FISICA 1 (PALEONTOLOGÍA)

2DO CUATRIMESTRE 2020

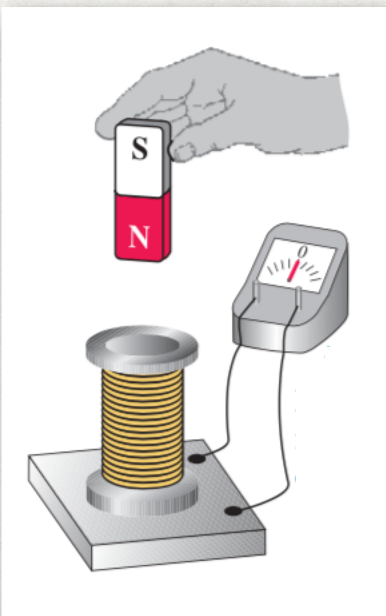
CLASE 22

RODOLFO SASSOT

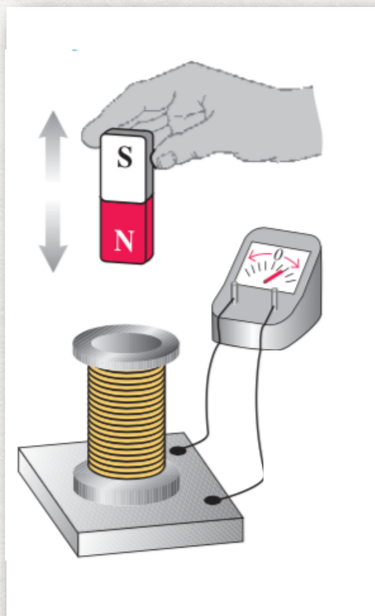
CLASE 22: Magnetismo

Temas: Inducción magnética, ley de Faraday, ley de Lenz, campo eléctrico inducido

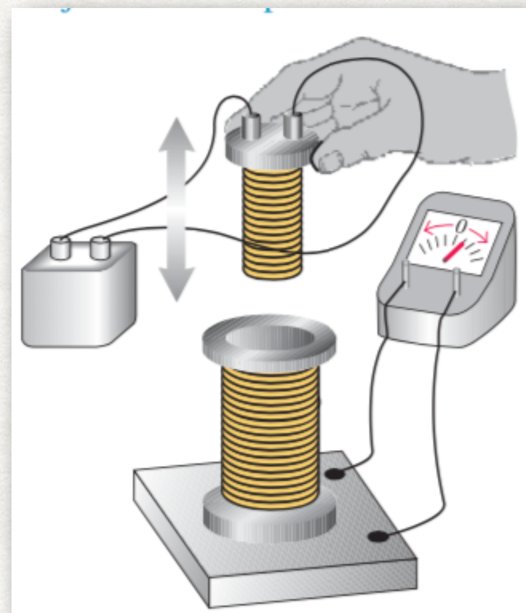
Inducción magnética: *un flujo magnético variable induce una $\mathcal{E}$ (fem)*



