

## Guía 8. Magnetismo<sup>1</sup>

### Constantes:

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

### Unidades:

$$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

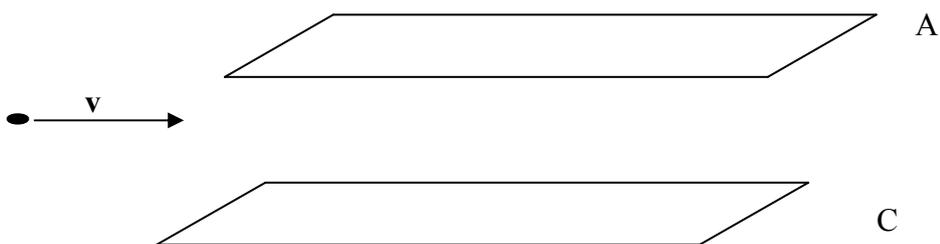
$$\text{Campo magnético: [B] : en SI} \rightarrow \text{Tesla} = \text{T} = \text{N}/(\text{Am}) = \text{Wb}/\text{m}^2;$$
$$\text{en CGS} \rightarrow \text{Gauss} = \text{Gs}; 1 \text{ T} = 10^4 \text{ Gs}$$

### Fuerza de Lorentz

- 1) 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  $0,1 \text{ T}$ . Calcule
- La energía cinética de los protones en MeV
  - La fuerza magnética sobre el protón. Cuánto vale la relación entre esta fuerza y el peso del protón
  - ¿Cómo será el movimiento. Calcule el radio de giro
  - ¿Cambia el valor de la fuerza si en vez de protones se trata de electrones con la misma velocidad? ¿Y el radio de giro? Justifique

**Resp:** a)  $4.8 \text{ MeV}$ ; b)  $4.8 \times 10^{-13} \text{ N}$ ; c)  $3.2 \text{ m}$ ; d)  $1.7 \text{ mm}$ , la fuerza es igual y sentido contrario

- 2) En un tubo de rayos catódicos un haz de electrones con velocidad  $v = 5.7 \cdot 10^6 \text{ m/s}$  en la dirección indicada en la figura, es dirigido hacia la región del espacio comprendido entre las dos placas metálicas plano-paralelas A y C, entre las que se puede establecer un campo eléctrico  $\mathbf{E}$ .



- ¿Cuál es la trayectoria de un electrón si  $\mathbf{E} = 0$  y se aplica un campo magnético  $\mathbf{B}$  uniforme de  $5.0 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ , en dirección paralela a la superficie de las placas y perpendicular al haz de electrones? Calcule la frecuencia de rotación de los electrones y el radio de giro
- ¿Es posible elegir  $\mathbf{E}$  y  $\mathbf{B}$  para que el electrón no se desvíe? Calcule el valor de  $\mathbf{E}$ .

**Resp.** a)  $88.9 \text{ MHz}$  (velocidad angular),  $14.1 \text{ MHz}$  (frecuencia),  $6.4 \text{ cm}$  el radio de giro; b)  $2850 \text{ N/C}$

<sup>1</sup> Claudia Montanari, *Guías de ejercicios de Física para Paleontólogos* (2016)

3) Suponga que se tiene un campo magnético **B** uniforme en dirección z.

a) ¿En qué plano se podrá mantener un electrón describiendo trayectorias circulares?

b) Si  $B = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$  y se requiere que el radio de las circunferencias sea de 0,5 m ¿Cuál es entonces el módulo de su velocidad? ¿cuál debe ser la frecuencia de giro del electrón?

**Resp.**  $f = 567 \text{ kHz}$ ;  $v = 1.78 \cdot 10^6 \text{ m/s}$

### Campo magnético, Ley de Ampere

4) Por un cable recto muy largo circula una corriente de 20 A.

a) Dibuje las líneas de campo magnético generado por el cable.

b) A partir de la ley de Ampere calcule el campo magnético que genera este cable en todo el espacio

c) ¿Cuánto vale el campo magnético a 2 m del mismo? Compare con el valor máximo recomendado Comisión Internacional para la Protección contra la Radiación no Ionizante de  $200 \mu\text{T}$ .

