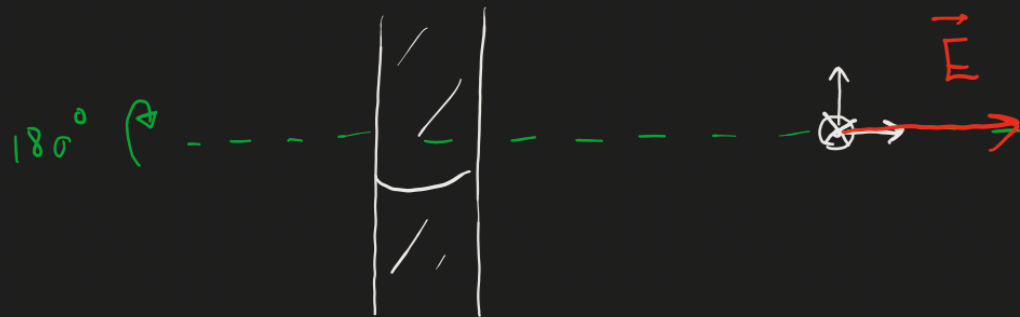
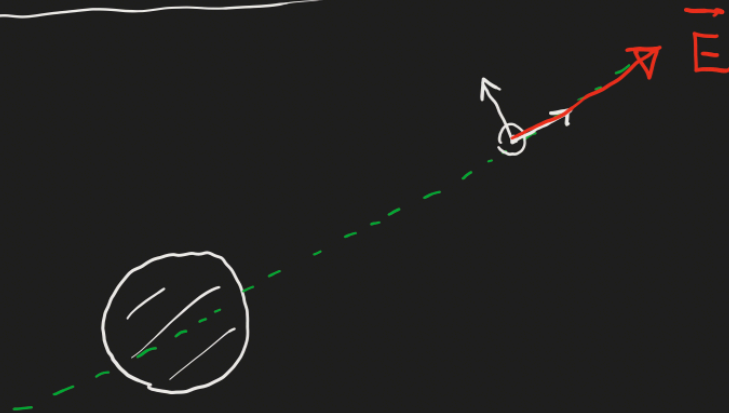
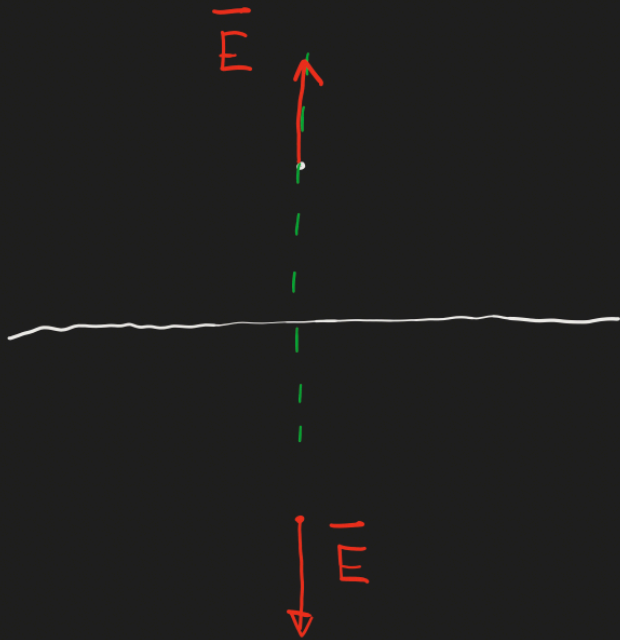