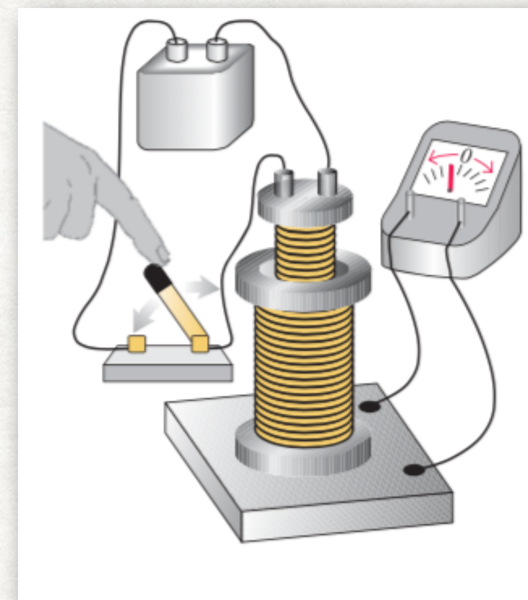
$I = 0$



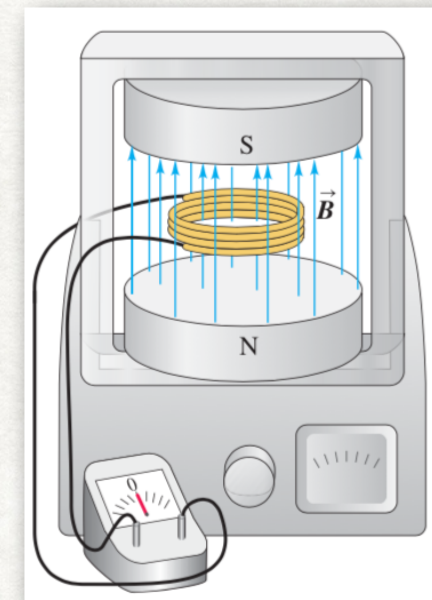
$I \neq 0$



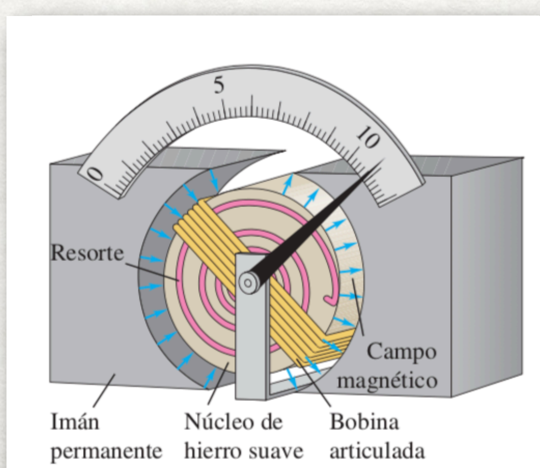
$I \neq 0$



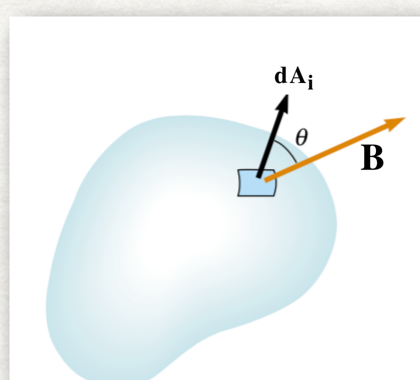
$I \neq 0$



$I \neq 0$



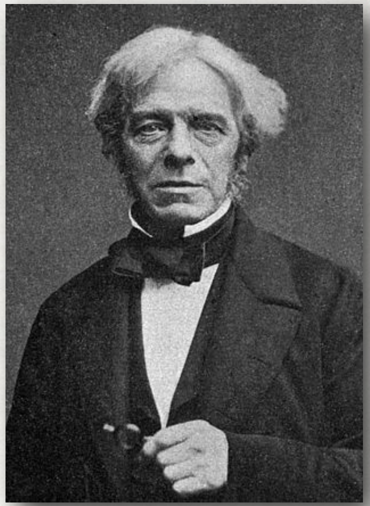
galvanómetro/amperímetro



$$d\Phi_B = \mathbf{B} \cdot \mathbf{dA}$$ flujo magnético Φ_B (Clase 21)

$$= B\, dA \cos\theta$$

CLASE 22: Magnetismo



Michael Faraday
1791-1867

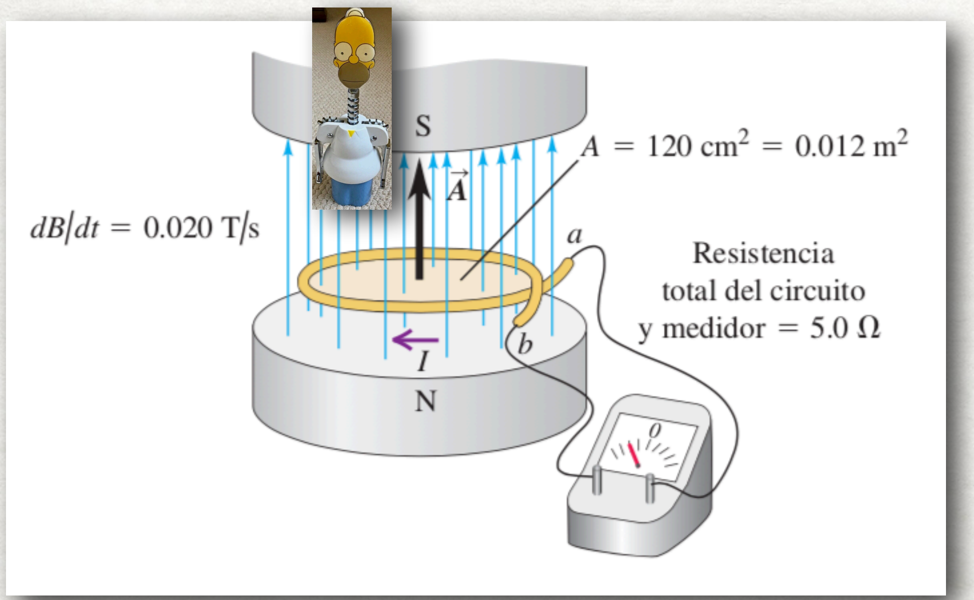
ley de Faraday: *la fem inducida es igual a menos el ritmo de cambio de flujo magnético*

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

Emil Lenz
1804-1865

ley de Lenz: *la dirección de cualquier efecto de la inducción es que se opone a la causa de tal efecto*

ejemplo: espira en un campo magnético variable



$$\frac{d\Phi_B}{dt} = \frac{d(B\,A\cos\theta)}{dt} = \frac{dB}{dt}A = 0.020\,T/s\;0.012\,m^2$$

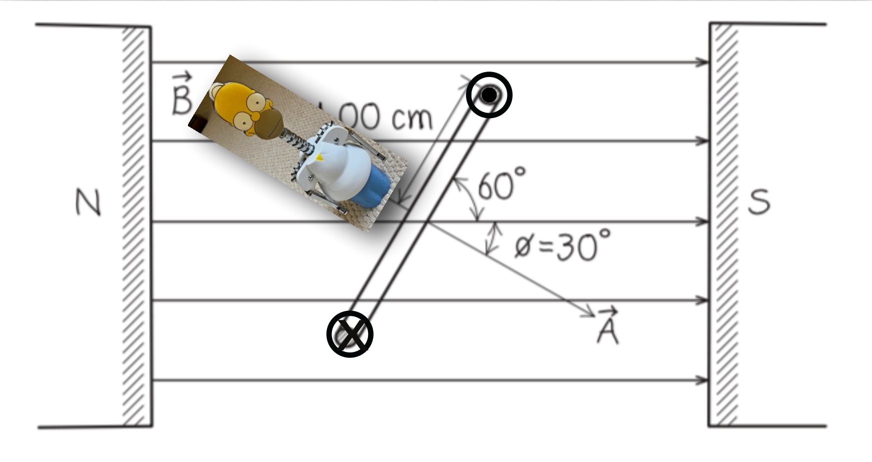
$$= 2.4\;10^{-4}\,V$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{-2.4\;10^{-4}\,V}{5\,\Omega} = -\,4.8\;10^{-5}\,A$$

~ *si* $\varepsilon > 0$ *apuntar el sacacorchos en la dirección de* $\mathbf{A}$

