



## ELECTROMAGNETISMO I

Profesora Responsable: Encarnación Muñoz Serrano

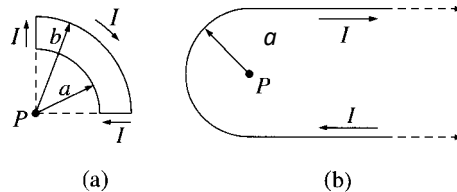
TITULACIÓN: GRADO DE FÍSICA (UCO), 3<sup>er</sup> CURSO



### Boletín de Problemas 4:

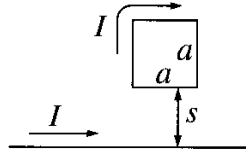
### Campo magnético de corrientes estacionarias

1. Calcule el campo magnético en el punto  $P$  para cada una de las corrientes estacionarias mostradas en las figuras (a) y (b).



2. Se tiene un solenoide formado por  $N$  vueltas circulares muy juntas de hilo conductor. Si el hilo conductor está recorrido por una intensidad de corriente  $I$  y el solenoide tiene radio  $a$  y longitud  $L$ , calcule:
  - a. El campo  $\mathbf{B}$  en un punto del eje del solenoide.
  - b. El límite de un solenoide infinito.
3. Un disco de radio  $b$  con una carga  $Q$  homogéneamente distribuida en su superficie se hace girar alrededor del eje de simetría del disco con una velocidad angular constante  $\omega$ . Determine:
  - a. El campo magnético en los puntos del eje del disco.
  - b. El momento dipolar magnético del disco.
4. Una esfera conductora de radio  $a$ , que posee una densidad superficial de carga  $\sigma$  uniformemente distribuida, se hace girar alrededor de su diámetro  $OZ$  con una velocidad angular  $\omega$ . Determine:
  - a. El campo magnético en el interior de la esfera.
  - b. El momento dipolar magnético de la esfera.
5. Un cilindro de radio  $a$  y longitud  $L$  posee una densidad superficial de carga  $\sigma$  uniformemente distribuida en su superficie lateral. El cilindro se hace girar alrededor de su diámetro  $OZ$  con una velocidad angular  $\omega$ . Determine:
  - a. El campo magnético en un punto de su eje exterior al cilindro.
  - b. El momento dipolar magnético del cilindro.

6. Encuentre la fuerza sobre la espira cuadrada ubicada como muestra la figura cerca de un alambre recto infinito. Tanto por el alambre como por la espira circula una corriente  $I$ .



7. Dos espiras circulares con radios  $R_1$  y  $R_2$  y corrientes  $I_1$  e  $I_2$ , respectivamente, están separadas una distancia  $d$  ( $d \gg R_1, R_2$ ). Calcule la fuerza y el momento de fuerza sobre la espira 2 cuando:
- los momentos dipolares magnéticos  $\vec{m}_1$  y  $\vec{m}_2$  de las espiras son perpendiculares y  $\vec{m}_2$  apunta hacia la espira 1.
  - $\vec{m}_1$  y  $\vec{m}_2$  son antiparalelos.

## PROBLEMAS PROPUESTOS

1. Una esfera sólida uniformemente cargada, de radio  $R$  y carga total  $Q$ , está centrada en el origen y rota con una velocidad angular constante  $\omega$  alrededor del eje  $z$ . Encuentre la densidad de corriente  $\mathbf{J}$  en un punto de coordenadas esféricas  $(r, \theta, \phi)$  dentro de la esfera.

*Solución:*

$$\mathbf{J} = \rho \omega r \sin \theta \mathbf{u}_\phi \text{ con } \rho = \frac{Q}{(4/3)\pi R^3}.$$

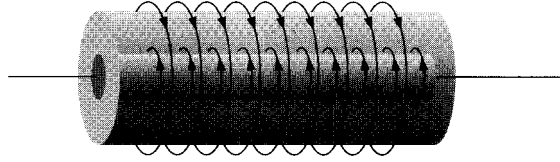
2. Una corriente estacionaria  $I$  fluye a lo largo de un largo alambre cilíndrico de radio  $a$ . Encuentre el campo magnético, dentro y fuera del alambre, si
- La corriente está uniformemente distribuida sobre la superficie exterior del alambre.
  - La corriente está distribuida de tal forma que  $\vec{J}$  es proporcional a la distancia  $s$  al eje del alambre.

*Solución:*

(a)  $\mathbf{B} = 0$  dentro,  $\mathbf{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi s} \mathbf{u}_\phi$  fuera.

(b)  $\mathbf{B} = \frac{\mu_0 I s^2}{2\pi a^3} \mathbf{u}_\phi$  dentro,  $\mathbf{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi s} \mathbf{u}_\phi$  fuera.

3. Dos largos solenoides coaxiales llevan cada uno una corriente  $I$  pero en direcciones opuestas (ver figura). El solenoide interior (radio  $a$ ) tiene  $n_1$  vueltas por unidad de longitud, y el exterior (radio  $b$ ) tiene  $n_2$ . Encuentre  $\mathbf{B}$  en cada una de estas tres regiones: (a) dentro del solenoide interior. (b) Entre los dos solenoides. (c) Fuera del solenoide exterior.



*Solución:*

(a)  $\mathbf{B} = \mu_0 I (n_1 - n_2) \mathbf{u}_z$ . (b)  $\mathbf{B} = -\mu_0 I n_2 \mathbf{u}_z$ . (c)  $\mathbf{B} = 0$  ( $\mathbf{u}_z$  en el eje del solenoide y apuntando a la izquierda).

4. Un alambre circular, con radio  $R$ , está en el plano  $xy$ , centrado en el origen y lleva una corriente  $I$  en sentido contrario a las manecillas del reloj según se ve de la parte positiva del eje  $z$ .
- ¿Cuál es su momento dipolar magnético?
  - ¿Cuál es (aproximadamente) su campo magnético en puntos muy alejados del origen?
  - Muestre que, para puntos del eje  $z$ , su respuesta es consistente con el campo exacto cuando  $z \gg R$ .

*Solución:*

(a)  $\mathbf{m} = I \pi R^2 \mathbf{u}_z$ . (b)  $\mathbf{B} \approx \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \pi R^2}{r^3} (2 \cos \theta \mathbf{u}_r + \sin \theta \mathbf{u}_\theta)$ . (c) En ambos casos (exacto y aproximado) se tiene  $B \approx \frac{\mu_0 I R^2}{2z^3}$  en el límite indicado.