 (PALEONTOLOGÍA)

2DO CUATRIMESTRE 2020

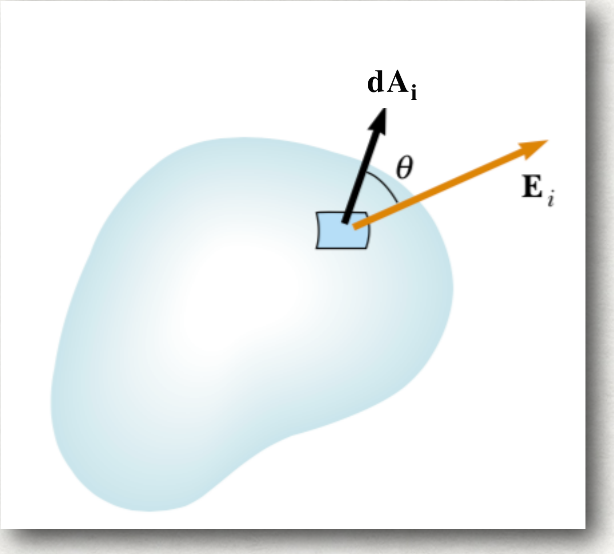
CLASE 21

RODOLFO SASSOT

CLASE 21: Magnetismo

Temas: Ley de Gauss del magnetismo, ley de Ampère.

ley de Gauss del magnetismo:



$$\Phi_E = \oint \mathbf{E} \cdot \mathbf{dA} = \frac{q_{int}}{\epsilon_0}$$

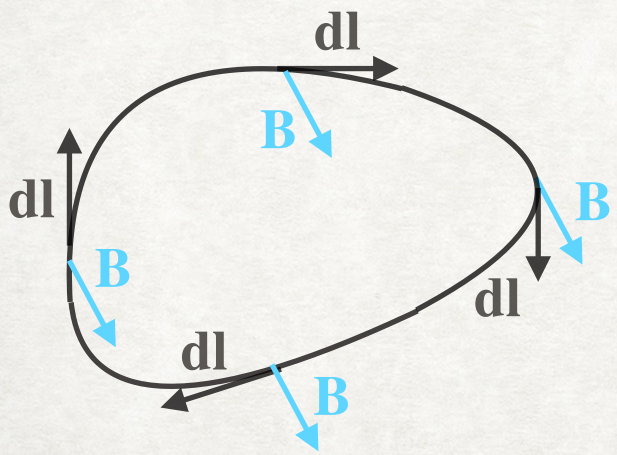
Φ_E *flujo eléctrico* Clase 15

Ley de Gauss: *~ permite obtener fácilmente* $\mathbf{E}$ *en situaciones con simetría*

$$\Phi_B = \oint \mathbf{B} \cdot \mathbf{dA} = 0$$

~ no existen monopolos magnéticos

ley de Ampère:



$$\oint \mathbf{B} \cdot \mathbf{dl} = \mu_0 I$$

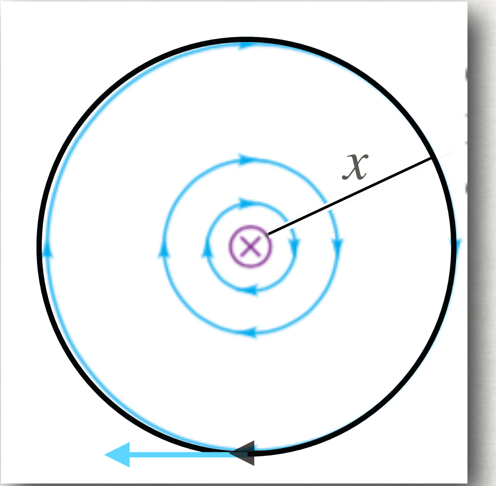
integral "de linea" sobre una trayectoria cerrada