CLASE 22: Magnetismo

ejemplo: espira en un campo magnético variable

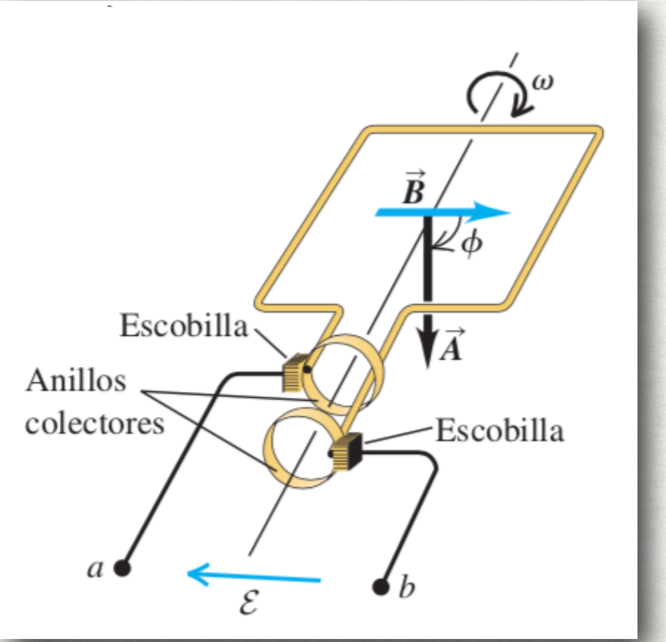


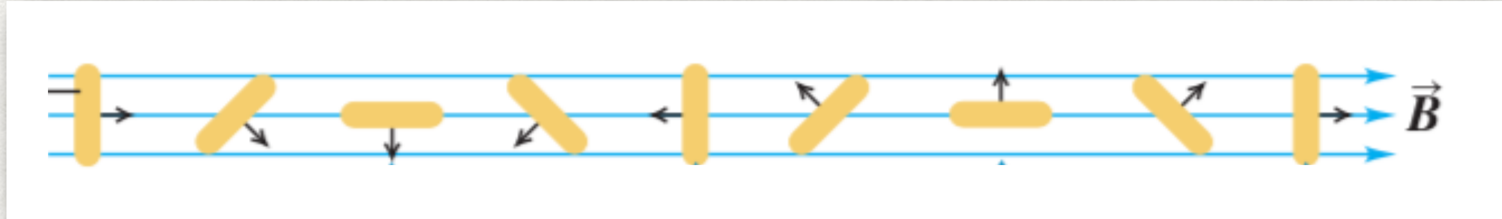
$$\frac{dB}{dt} = -0.2\,T/s \qquad n = 500$$

$$\frac{d\Phi_B}{dt} = \frac{d(B\,A\,cos\phi)}{dt} = \frac{dB}{dt} A\,cos\phi = -0.2\,T/s\,\pi\,(0.04\,m)^2\,cos\,30^o$$

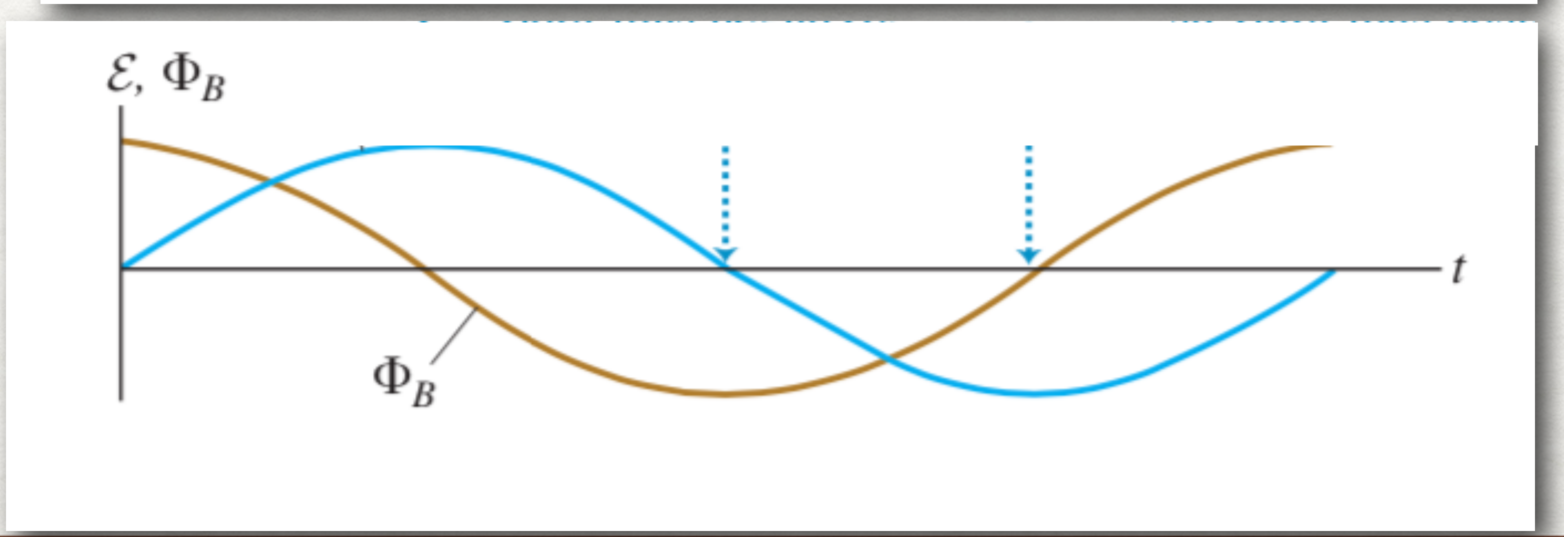
$$\varepsilon = -n\,\frac{d\Phi_B}{dt} = (-500)(-8.71\,10^{-4}\,V) = 0.435\,V$$

ejemplo: espira que gira en un campo magnético constante (alternador)



