FÍSICA CONTEMPORÁNEA
2do cuatrimestre 2017
3 - CAMPOS ELÉCTRICO Y MAGNÉTICO

Problema 1:
Calcular el campo eléctrico sobre el eje de simetría de una corona circular de radios interior a y exterior b, con densidad de carga superficial σ uniforme. Repetir el cálculo para una densidad σ de 0 a π y $-\sigma$ de π a 2π. A partir del primer resultado, deducir el campo de un disco de radio b y el de un plano infinito, ambos con densidad uniforme σ.

Problema 2:
Calcular el potencial y el campo a gran distancia sobre el eje de simetría de las siguientes configuraciones:
a. Tres cargas de valores q, q y $-3q$ ubicadas en los vértices de un triángulo equilátero de lado L.
b. Un hilo finito de longitud L y densidad $\lambda = 2\lambda_0 z/L$ centrado en $z = 0$.
c. Dos discos paralelos y coaxiales de radio R, separados una distancia d y de densidades σ y $-\sigma$.

Problema 3:
Considérense dos partículas cargadas que se mueven con velocidades perpendiculares entre sí. Analizar cualitativamebte las fuerza sobre cada una y discutir la validez del principio de acción y reacción.

Problema 4:
Una partícula de carga q y masa m ingresa con velocidad $\mathbf{v}_0$ en una región donde existen un campo magnético $\mathbf{B}$ y un campo eléctrico $\mathbf{E}$ uniformes y perpendiculares entre sí.
a. Encontrar la trayectoria de la partícula.
b. Mostrar que existe una única velocidad inicial para la cual la trayectoria es una recta (*filtro de velocidades*).

Problema 5: Utilizando la ley de Biot–Savart, calcular el campo magnético para las siguientes distribuciones de corriente:
a. Una espira circular de radio a y corriente I, sobre su eje de simetría.
b. Un disco de radio R con carga total Q, que gira en torno de su eje de simetría con velocidad angular Ω (calcular sobre el eje).
c. Un solenoide finito, de longitud L, N vueltas, y corriente I (sobre su eje).

Problema 6:
Para las configuraciones (a) y (c) del problema anterior, obtener el comportamiento del campo a gran distancia y calcular el momento magnético.

Problema 7:
Una espira cuadrada de lado l contenida en el plano xy se mueve con velocidad constante $\mathbf{v}_0 = v_0\hat{y}$ en un campo magnético **no** uniforme (pero constante en el tiempo) $\mathbf{B} = \beta y\hat{z}$.
a. Calcular la integral de la fuerza magnética por unidad de carga a lo largo de la espira. ¿Cómo se explica el resultado si la fuerza magnética no realiza trabajo?
b. Calcular la derivada temporal del flujo magnético externo a través de la espira, y comparar con el resultado de a). Puede considerarse un desplazamiento infinitesimal para evitar integrar.
c. Si la resistencia de la espira es R, determinar la corriente que circulará y verificar que el flujo que resulta de ella (flujo propio) se opone a la variación del flujo externo.

Problema 8:
Una espira de área $S = 0,01\ m^2$ rota con una frecuencia constante $f = 100\ Hz$ en una región donde hay un campo magnético uniforme y constante $\mathbf{B}_0$ de intensidad $0,05\ Tesla$ perpendicular a su eje de rotación.
a. Calcular la *fuerza electromotriz* inducida por el campo $\mathbf{B}_0$ y la corriente que circula por el circuito cuando la espira se cierra con una resistencia $R = 50\ \Omega$ (despreciar el flujo propio).
b. Calcular la potencia (energía por unidad de tiempo) disipada en la resistencia. ¿De dónde sale esa energía, si el campo magnético no realiza trabajo? Ayuda: calcular el torque externo necesario para mantener a la espira girando uniformemente, y la potencia correspondiente a ese torque. ¿"Quién" entrega esa energía en una usina hidroeléctrica?
c. Ahora se hace circular una corriente *constante* i por la espira; calcular el torque del campo $\mathbf{B}_0$ en función del ángulo girado; verificar que el trabajo realizado por $\mathbf{B}_0$ a lo largo de una vuelta es nulo. ¿Cómo puede diseñarse la conexión de la espira a los cables de alimentación para lograr que dicho trabajo no sea cero? Ayuda: desarmar un motor de algún juguete a pilas y estudiar el mecanismo colector–escobillas.

Problema 9:
Se tienen dos solenoides coaxiales. El interno es lo bastante largo para considerarlo infinito, tiene n vueltas por unidad de longitud y su radio es r_A. El externo tiene un radio $r_B > r_A$ y altura despreciable, y un total de N vueltas; su resistencia es R. En $t = 0$ la corriente del solenoide interno comienza a aumentar linealmente desde i_0 hasta alcanzar i_1 en $t = t_1$, para luego permanecer constante.
a. Escribir la ecuación diferencial para la corriente que circula en el solenoide externo para $0 < t < t_1$ y para $t > t_1$.
b. Calcular la corriente inducida en el solenoide externo y graficarla en función del tiempo. Despreciar el campo magnético del solenoide exterior.

Problema 10:
¿Podrá existir un campo eléctrico homogéneo existiendo un campo magnético variable en el tiempo? ¿Podrá existir un campo eléctrico homogéneo que sea variable en el tiempo?