Ley de Ampère

André Marie Ampère 1775-1836

CLASE 21: Magnetismo

ley de Ampère: ejemplos

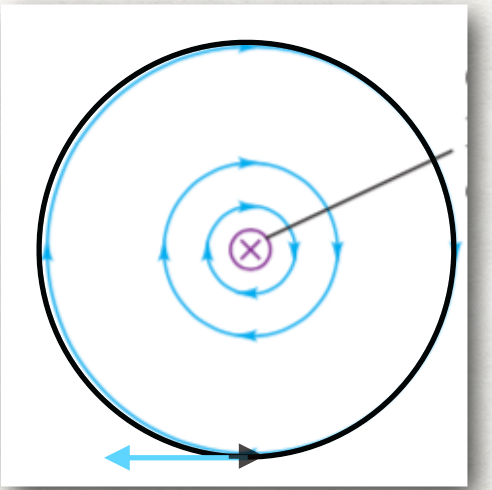


$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}$$ Clase 20

$$\oint \mathbf{B} \cdot \mathbf{dl} = \oint B\,dl = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}\oint dl = \frac{\mu_0 I}{2\pi x} 2\pi x = \mu_0 I$$

trayectoria recorrida en sentido horario

$I > 0$ *"entra"*



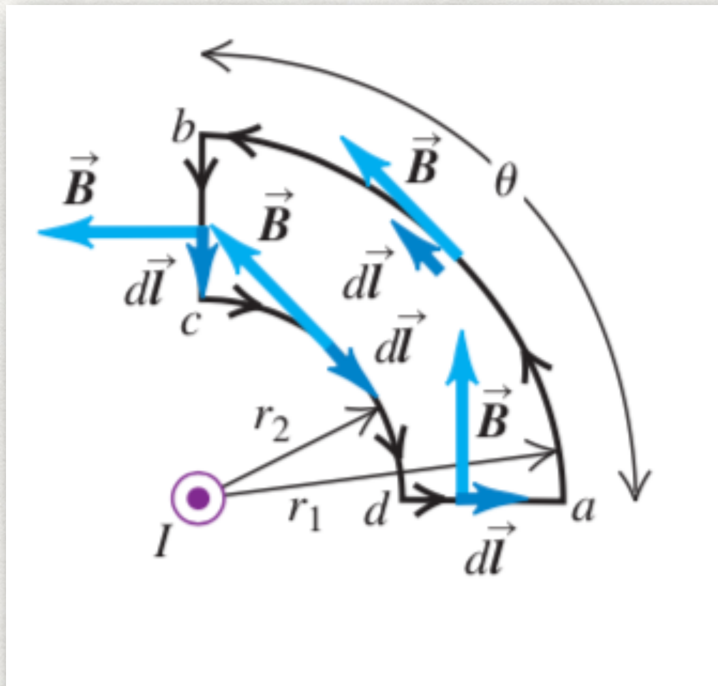
$$\oint \mathbf{B} \cdot \mathbf{dl} = -\oint B\,dl = -\frac{\mu_0 I}{2\pi x}\oint dl = -\frac{\mu_0 I}{2\pi x} 2\pi x = -\mu_0 I$$

trayectoria recorrida en sentido anti-horario

$I < 0$ *"entra"*

CLASE 21: Magnetismo

ley de Ampère: ejemplos



la corriente "sale"

la trayectoria es anti-horaria

la trayectoria no la encierra

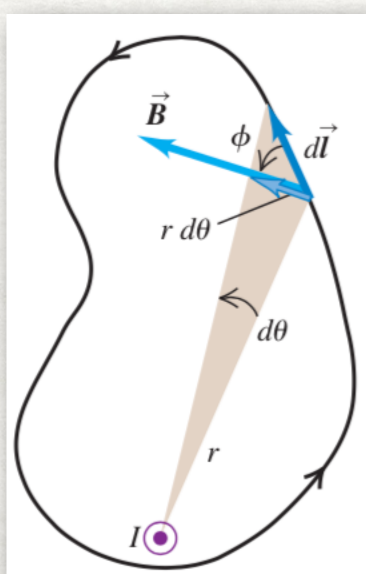
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_i}$$