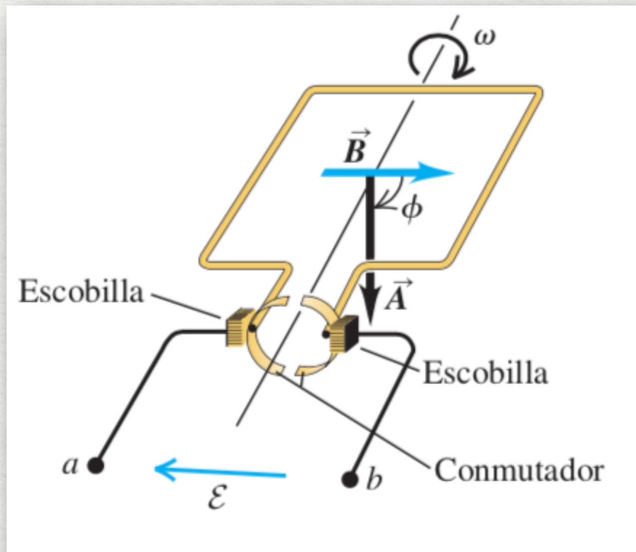


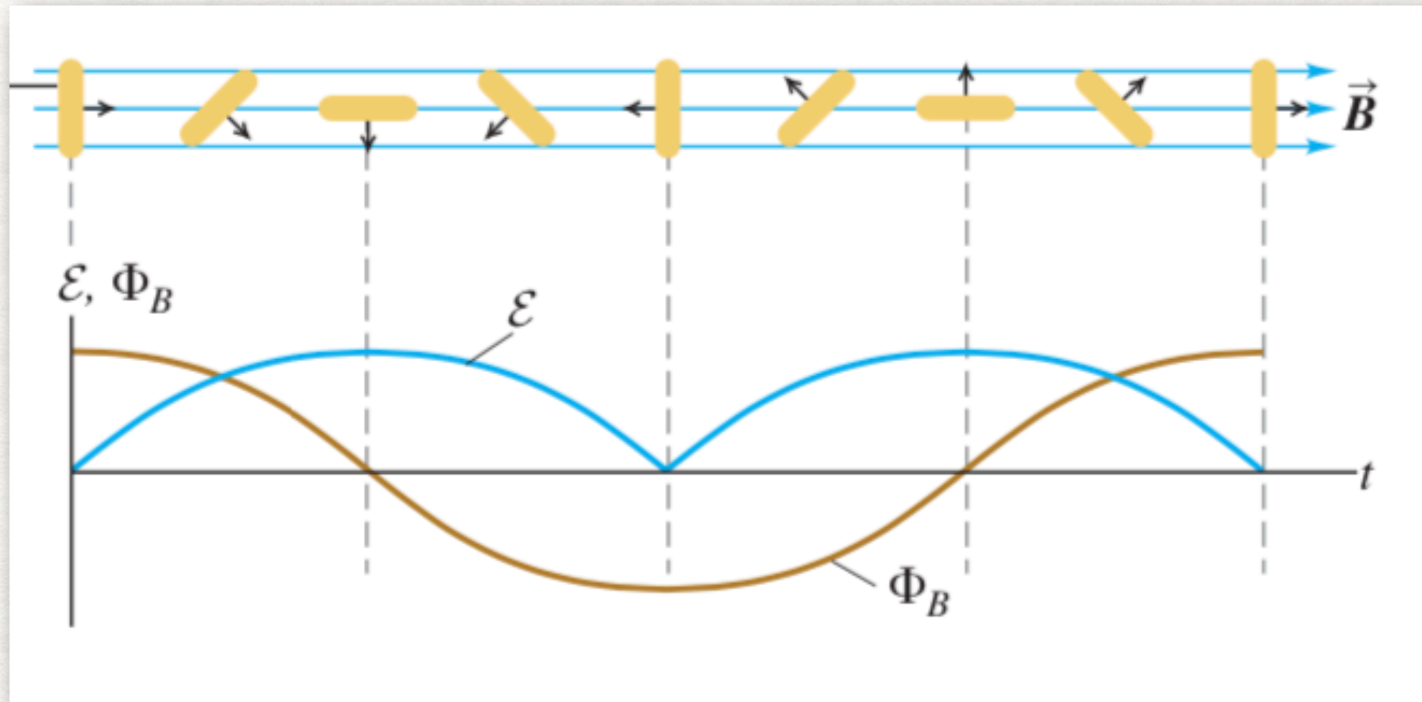
$$\phi = \omega\,t$$



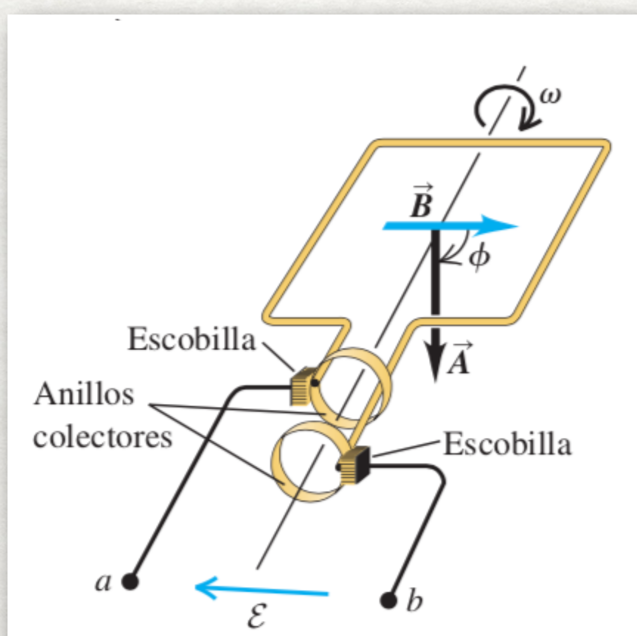
CLASE 22: Magnetismo

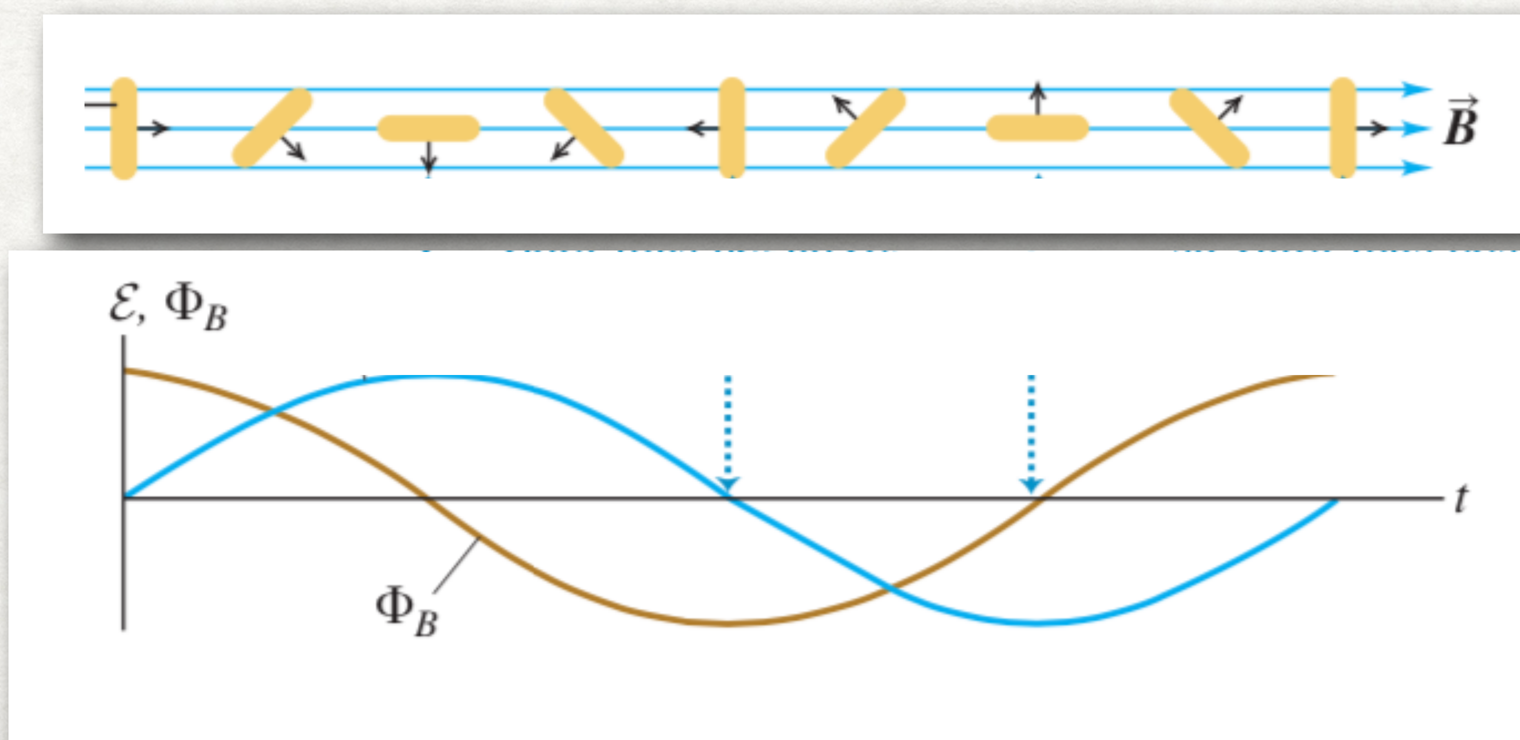
ejemplo: espira que gira en un campo magnético constante (generador)