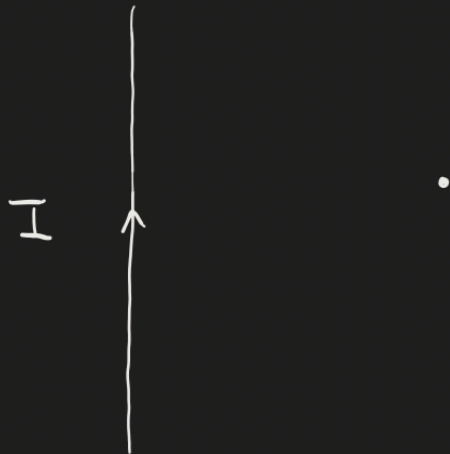
SIMETRÍAS

* Campo eléctrico

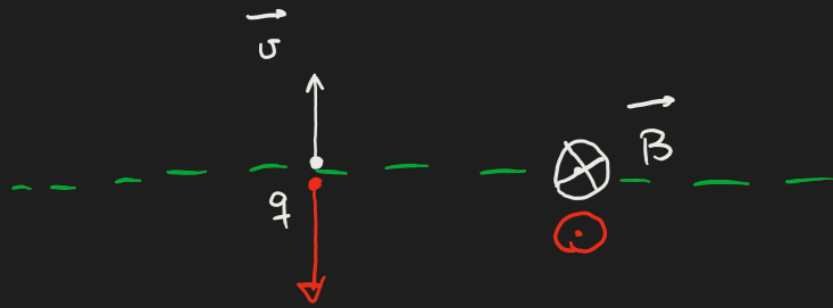




* Campo magnético



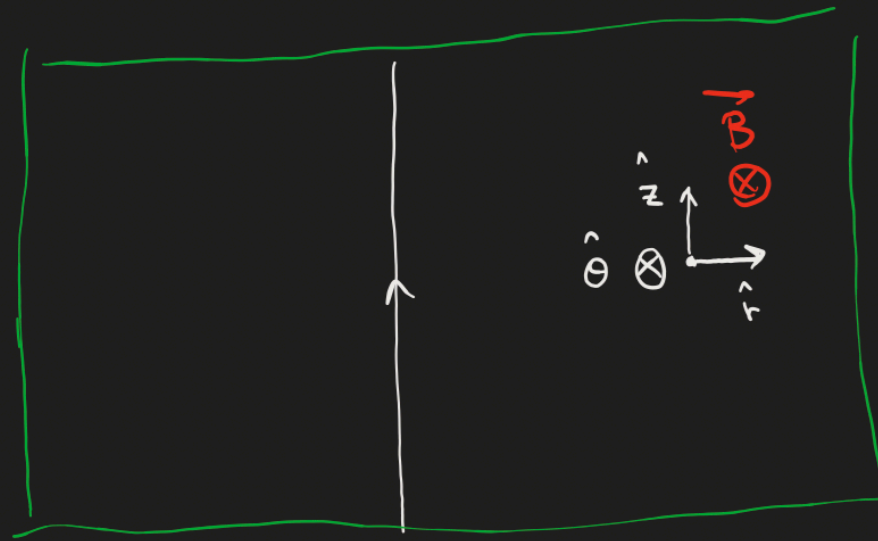
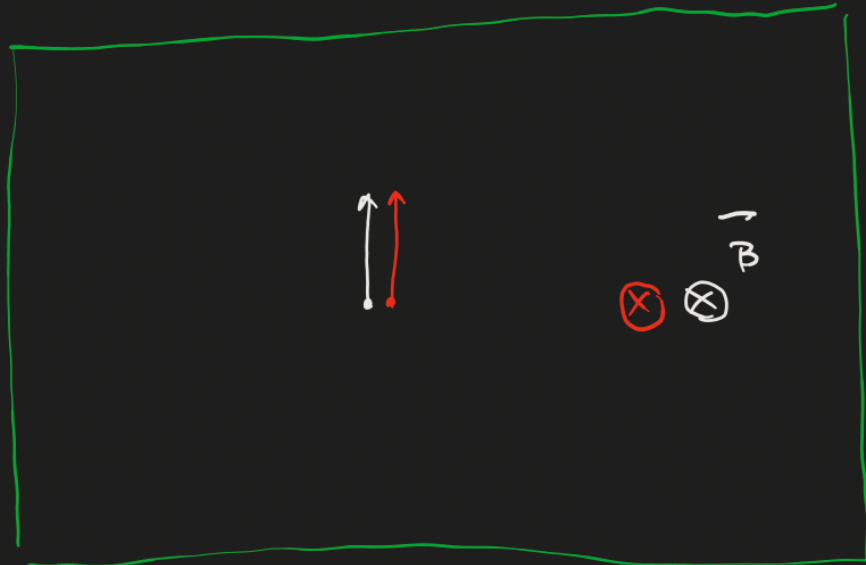
Reflexiones