5) Considere un cable recto infinito por el cual circula una corriente de 1 A. Calcule la fuerza que se ejerce sobre una partícula cargada de  $1 \mu\text{C}$  que se desplaza a 1cm paralela al cable con velocidad  $10^3 \text{ m/s}$ , en el mismo sentido de la corriente. ¿Qué cambia si la partícula se desplazara en sentido contrario?

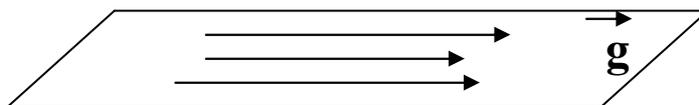
**Resp:**  $2 \cdot 10^{-8} \text{ N}$

6) Por un cable recto muy largo circula una corriente de 10 A. Calcule la fuerza por unidad de longitud que se ejerce sobre un segundo cable recto, paralelo al primero, separados 50 cm, por el cual circula una corriente de 20 A en sentido opuesto.

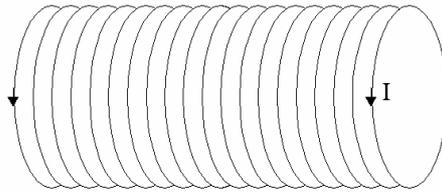
**Resp:**  $8 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}$

7) Dibuje las líneas del campo magnético generado por las siguientes configuraciones. Calcule el campo magnético en todo el espacio a partir de la Ley de Ampere.

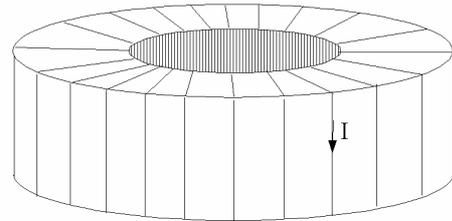
a) Un plano infinito por el cual circula una densidad de corriente superficial uniforme  $g = 10 \text{ mA/cm}$ :



- b) Solenoide infinito (bobina) con un enrollado de 15 espiras por cm, por el que circula una corriente  $I=2$  A:



- c) Toroide formado por 1000 espiras por el que circula una corriente  $I=5$  A (suponga que las espiras están enrolladas muy juntas):

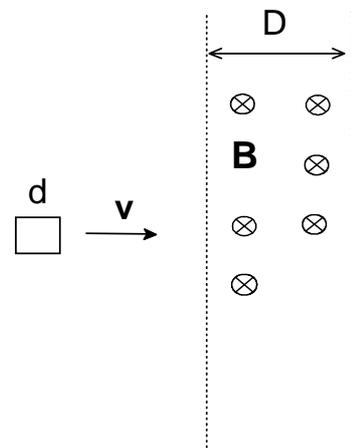


### Ley de Faraday

- 8) Los rieles de una vía están separados por 1,5 m y están aislados entre sí. Se conecta entre ellos un milivoltímetro. ¿Cuánto indica el instrumento cuando pasa un tren a 200 km/h sabiendo que la componente vertical del campo magnético de la Tierra mide  $15 \mu\text{T}$ ?

**Resp.** 1,25 mV

- 9) Una pequeña espira cuadrada de 10 cm x 10 cm y resistencia  $R = 10 \Omega$  se mueve con una velocidad constante de 10 m/s en el sentido indicado en la figura. Atraviesa una zona de ancho  $D=1$  m donde el campo magnético es uniforme de 10Gs, perpendicular a la espira, tal como indica en la figura. Calcule el flujo magnético, la f.e.m  $\varepsilon$ . inducida y la corriente generada en la espira.



**Resp.** El tiempo que le lleva atravesar la zona con  $B$  no nulo es de 0.04 s. En los primeros 0.01 s  $\varepsilon=-10$  mV; en los últimos 0.01 s  $\varepsilon=+10$  mV;  $i=1$  mA, sentido antihorario.