ejemplo: espira que gira en un campo magnético constante (alternador)

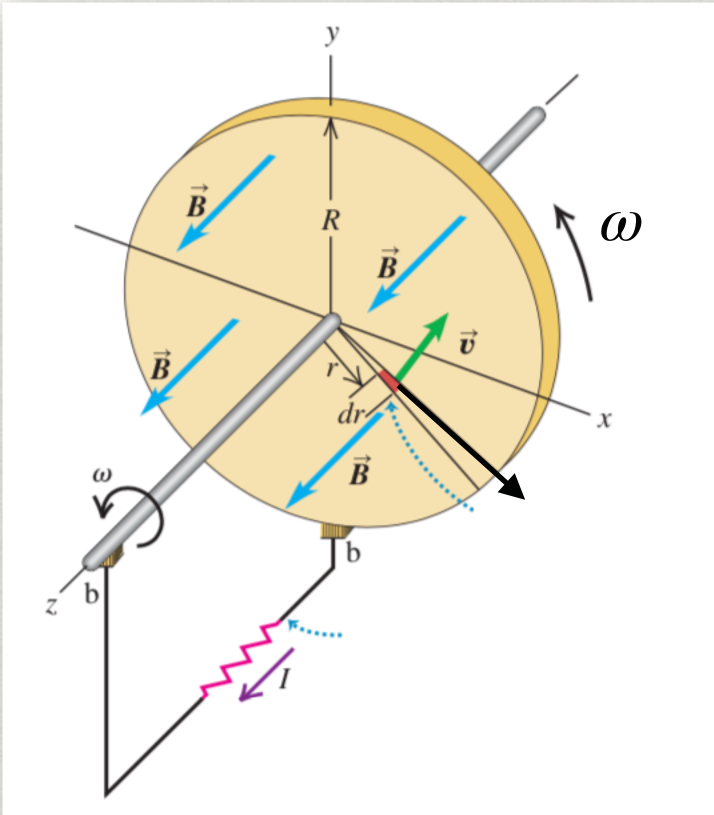




$$\phi = \omega t$$

CLASE 22: Magnetismo

ejemplo: dínamo de disco de Faraday



$$v = \omega r$$

$$\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B} \qquad F = q\,\omega\, r\, B$$