Bajo una reflexión,

\vec{B} se refleja

y después cambia de signo



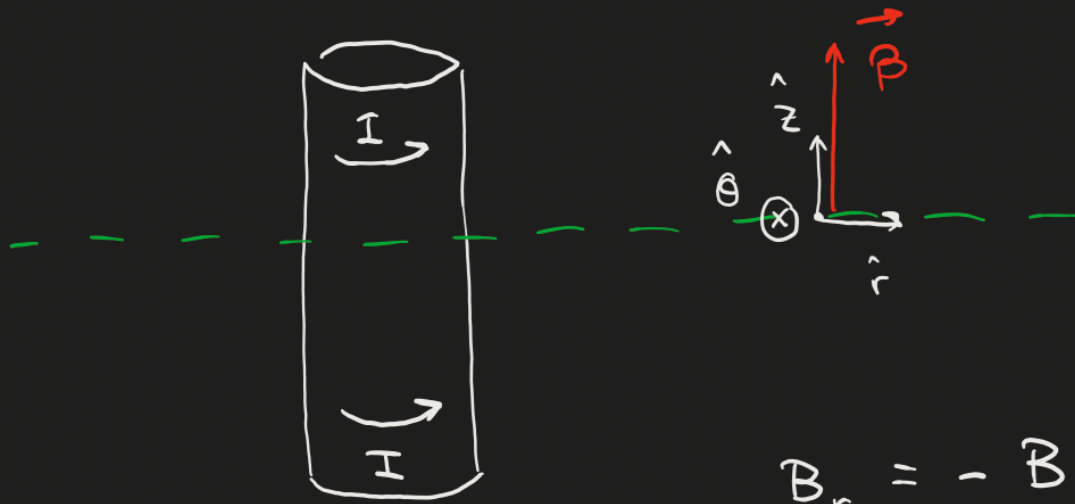
Reflexión no cambia la distribución de corriente
 \Rightarrow Tampoco cambia \vec{B}

$$B_r = -B_r \rightarrow B_r = 0$$

$$B_\theta = B_\theta$$

$$B_z = -B_z \rightarrow B_z = 0$$

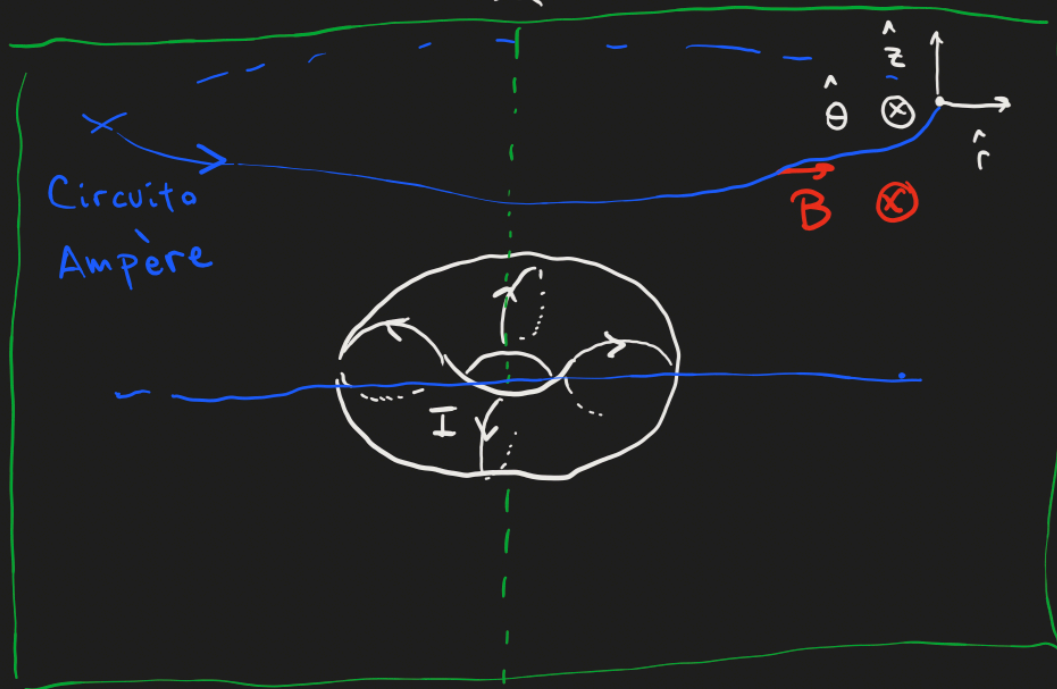
$$\Rightarrow \vec{B} = B_\theta \hat{\theta}$$



