

# ELECTROMAGNETISMO Y ÓPTICA - 2DO CUATRIMESTRE 2020

Cátedra: Chernomoretz  
Departamento de Física, FCEyN, UBA

## GUÍA 3: MAGNETISMO

### Campo magnético

1. Dibuje las líneas de campo magnético generadas por las siguientes distribuciones de corriente:
  - a) Un cable delgado, recto e infinito, por donde circula una corriente  $I$ .
  - b) Un plano infinito por el cual circula una densidad superficial de corriente uniforme,  $g$ .
  - c) Una espira circular por la cual circula una corriente  $I$ .
  - d) Un solenoide infinito por el que circula una corriente  $I$ .
  - e) Un toroide por el que circula una corriente  $I$ .

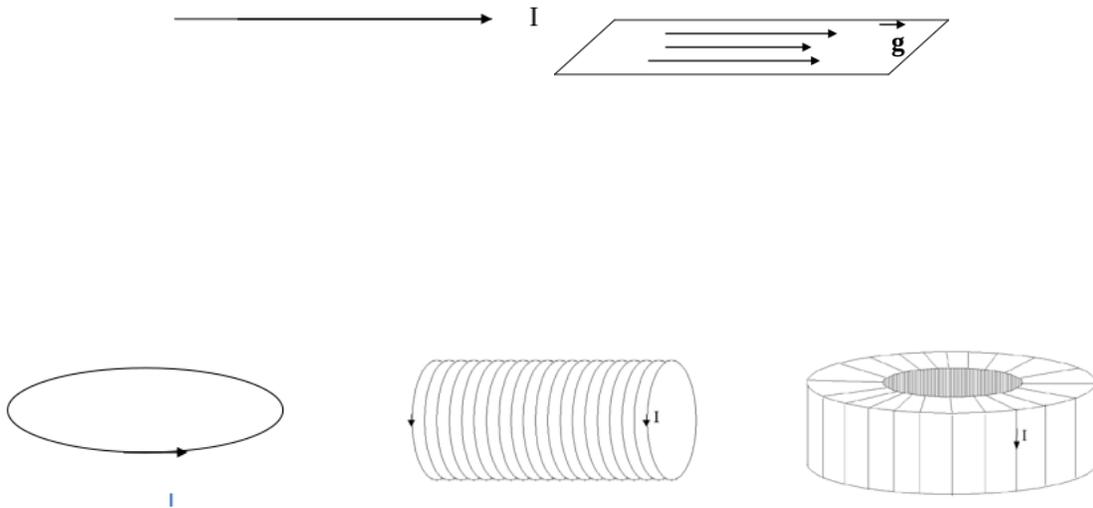


Figura 1: Distribuciones de corrientes para (de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo) ejercicio 1a, ejercicio 1b, ejercicio 1c, ejercicio 1d y ejercicio 1e.

Sugerencia: Para el solenoide y el toroide suponga que las espiras están muy juntas.

### Fuerza de Lorentz

2. Un protón es lanzado con una velocidad de  $3 \times 10^7 \text{ m/s}$  dentro de una zona del espacio donde hay un campo magnético uniforme, perpendicular a la velocidad, de magnitud  $10 \text{ T}$ . Calcule la magnitud de la fuerza magnética ejercida sobre el protón, y compárela con su peso.

Resp:  $4,8 \times 10^{-11} \text{ N} = 2,87 \times 10^{15} m_p g$ .

3. En un tubo de rayos catódicos un haz de electrones es dirigido hacia la región del espacio comprendida entre las dos placas metálicas planas y paralelas A y C, entre las que se puede establecer un campo eléctrico  $\mathbf{E}$ .

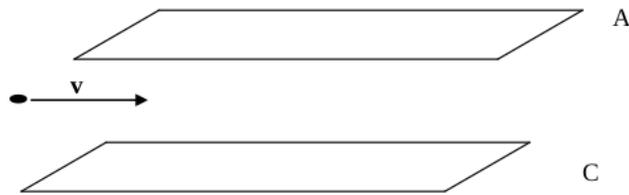


Figura 2: Ejercicio 3.

- a) ¿Cuál es la trayectoria de un electrón si  $\mathbf{E} = 0$  y se aplica un campo magnético  $\mathbf{B}$  uniforme paralelo a la superficie de las placas?
- b) ¿Es posible elegir  $\mathbf{E}$  y  $\mathbf{B}$  para que el electrón no se desvíe?
- c) ¿Es posible calcular el cociente  $e/m_e$  aplicando al tubo un campo eléctrico y/o un campo magnético?
4. Suponga que se tiene un campo magnético  $\mathbf{B}$  uniforme en la dirección  $\hat{z}$ .
- a) ¿En qué plano se podrá mantener un electrón describiendo trayectorias circulares?
- b) Si  $|\mathbf{B}| = 2 \text{ T}$  y se requiere que el radio de las circunferencias sea de  $0,5 \text{ m}$ , ¿cuál debe ser la frecuencia de giro del electrón? ¿cuál es entonces el módulo de su velocidad? ¿es esto físicamente posible? ¿por qué?
5. Considere un cable recto infinito por el cual circula una corriente  $I = 1 \text{ A}$ .
- a) Calcule la fuerza que se ejerce sobre una partícula cargada que se desplaza paralela al cable, en el mismo sentido de la corriente. ¿Qué cambia si la partícula se desplaza en sentido contrario?
- b) Calcule la fuerza por unidad de longitud que se ejerce sobre un segundo cable recto infinito, paralelo al primero, por el cual circula una corriente  $I$  en sentido opuesto.