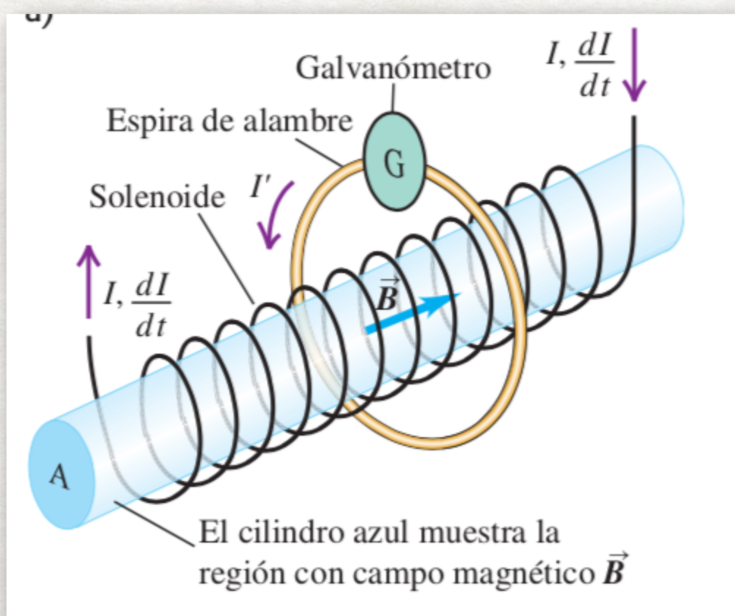
$$W = \int_0^R F\,dr \;\; = \int_0^R q\,B\,\omega\, r\,dr \;\; = \frac{1}{2} q\,B\,\omega\,R^2 = \Delta U$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta U}{q} \;\; = \frac{1}{2}\,B\,\omega\,R^2$$

en el dínamo la fem se explica por la fuerza magnética sobre las cargas en movimiento, sin embargo, también hay fem inducida sobre conductores estáticos cuando varia el flujo magnético

campo eléctrico inducido:

quién mueve las cargas?



$$\Phi_B = B\,A \; = \mu_0\, n\, I\, A \qquad \text{si } \frac{dI}{dt} \neq 0 \text{ entonces } \frac{d\Phi_B}{dt} \neq 0$$

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} \; = -\,\mu_0\, n\, A\,\frac{dI}{dt}$$

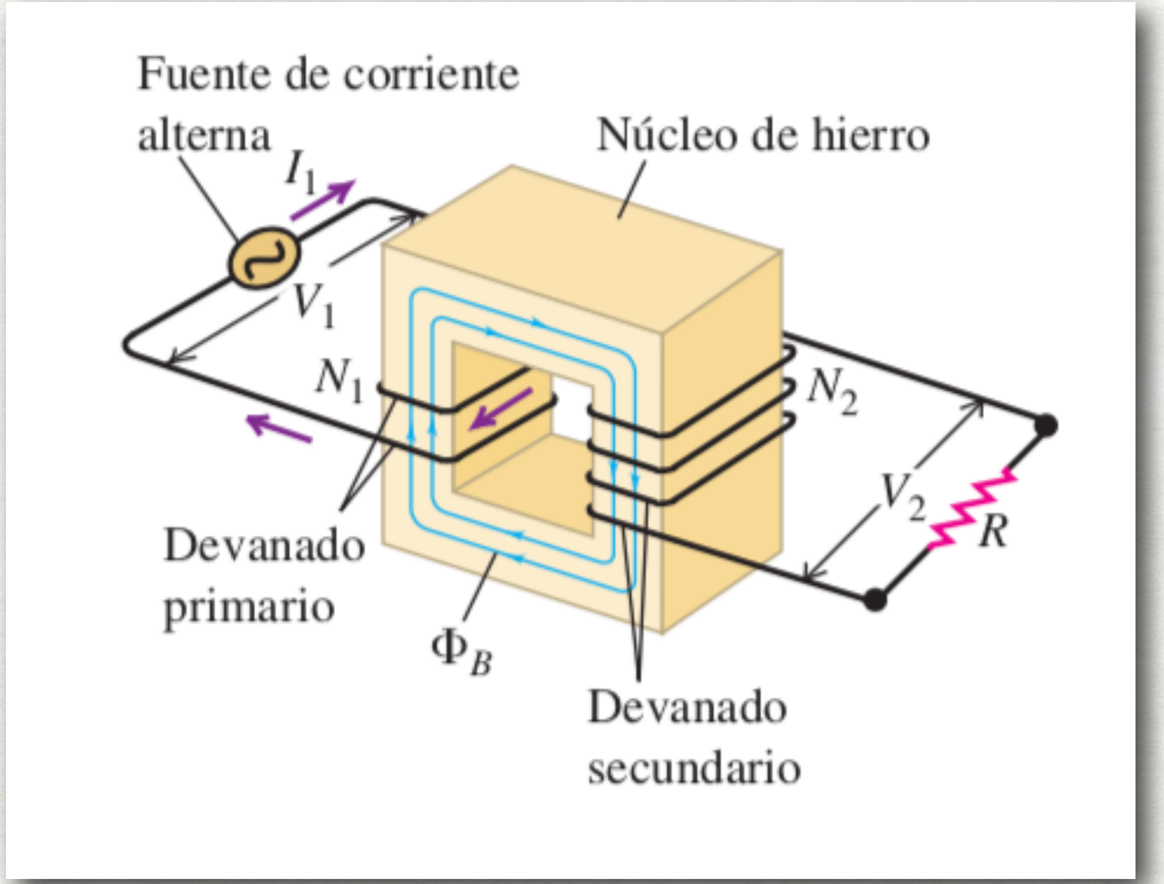
no puede ser la fuerza magnética...

$$\oint \mathbf{E}\cdot\mathbf{dl} = \varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

forma alternativa de la ley de Faraday

CLASE 22: Magnetismo

campo eléctrico inducido y transformadores:

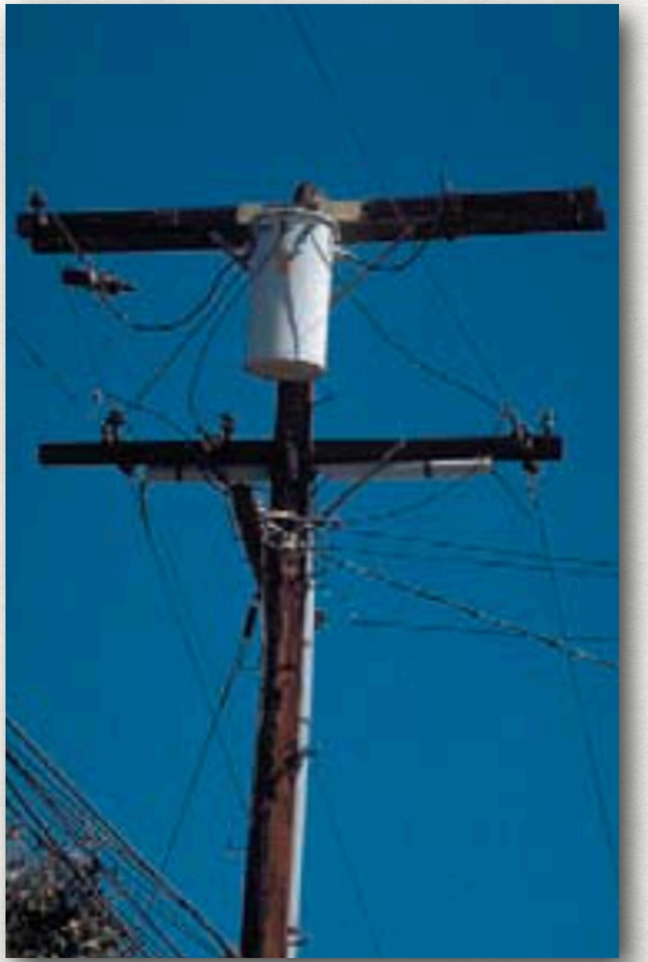


$$\varepsilon_1 = -N_1 \frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\varepsilon_2 = -N_2 \frac{d\Phi_B}{dt} = N_2 \frac{\varepsilon_1}{N_1}$$

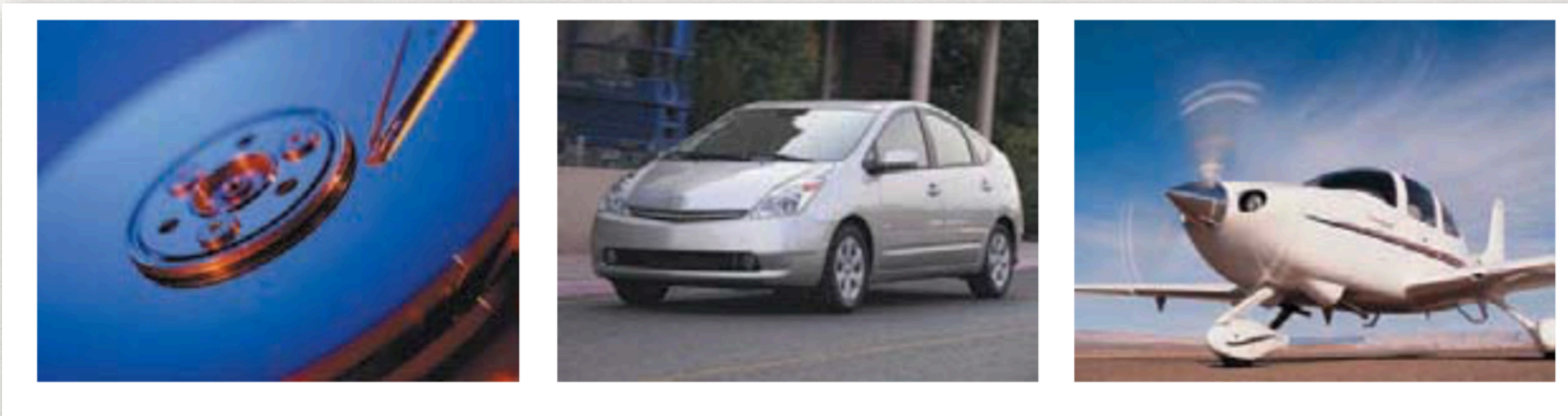
$$\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