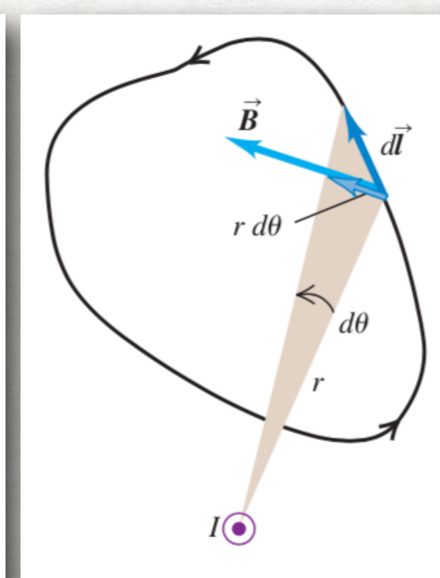
$$\oint \mathbf{B}\cdot\mathbf{dl} = \int_a^b \mathbf{B}\cdot\mathbf{dl} + \int_b^c \mathbf{B}\cdot\mathbf{dl} + \int_c^d \mathbf{B}\cdot\mathbf{dl} + \int_d^a \mathbf{B}\cdot\mathbf{dl}$$

$$= \int_a^b B(r_1)\,dl + 0 \qquad - \int_c^d B(r_2)\,dl + 0$$

$$= \frac{\mu_0 I}{2\pi r_1}\int_a^b dl - \frac{\mu_0 I}{2\pi r_2}\int_c^d dl$$

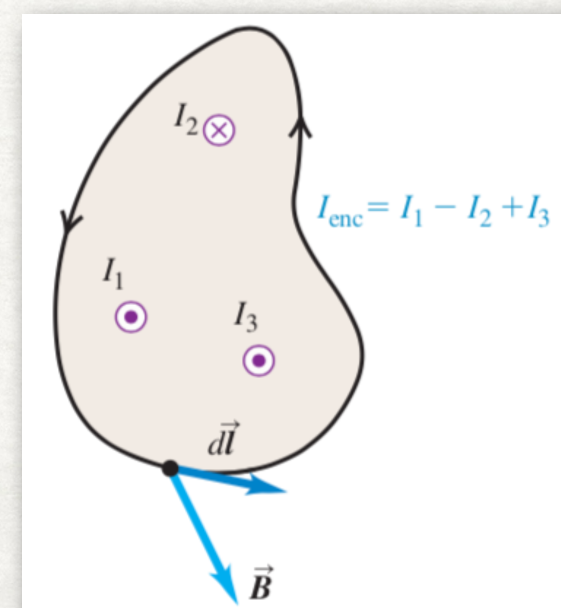
$$= \frac{\mu_0 I}{\cancel{2\pi r_1}}\,\frac{\cancel{2\pi r_1}}{4} - \frac{\mu_0 I}{\cancel{2\pi r_2}}\,\frac{\cancel{2\pi r_2}}{4} = 0$$





vale para cualquier trayectoria cerrada

no depende de la posición de la corriente



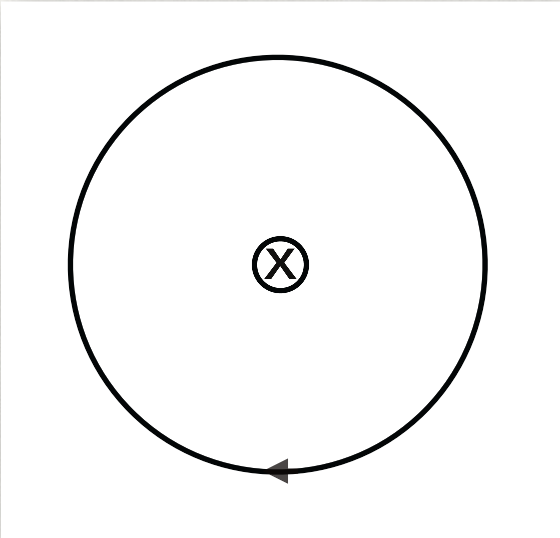
CLASE 21: Magnetismo

aplicaciones de la ley de Ampère:

podemos obtener $\mathbf{B}$ *sin usar Biot-Savart?*

~ con Gauss obteníamos $\mathbf{E}$ *sin Coulomb*

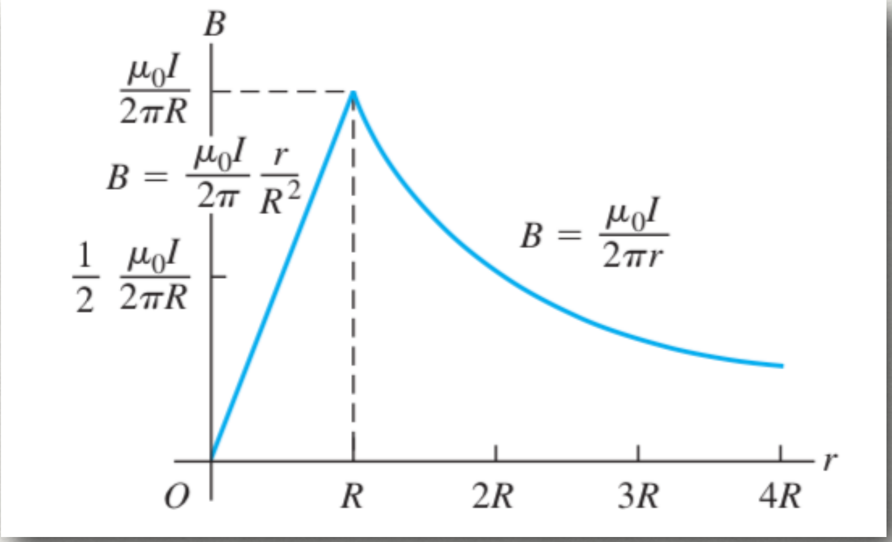
ejemplo: conductor infinito



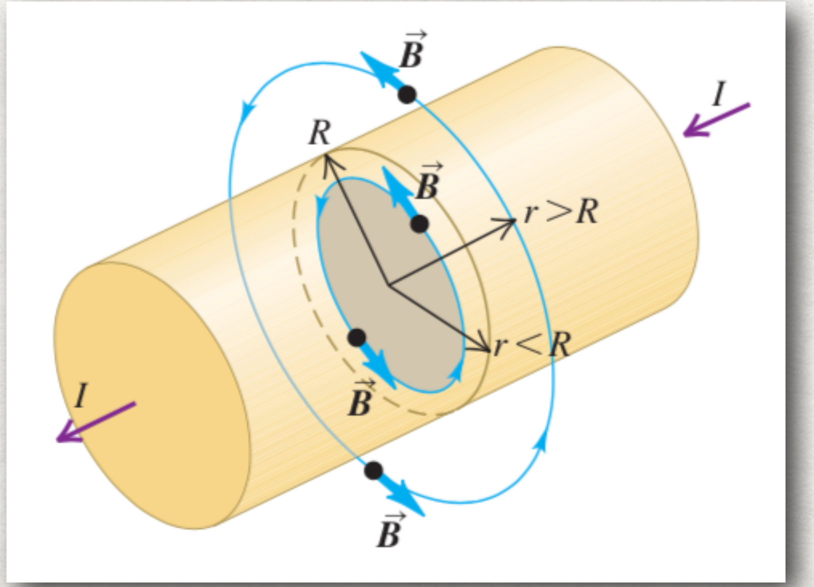
$$\oint \mathbf{B} \cdot \mathbf{dl} = \mu_0 I$$