$$\left. \begin{array}{l} B_r = -B_r \\ B_\theta = -B_\theta \end{array} \right\} \Rightarrow B_r = B_\theta = 0$$

$$B_z = B_z$$

TOROIDE (problema 99 guía 4)



$$B_r = -B_r \rightarrow B_r = 0$$

$$B_\theta = B_\theta$$

$$B_z = -B_z \rightarrow B_z = 0$$

$$\Rightarrow \vec{B} = B(r, z) \hat{\theta}$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint B(r, z) dl = B(r, z) \oint dl = B(r, z) 2\pi r$$

\uparrow
 $\vec{B} \parallel d\vec{l}$

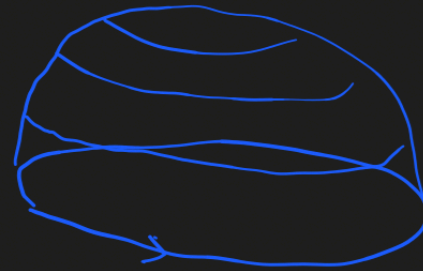
Ampère: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_c$

1) Afuera del toroide

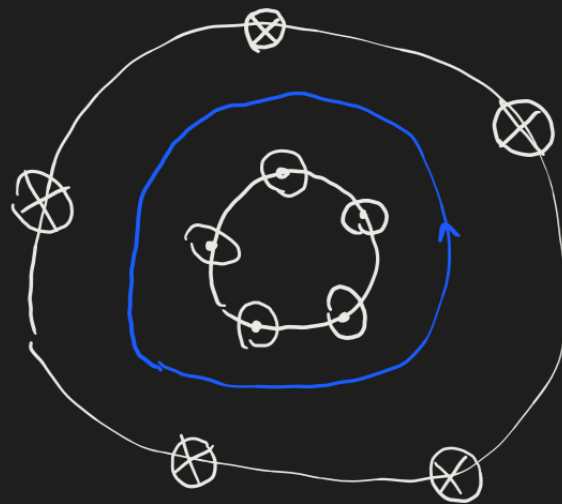
$$I_c = 0$$

$$\Rightarrow B(r, z) 2\pi r = \mu_0 0$$

$$\Rightarrow \boxed{B(r, z) = 0}$$



2) Adentro del toroide



$$I_c = N I$$

$$\Rightarrow B(r, z) 2\pi r = \mu_0 N I$$

$$\Rightarrow B(r, z) = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r}$$

$$\vec{B} = \begin{cases} 0 & \text{afuera del toroide} \\ \frac{\mu_0 N I}{2\pi r} \hat{\theta} & \text{adentro del toroide} \end{cases}$$



guía 5

Guía 5: Corrientes Variables, ley de Faraday, ley de Lenz, coeficientes de inducción, períodos transitorios

Ejercicio 1

Los rieles de una vía están separados por 1.5 m y están aislados entre sí. Se conecta entre ellos un milivoltímetro. ¿Cuánto indica el instrumento cuando pasa un tren a 200 km/h? Suponer que la componente vertical del campo magnético de la Tierra mide allí 1.5×10^{-5} T.

Ejercicio 2

Una barra metálica de masa m se desliza sin rozamiento sobre dos rieles conductores largos y paralelos, separados por una distancia l . Se conecta una resistencia R entre los extremos de los dos rieles. Existe un campo magnético uniforme B_0 perpendicular al plano de los rieles. En el instante $t = 0$ se comunica a la barra una velocidad v_0 . ¿Qué sucede a continuación? ¿Se para la barra? ¿Cuándo y dónde? ¿Qué

a la barra una velocidad v_0 . ¿Qué sucede a continuación? ¿Se para la barra? ¿Cuándo y dónde? ¿Qué ocurre con la conservación de la energía?