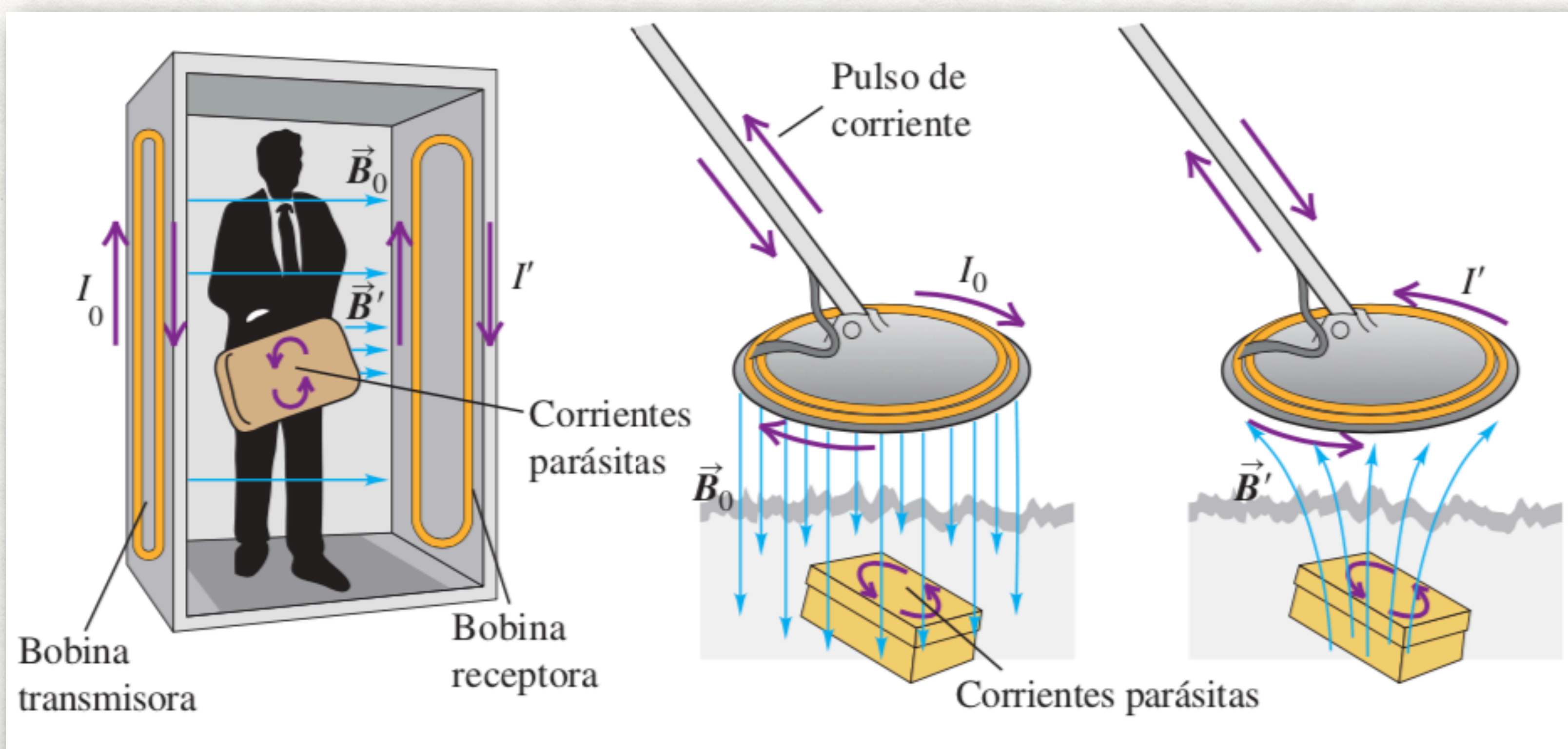
$$\varepsilon_1 I_1 = \varepsilon_2 I_2$$

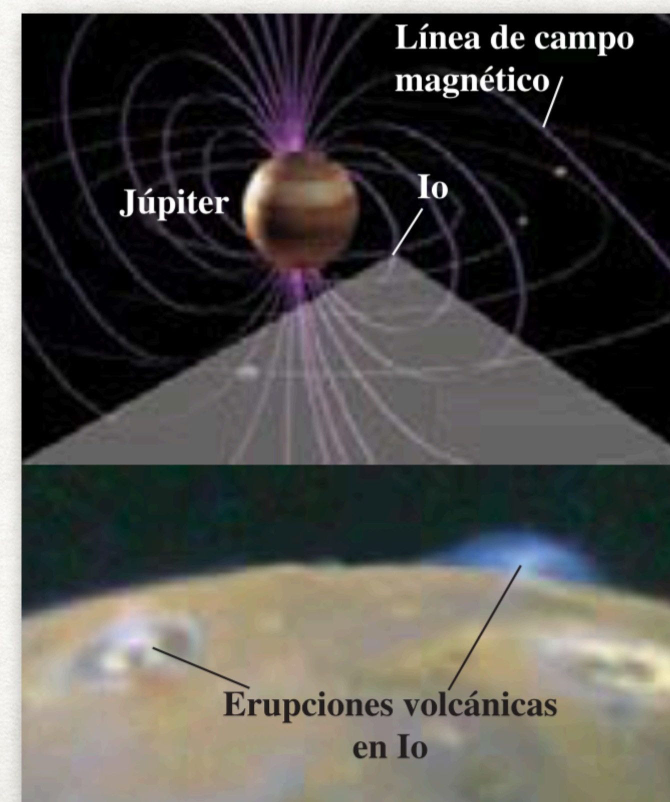


CLASE 22: Magnetismo

campo eléctrico inducido y corrientes parásitas:

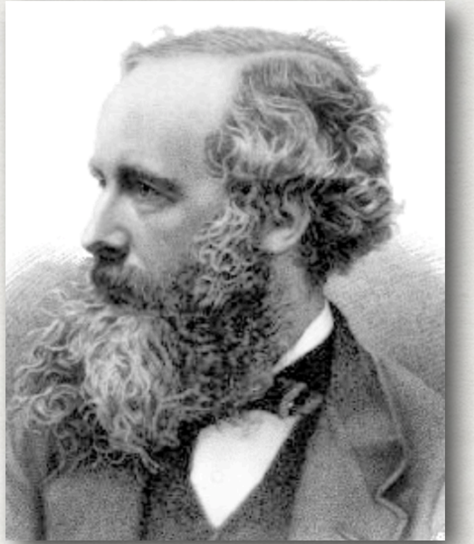






CLASE 22: Magnetismo

ecuaciones de Maxwell:



James Clerck Maxwell 1831-1879

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \frac{q_{int}}{\epsilon_0}$$ Ley de Gauss para $\mathbf{E}$

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0$$ Ley de Gauss para $\mathbf{B}$

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 \left(i_c + \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} \right)$$ Ley de Ampère

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$ Ley de Faraday

usando $\Phi_E \equiv \oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A}$ $\quad \mu_0 \epsilon_0 \equiv \frac{1}{c^2}$

$\Phi_B \equiv \oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A}$

para $q_{int} = 0 \quad i_c = 0$

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \frac{1}{c^2} \frac{d}{dt} \oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A}$$

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{d}{dt} \oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A}$$

ecuaciones de Maxwell en el vacío