$$\oint \mathbf{B} \cdot \mathbf{dl} = B \oint dl = B\, 2\pi r = \mu_0 I$$

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



ejemplo: interior de un conductor con corriente homogénea



si $r < R$ entonces $I_r = I \frac{\pi r^2}{\pi R^2} = I \frac{r^2}{R^2}$

$$\oint \mathbf{B} \cdot \mathbf{dl} = B_r \oint dl = B_r\, 2\pi r = \mu_0 I \frac{r^2}{R^2} \qquad B_r = \mu_0 I \frac{r}{2\pi R^2}$$

si $r \geq R$ entonces $I_r = I$

$$\oint \mathbf{B} \cdot \mathbf{dl} = B_r \oint dl = B_r\, 2\pi r = \mu_0 I \qquad B_r = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

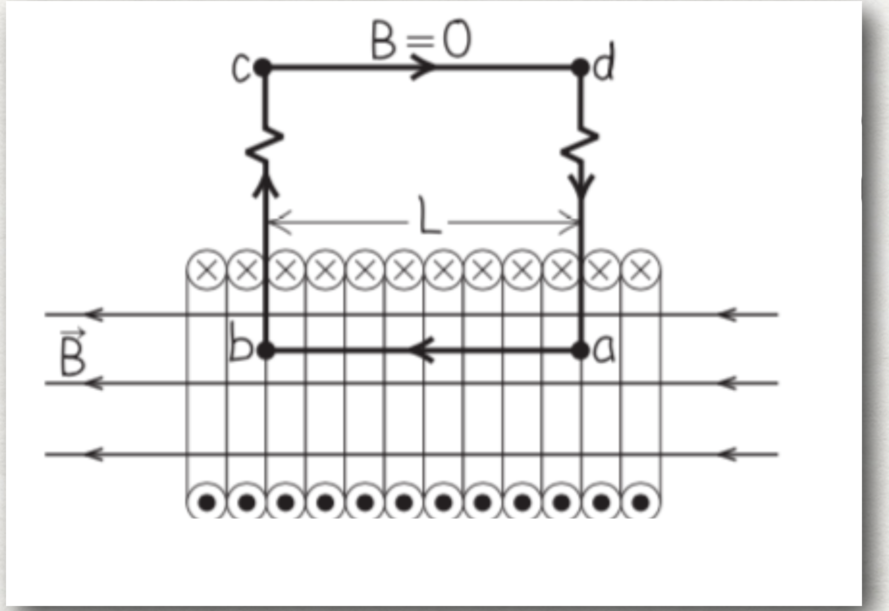
CLASE 21: Magnetismo

aplicaciones de la ley de Ampère:

podemos obtener $\mathbf{B}$ *sin usar Biot-Savart?*

~ con Gauss obteníamos $\mathbf{E}$ *sin Coulomb*

ejemplo: interior de un solenoide (largo)



N *vueltas por unidad de longitud*

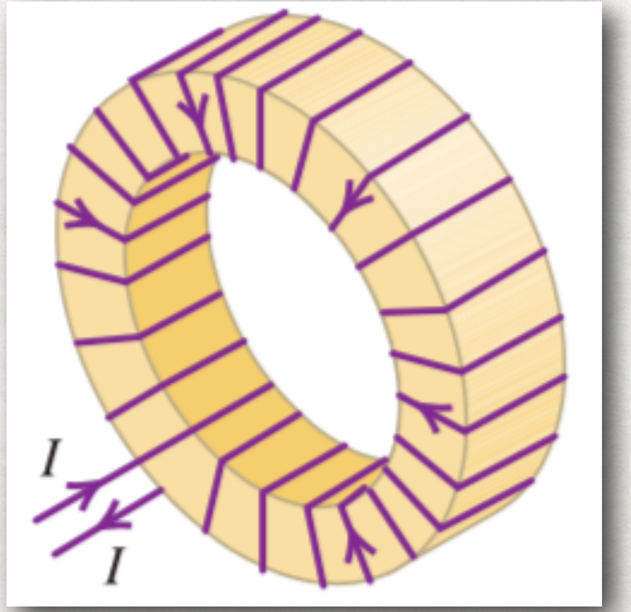
$n = NL$ *vueltas en el tramo de longitud* L