Datos:  $q = 1 \mu\text{C}$ ,  $v = 103 \text{ m/s}$ ,  $I_1 = 0,5 \text{ A}$ ,  $d = 1 \text{ cm}$ .

Respuestas: 5. a)  $2 \times 10^{-8} \text{ N}$ , 5. b)  $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}$ .

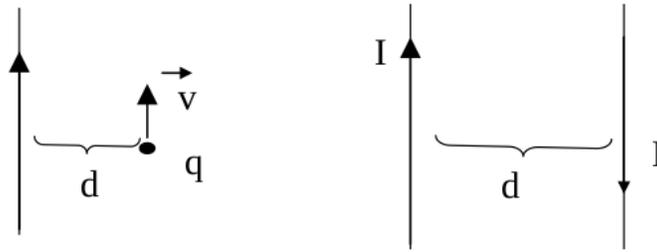


Figura 3: Ejercicio 5a (izquierda) y ejercicio 5b (derecha).

**Ley de Ampere**

6. Para las distribuciones de corriente del problema 1 calcule el campo magnético en todo el punto del espacio.
7. Considere un par de cilindros infinitos concéntricos. El interior es macizo, de radio  $a$ , y el exterior es hueco, de radio interno  $b$  y radio externo  $c$ . Por estos cilindros circulan densidades de corriente volumétricas  $\mathbf{J}_1$  y  $\mathbf{J}_2$  respectivamente, en sentido opuesto, como se muestra en las figuras.

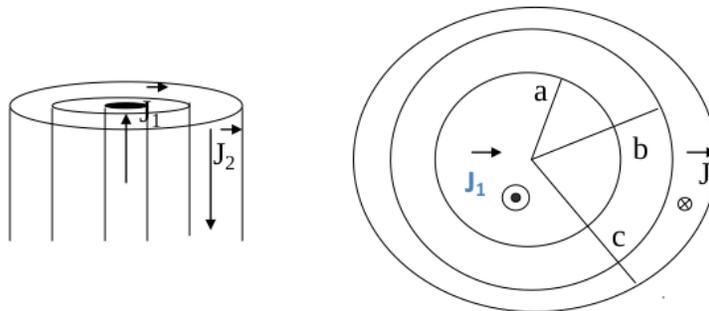


Figura 4: Ejercicio 7.

- a) Calcule el campo magnético en todo punto del espacio.
- b) Halle la relación que debe haber entre  $|\mathbf{J}_1|$  y  $|\mathbf{J}_2|$  para que el campo en el exterior del cilindro mayor sea nulo.

**Ley de Faraday**

8. Los rieles de una vía están separados por 1,5 m y están aislados entre sí. Se conecta entre ellos un voltímetro. ¿Cuanto indica el instrumento cuando pasa un tren a 200km/h?. Suponga que la componente vertical del campo magnético de la Tierra es de  $1,5 \times 10^{-5} \text{T}$ .

Respuesta:  $1,25 \times 10^{-3}\text{V}$ .

9. Una espira cuadrada de lado  $d = 10\text{cm}$  y resistencia  $R = 10\Omega$  atraviesa con velocidad constante  $v = 10\text{m/s}$  una zona de campo magnético uniforme de magnitud  $10^{-2}\text{T}$  y ancho  $D = 3d$ , como muestra la figura.

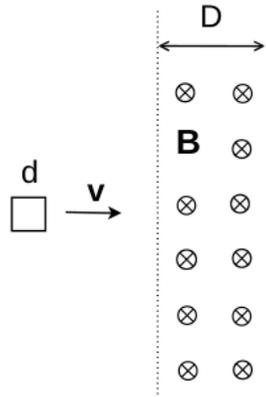


Figura 5: Ejercicio 9.

Calcule y grafique en función de la posición de la espira:

- El flujo magnético.
  - La f.e.m. inducida.
  - La corriente que circula por la espira.
10. Una espira circular de 1000 vueltas y  $100\text{cm}^2$  de área está colocada en un campo magnético uniforme de  $0,01\text{T}$  y rota 10 veces por segundo en torno de uno de sus diámetros que es normal a la dirección del campo. Calcule:
- La f.e.m. inducida en la espira, en función del tiempo  $t$  y, en particular, cuando su normal forma un ángulo de  $45^\circ$  con el campo.
  - La f.e.m. máxima y mínima y los valores de  $t$  para que aparezcan estas f.e.m.

Respuesta:  $f.e.m._{\text{max}} = 6,28\text{V}$ .

### Constantes

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{Tm/A}$ ;  $eV = 1,6 \times 10^{-19}\text{J}$ ;  $m_e = 9 \times 10^{-31}\text{kg}$ ;  $m_p = 1,7 \times 10^{-27}\text{kg}$ ;  $q_e = -1,6 \times 10^{-19}\text{C}$ .  
Unidades:

Campo magnético:  $[\mathbf{B}]$  - S.I.:  $\text{T} \equiv \text{N}/(\text{Am}) = \text{Wb}/\text{m}^2$ ; CGS: Gs;  $1\text{T} = 10^4\text{Gs}$ .

Notación: T: Tesla; Gs: Gauss.

Esfera de radio R. Superficie:  $S = 4\pi R^2$ ; Volumen:  $V = 4\pi R^3/3$ .

Cilindro de radio R y largo L. Superficie lateral:  $S = 2\pi RL$ ; volumen:  $V = \pi R^2 L$ .

*Créditos: Mucha gente contribuyó a la realización de esta guía. Gran parte de los ejercicios que la componen fueron propuestos por Guille Solovey, Diego Laplagne, Lucía Chemes y Pablo Polosecki. A ellos y a todos los docentes y alumnos que durante los años aportaron sugerencias o correcciones a los ejercicios va mi agradecimiento.*