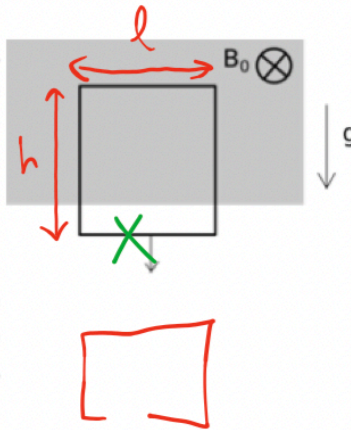
Ejercicio 3

Una espira circular de 1000 vueltas y 100 cm^2 de área está colocada en un campo magnético uniforme de 0.01 T y rota 10 veces por segundo con velocidad constante en torno de uno de sus diámetros que es normal a la dirección del campo. Calcular:

- la f.e.m. inducida en la espira, en función del tiempo t y, en particular, cuando su normal forma un ángulo de 45° con el campo.
- la f.e.m. máxima y mínima y los valores de t para que aparezcan estas f.e.m.

Ejercicio 4

Una espira rectangular de lado l , alto h , resistencia eléctrica R y masa m se encuentra en un lugar donde hay un campo magnético \mathbf{B} uniforme (hacia adentro de la hoja), y se la deja caer por la fuerza gravitatoria (ver figura). Si el campo magnético es de 1 T , encontrar la velocidad terminal de la espira (en m/s). Encontrar la velocidad de la espira en función del tiempo. ¿Cuánto tarda en alcanzar el 90% de su velocidad terminal? ¿Qué sucedería si cortásemos la espira, rompiendo el circuito? Nota: A lo largo del ejercicio, se asume que la espira no sale completamente del campo magnético (de otra forma, la variación de flujo magnético de anularía), por lo que el alto h de la espira no será relevante en la resolución del ejercicio.



Ejercicio 5

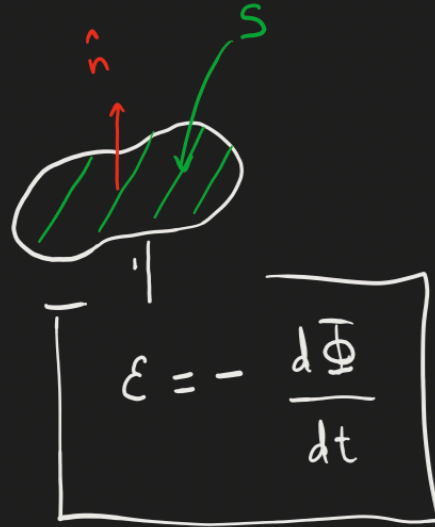
Un solenoide corto (longitud l y radio a , con n_1 vueltas por unidad de longitud) se encuentra en el eje dentro de un solenoide muy largo (radio b y n_2 vueltas por unidad de longitud). Si por el solenoide largo circula una corriente I , calcular el flujo a lo largo del solenoide corto.

Ejercicio 6

Calcular la autoinductancia de:

- un solenoide infinito de radio R y n vueltas por unidad de longitud (expresar el resultado por unidad de longitud).
- un toroide con N vueltas, sección S y radio medio R , usando que la diferencia entre el radio exterior e interior es mucho menor que R .
- un solenoide de longitud L y radio R (suponga $R \ll L$), con N vueltas.