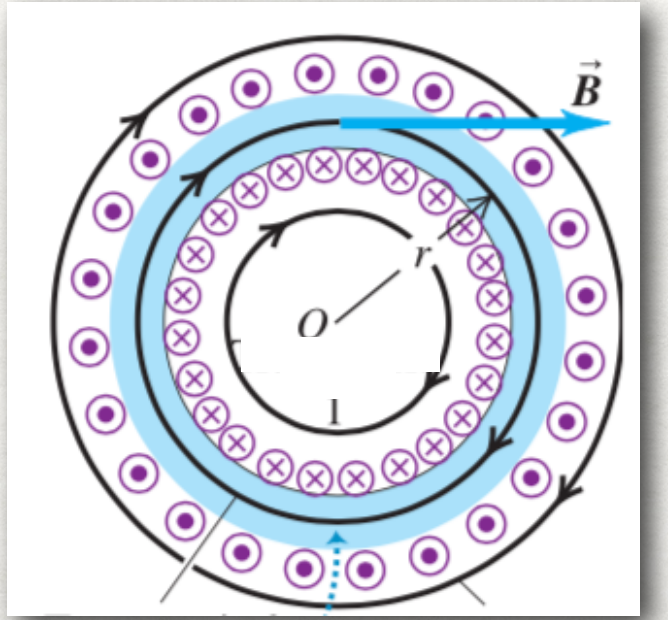
$$\oint \mathbf{B}\cdot\mathbf{dl} = \mu_0\, n\, I$$

$$B\int_a^b dl + \underbrace{\int_b^c \cancel{\mathbf{B}\cdot\mathbf{dl}}}_{=0} + \underbrace{\int_c^d \cancel{\mathbf{B}\cdot\mathbf{dl}}}_{\simeq 0} + \underbrace{\int_d^a \cancel{\mathbf{B}\cdot\mathbf{dl}}}_{=0} = \mu_0\, N L\, I$$

