FI4004-1 Electrodinámica
Profesora: Daniela Mancilla
Auxiliar: Benjamín Pérez

Tarea #3: Magnetostática

Fecha de entrega: 30 de agosto de 2019

P1. Una esfera de radio a está uniformemente magnetizada con $\vec{M} = M_0\hat{z}$.

a) Calcular el momento dipolar de la esfera: (1) integrando directamente la densidad de magnetización, (2) calculando el momento dipolar de las cargas magnéticas, (3) calculando el momento dipolar magnético de las corrientes de magnetización.

b) Calcular los campos $\vec{B}$ y $\vec{H}$ usando la integral para el potencial escalar magnético. Identificar el problema eléctrico equivalente. Comparar el potencial en el exterior de la esfera con el que produciría un dipolo puntual igual al momento dipolar total de la esfera. Observe que esto da un cuarto método para calcular el momento dipolar, una vez conocidos los campos en el exterior de la esfera.

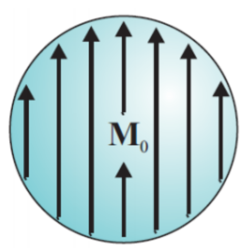
c) Calcular el potencial vectorial a partir de la corriente total.

d) En éste y los siguientes ítems la misma esfera magnetizada está situada en un medio lineal, isótropo y homogéneo de permeabilidad μ. Discutir por qué los métodos utilizados en (b) y (c) no sirven para hallar $\vec{B}$ en este caso. Utilizar entonces el método de separación de variables. Verificar que para $\mu = \mu_0$ se recupera el resultado anterior.

e) Determinar el momento dipolar total $\vec{m}$ inducido en el medio exterior. De los métodos enunciados en el punto (a), ¿cuáles son válidos en este caso?

f) Suponga ahora que el medio de permeabilidad μ se extiende únicamente hasta un radio $b > a$, concéntrico con la esfera. Calcule los campos $\vec{B}$ y $\vec{H}$ en todo el espacio y encuentre el momento magnético total $\vec{m}$ inducido en el medio. Verifque que para $\mu = \mu_0$ se obtienen los resultados de (a-c). Estudie el límite en que $b \to \infty$ y compare con los resultados para $\vec{B}$, $\vec{H}$ y $\vec{m}$ de los puntos (d) y (e). ¿Qué sucede con $\vec{m}$?

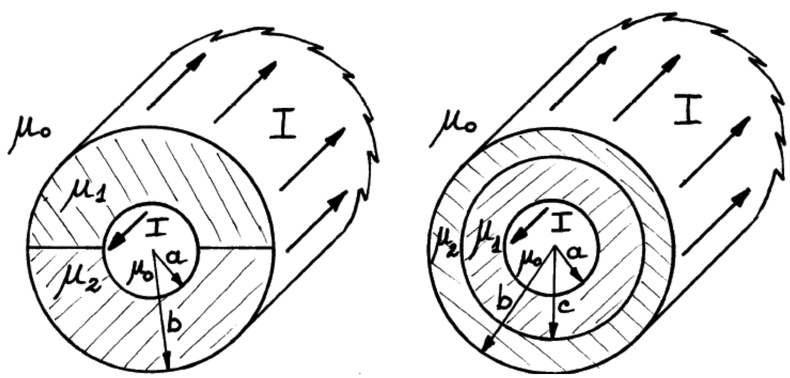
g) Comparando las fuentes del campo en cada caso, probar que una esfera hueca cargada con densidad superficial σ y que rota con velocidad angular $\vec{\Omega} = \omega_0\hat{z}$ constituye un problema equivalente al de la esfera con magnetización uniforme. A partir de los resultados de los puntos anteriores, por simple identificación, deducir el momento magnético de la esfera rotante, y los campos $\vec{B}$ y $\vec{H}$ en todo el espacio.



P2. Considere dos conductores laminares cilíndricos coaxiales de longitud infinita y radios a y b ($a < b$) por los que circulan corrientes de intensidad I en sentidos contrarios. Suponga que el espacio comprendido entre los dos conductores está ocupado por dos medios de permeabilidades μ_1 y μ_2. Suponga también que el vacío ocupa la región exterior al conductor cilíndrico externo y la región interior al conductor cilíndrico interno. Calcule $\vec{B}$, $\vec{H}$ y $\vec{M}$ en todos los puntos del espacio, las densidades de corriente de magnetización en los medios de permeabilidades μ_1 y μ_2 cuando:

a) Las superficies de separación entre los medios de permeabilidades μ_1 y μ_2 son planas y ortogonales a las superficies de los conductores de forma que cada uno de los dos medios ocupa la mitad del espacio entre los conductores.

b) La superficie de separación entre los medios de permeabilidades μ_1 y μ_2 es un cilindro de radio c ($a < b < c$), coaxial con los dos conductores cilíndricos.



P3. Una barra de hierro de largo L y sección transversal cuadrada de lado a recibe una magnetización longitudinal $\vec{M}$. Posteriormente se doble de forma circular pero dejando un pequeño espacio de ancho w, como se muestra en la figura. Calcule el campo magnético en el centro del espacio de ancho w. Considere que $w \ll L$.