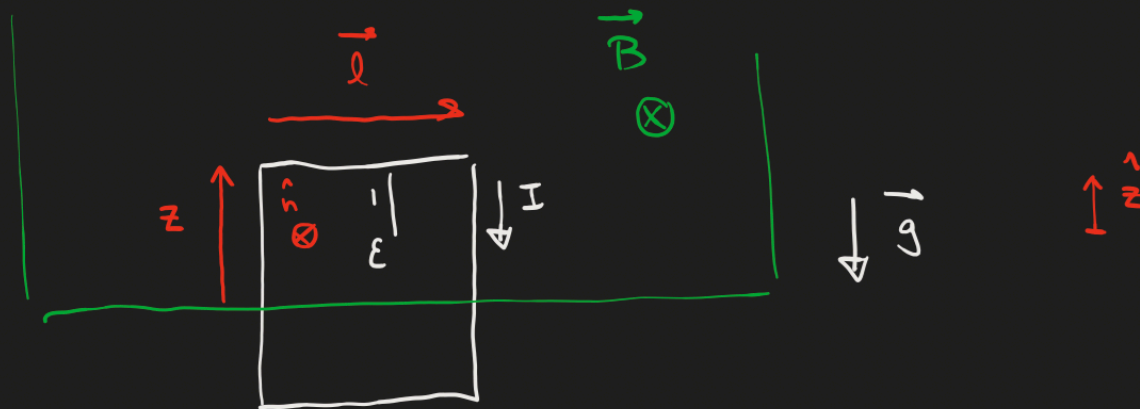
Ley de Faraday:



$$\Phi \equiv \int_S \vec{B} \cdot \underbrace{d\vec{S}}_{\hat{n} dS}$$

Ley de Faraday

Ley de Lenz: las corrientes generadas por \mathcal{E} tienden a contrarrestar la variación del flujo



$$\Phi = B \cdot l \cdot z$$

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt} = - Bl \dot{z}$$

Resistencia $R \Rightarrow \varepsilon = RI \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R} = - \frac{Bl}{R} \dot{z} = I$

Fuerza magnética sobre la espira:

$$\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B} = I l B \hat{z}$$

\Rightarrow Fuerza total sobre la espira

$$\vec{F}_{\text{tot}} = \vec{F} + m\vec{g} = I l B \hat{z} - mg \hat{z}$$

$$= (I l B - mg) \hat{z}$$

Newton :

$$m \ddot{z} = I l B - mg = - \frac{(Bl)^2}{R} \dot{z} - mg$$

$$\ddot{z} + \frac{(Bl)^2}{mR} \dot{z} = -g$$

$$\dot{z} = v \Rightarrow \dot{v} + \frac{(Bl)^2}{mR} v = -g$$

$$v = v_h + v_p$$

← Sol. part.
de la no homogénea

↑
Sol. gral
de la homogénea

Homogénea: $\dot{\sigma} + \frac{(Bl)^2}{mR} \sigma = 0$

$$\frac{d\sigma}{dt} = - \frac{(Bl)^2}{mR} \sigma$$

$$\left(\frac{1}{\sigma} \frac{d\sigma}{dt} \right) = - \frac{(Bl)^2}{mR} \Rightarrow \ln \sigma = - \int \frac{(Bl)^2}{mR} dt$$

$\frac{d}{dt} \ln \sigma$

$$= - \frac{(Bl)^2}{mR} t + \ln A$$

$$\Rightarrow \left[\sigma_h = A e^{-\frac{(Bl)^2}{mR} t} \right]$$

$$\sigma_p = - g \frac{mR}{(Bl)^2}$$

$$\Rightarrow \left[\sigma = A e^{-\frac{(Bl)^2}{mR} t} - \frac{mgR}{(Bl)^2} \right]$$

$\underbrace{\sigma(0)}_{=} = 0 \quad \leftarrow \text{Se deja caer la espira}$
 (no se le da un empujón)

$$A - \frac{mgR}{(Bl)^2} \Rightarrow A = \frac{mgR}{(Bl)^2}$$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{mgR}{(Bl)^2} \left(e^{-\frac{(Bl)^2}{mR} t} - 1 \right)$$

$$[BlI] = N$$

$$[RI] = V = \frac{Nm}{C}$$

$$\Rightarrow \left[\frac{(Bl)^2}{R} \right] = \left[\frac{(BlI)^2}{RI} \right]$$

A

kg m/s²

$$= \frac{N^2 C}{N m A} = s$$
$$= \frac{Ns}{m}$$
$$= kg/s$$

$$\Rightarrow \left[\frac{(Bl)^3}{mR} \right] = \frac{kg}{s kg} = \frac{1}{s} \quad \checkmark$$

Velocidad terminal: $t \rightarrow \infty$

$$v_{\text{terminal}} = - \frac{mgR}{(Bl)^2}$$