$$B\,L = \mu_0\, N L\, I \qquad B = \mu_0\, N I$$

ejemplo: solenoide toroidal





el campo magnetico está confinado en el interior

$$\oint \mathbf{B}\cdot\mathbf{dl} = \mu_0\, n\, I$$

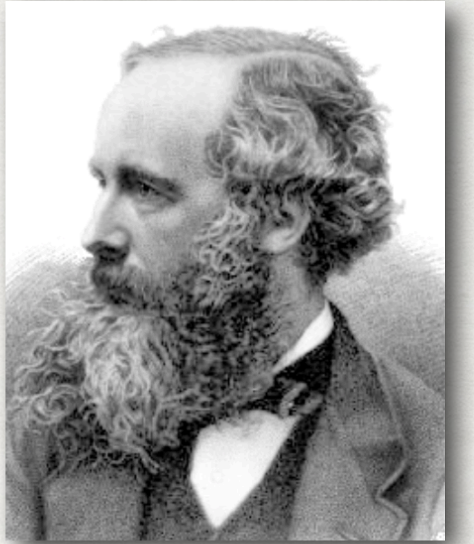
$$B\, 2\pi\, r = \mu_0\, n\, I$$

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

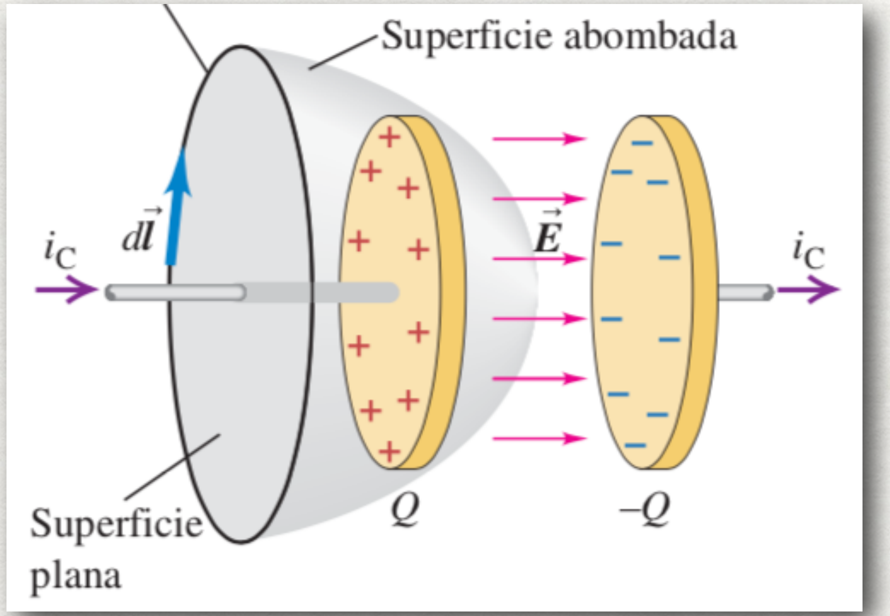
CLASE 21: Magnetismo

generalización de la ley de Ampère:

$$\oint \mathbf{B} \cdot \mathbf{dl} = \mu_0 I$$



James Clerck Maxwell 1831-1879



superficie plana $\oint \mathbf{B} \cdot \mathbf{dl} = \mu_0 \, i_C$

superficie abombada $\oint \mathbf{B} \cdot \mathbf{dl} = 0$

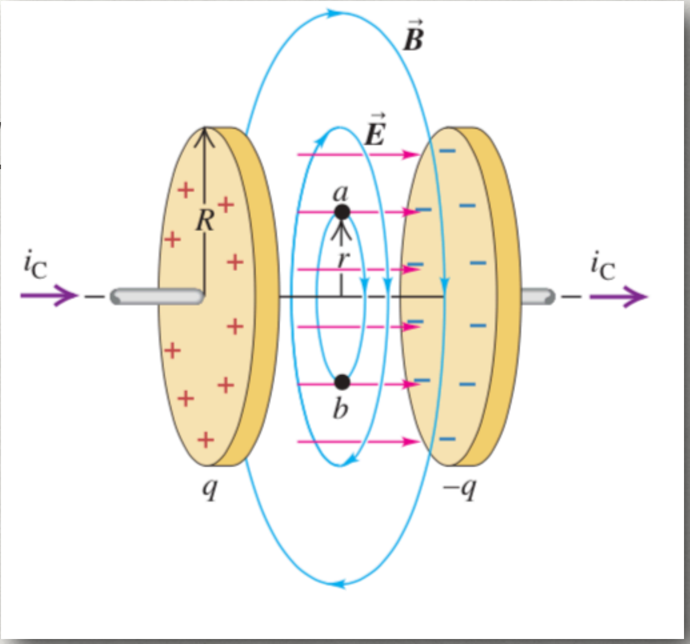
??

$$q = C\,\Delta V = \frac{\epsilon_0 A}{d} E\,d = \epsilon_0 A\,E = \epsilon_0 \Phi_E$$

$$i_C = \frac{dq}{dt} = \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$$

$$\oint \mathbf{B} \cdot \mathbf{dl} = \mu_0 \, i_C + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$$

$$\oint \mathbf{B} \cdot \mathbf{dl} = \mu_0 (i_C + i_D)$$



i_D corriente de desplazamiento