

## Práctica 2: Magnetostática

1. En 1897 J.J. Thomson descubrió el electrón midiendo la razón entre la carga y la masa de una partícula de “rayos catódicos” (un haz de electrones con carga  $q$  y masa  $m$ ):
  - (a) Primero hizo pasar un haz a través de campos cruzados  $\mathbf{E}$  y  $\mathbf{B}$  (mutuamente perpendiculares y ambos perpendiculares al haz), y fue ajustando el campo eléctrico hasta lograr que su trayectoria fuera rectilínea. ¿Cuál sería, entonces, la velocidad de las partículas (en términos de  $E$  y  $B$ )?
  - (b) Luego apagó el campo eléctrico y midió el radio de curvatura,  $R$ , del haz desviado de la trayectoria rectilínea por acción del campo magnético. En términos de  $E$ ,  $B$  y  $R$ , ¿cuál es la razón entre la carga y la masa ( $q/m$ ) de las partículas?
2. (a) Una corriente  $I$  está uniformemente distribuida a lo largo de un cable con sección transversal circular de radio  $a$ . Encuentre la densidad volumétrica de corriente  $J$ .
  - (b) Suponga que la densidad de corriente en el cable es proporcional a la distancia al eje del mismo,
$$J = ks$$
(para una constante  $k$ ). Encuentre la corriente total en el cable.
3. Una corriente  $I$  fluye por un cable de radio  $a$ .
  - (a) Si la corriente está distribuida uniformemente por la superficie, ¿cuál es la densidad superficial de corriente  $K$ ?
  - (b) Si la corriente está distribuida de tal forma que la corriente volumétrica es inversamente proporcional a la distancia al eje del cable, ¿cuánto vale  $J$ ?
4. Encuentre el campo magnético a una distancia  $z$  arriba del centro de un circuito circular de radio  $R$ , por el cual pasa una corriente constante  $I$ .
5. (a) Encuentre el campo magnético en el centro de un circuito cuadrado, por el cual pasa una corriente constante  $I$ . Considere que  $R$  es la distancia entre el centro y un lado cualquiera (ver Figura 1).
  - (b) Encuentre el campo magnético en el centro de un polígono de  $n$  lados, por el cual pasa una corriente constante  $I$ . Nuevamente, considere que  $R$  es la distancia entre el centro y un lado cualquiera.
  - (c) Asegurese que su fórmula se reduce al campo en el centro de un circuito circular en el límite  $n \rightarrow \infty$ .

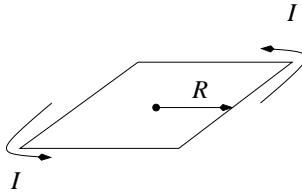


Figura 1

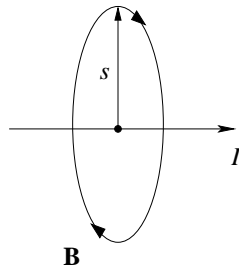


Figura 2

6. Encuentre el campo magnético a una distancia  $s$  de un cable recto largo (Figura 2), por el cual pasa una corriente constante  $I$ .
7. Encuentre el campo magnético de un solenoide muy largo de  $n$  vueltas por unidad de longitud y radio  $R$  por cual pasa una corriente constante  $I$  (Figura 3).

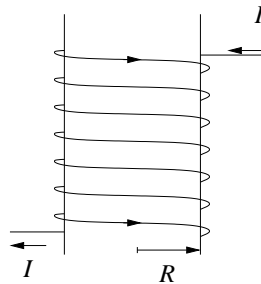


Figura 3

8. Una corriente constante  $I$  fluye por un cable cilíndrico largo de radio  $a$ . Encuentre el campo magnético tanto adentro como afuera del cable si:
  - (a) la corriente está uniformemente distribuida sobre la superficie externa del cable.
  - (b) la corriente está distribuida de tal forma que  $J$  es proporcional a la distancia  $s$  al eje central del cable.

9. En el cálculo de una corriente encerrada por un línea amperiana se debe, en general, resolver una integral de la forma

$$I_{enc} = \int_S \mathbf{J} \cdot d\mathbf{a}.$$

El problema es que existe una infinidad de superficies que comparten la misma línea como contorno. ¿Cuáles de ellas deben usarse?

10. ¿La ley de Ampère es consistente con la regla general de que la divergencia de rotor es siempre cero? Muestre que la ley de Ampère, en general, no es válida fuera del régimen magnetostático. ¿Este “defecto” existe en alguna de las otras tres ecuaciones de Maxwell?
11. Calcule el torque aplicado sobre el circuito cuadrado mostrado en la Figura 4 debido al circuito circular (suponga que  $r$  es mucho mayor que  $a$  y  $b$ ). Si el circuito cuadrado puede girar libremente, ¿cuál será su orientación cuando alcance el equilibrio?

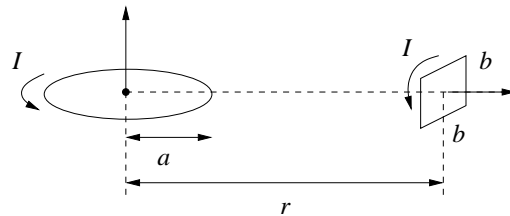


Figura 4