

## Práctica 4:

# Magnetostática y Ley de Ampère

### Problema 1.

Una partícula de carga  $q$  se mueve en un campo magnético uniforme  $\mathbf{B}$  con una velocidad  $v$  perpendicular al campo.

- (a) Calcule el radio de la órbita circular descripta. ¿Aumenta el módulo de la velocidad? ¿Por qué?
- (b) Determine la frecuencia del movimiento circular descripto.
- (c) ¿Qué sucede si la velocidad es paralela al campo magnético? ¿Y si tiene una componente paralela al campo y otra perpendicular?

### Problema 2.

Una partícula de carga  $q$  entra, con una velocidad  $v$ , en una región del espacio donde existe un campo eléctrico uniforme  $\mathbf{E}$  de 80 kV/m dirigido hacia abajo, como se muestra en la figura. Perpendicular al campo eléctrico y a la velocidad de la partícula cargada, se halla un campo magnético  $\mathbf{B}$  de 0,4 T. Si la rapidez de la partícula se escoge apropiadamente, ésta no sufrirá ninguna deflexión a causa de los campos perpendiculares. ¿Qué rapidez debe ser seleccionada en este caso? (Este dispositivo se llama selector de velocidades).

### Problema 3.

La figura muestra un dispositivo empleado para la medición de la masa de los iones. Un ion de masa  $m$  y carga  $+q$  sale esencialmente en reposo de la fuente S, cámara donde se produce la descarga de un gas. La diferencia de potencial  $V$  acelera el ion y se permite que entre en una región con un campo magnético perpendicular uniforme  $\mathbf{B}$ . Dentro del campo, el ion se mueve en semicírculo, chocando con una placa fotográfica a la distancia  $x$  de la rendija de entrada. Demuestre que la masa  $m$  del ion está dada por:

$$ECUACION$$

### Problema 4.

Calcule la fuerza por unidad de longitud entre dos cables paralelos por los que circula una corriente de 30 A. La separación entre cables es de 2 cm. Estime hasta qué distancia por encima de los cables se verá afectada la indicación de una brújula. Considere los dos posibles sentidos de circulación de la corriente. (Suponga que la intensidad del campo magnético terrestre en el lugar es de  $5 \times 10^{-4}$  T y forma un ángulo de  $30^\circ$  con la vertical).

### Problema 5.

- (a) Calcule el campo magnético sobre el eje de una espira circular de área  $A$  y corriente  $I$ .
- (b) Repita el cálculo para una espira cuadrada.
- (c) Estudie y compare los comportamientos de ambos resultados para distancias grandes. Expréselos en función de los momentos magnéticos de las espiras.

### Problema 6.

- (a) Calcule el campo magnético sobre el eje de un solenoide de longitud  $L$ , con  $N$  vueltas devanadas densamente, por el que circula una corriente  $I$ .
- (b) Estudie el comportamiento a grandes distancias y encuentre el valor del momento magnético del solenoide.

- (c) Obtenga el límite de solenoide infinito.
- (d) Suponga que el solenoide tiene 40 cm de largo, 10 cm de diámetro y el campo en el centro es de 3 T (éste es un campo muy intenso). Si el solenoide se encuentra en el subsuelo del pabellón I, ¿influirá en la medición del campo magnético terrestre que realizan los alumnos en el segundo piso?

### Problema 7.

Calcule la fuerza sobre una aguja pequeña magnetizada con momento magnético  $\mathbf{m}$ , colocada sobre el eje del solenoide finito del problema anterior. Expresé la fuerza en función de la distancia al centro del solenoide. Discuta el sentido de la fuerza en relación a los sentidos del momento magnético  $\mathbf{m}$  y el campo magnético  $\mathbf{B}$ .

### Problema 8.

Dibuje cualitativamente las líneas de campo magnético correspondientes a dos cables rectilíneos infinitos y paralelos, que conducen sendas corrientes  $I$  de sentido contrario. Tenga en cuenta cuál debe ser el comportamiento del campo cerca y lejos de los cables.

### Problema 9.

Aprovechando la simetría de la distribución de corrientes y usando la ley de Ampère, determine el vector campo magnético en los siguientes casos:

- (a) un cable rectilíneo infinito por el que circula una corriente  $I$ .
- (b) un cilindro infinito de radio  $R$  por el que circula una densidad de corriente uniforme  $\mathbf{j}$ .
- (c) un solenoide infinito de  $n$  vueltas por unidad de longitud y corriente  $I$  (suponga que el devanado es suficientemente denso como para despreciar la componente longitudinal de los elementos de corriente).
- (d) un plano infinito con densidad superficial de corriente  $g$  uniforme.
- (e) dos planos infinitos paralelos, separados una distancia  $d$ , con densidades de corriente uniformes  $g$  y  $-g$ .
- (f) una lámina infinita de caras plano-paralelas y espesor  $d$ , con densidad de corriente  $\mathbf{j}$  uniforme.
- (g) un toroide de radio interior  $a$  y radio exterior  $b$ , con un arrollamiento denso de  $N$  vueltas por el que circula una corriente  $I$ .

### Problema 10. U

Un cable coaxial está formado por dos conductores cilíndricos coaxiales separados por un medio de permeabilidad  $\mu$  (ver figura). Por ambos conductores circulan corrientes  $I$  iguales y opuestas. Suponiendo que la densidad de corriente en cada uno de los conductores es uniforme, encuentre el campo magnético  $\mathbf{B}$  en todo punto del espacio.

### Problema 11.

Un cilindro infinito de radio  $a$  es circulado por una corriente volumétrica uniforme  $\mathbf{j} = j_0 \hat{z}$ , coaxial con el cilindro. En la zona  $b < r < c$  (con  $a < b$ ), se tiene un medio magnético lineal, isótropo y homogéneo cuya permeabilidad relativa es  $\mu_r = 1000$ .

- (a) Calcular los campos  $\mathbf{H}$  y  $\mathbf{B}$  en todo el espacio.
- (b) ¿Se comporta el medio material como un blindaje magnético?