

FI2002-3 Electromagnetismo

Profesor: Ignacio Andrade

Auxiliares: Vicente Pedreros & Diego Rodríguez

Ayudante: Matías Urrea



Auxiliar 18: Magnetostática y medios magnéticos

18 de octubre de 2024

Resumen

(1) Intensidad magnética y magnetización

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{J}_f \quad \oint_{\Gamma} \vec{H} \cdot d\vec{\ell} = I_{f \text{ enc}} \quad \vec{M} = \left(\frac{\mu}{\mu_0} - 1 \right) \vec{H} \quad \vec{B} = \mu \vec{H} \quad \vec{H} = \frac{1}{\mu_0} \vec{B} - \vec{M}$$

(2) Corrientes de magnetización

$$\vec{J}_b = \vec{\nabla} \times \vec{M} \quad \vec{K}_b = \vec{M} \times \hat{n}$$

(3) Condiciones de borde

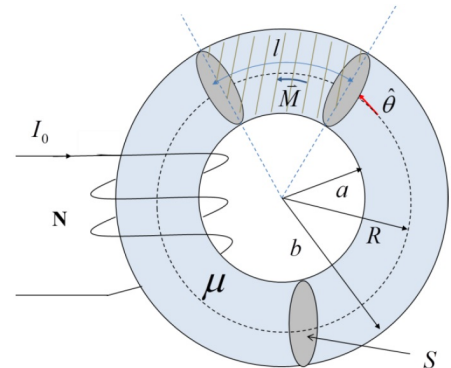
$$B_{2n} - B_{1n} = 0 \quad H_{2t} - H_{1t} = \vec{K}_f \times \hat{n}$$

(4) Momento dipolar magnético

$$\vec{m} = \oint \vec{r}' \times I d\vec{\ell} = \frac{1}{2} \iint \vec{r}' \times \vec{K} dS = \frac{1}{2} \iiint \vec{r}' \times \vec{J} dV$$

$$\vec{A}_{\vec{m}} = \frac{\mu_0 \vec{m} \times (\vec{r} - \vec{r}')}{4\pi |\vec{r} - \vec{r}'|^3} \quad \vec{B}_{\vec{m}} = \frac{\mu_0}{4\pi |\vec{r} - \vec{r}'|^3} \left[\frac{3(\vec{m} \cdot (\vec{r} - \vec{r}'))(\vec{r} - \vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|^2} - \vec{m} \right] \quad U = -\vec{m} \cdot \vec{B}$$

P1. Considere un toroide de radio medio R y sección transversal circular S , el cual se compone por dos secciones de materiales magnéticos diferentes. Se sabe que la sección superior del toroide de largo l posee un material con una magnetización $\vec{M} = M_0 \hat{\theta}$, mientras que la parte restante posee un material ferromagnético, del cual se conoce su permeabilidad magnética μ . Se enrolla N veces un cable que lleva una corriente I_0 como muestra la figura. Encuentre los valores de los campos \vec{B} , \vec{H} y \vec{M} en las dos zonas del toroide.



P2. a) Encuentre el campo magnético de un solenoide infinito de radio R de n espiras por unidad de largo que lleva una corriente I .
 b) Encuentre el potencial vector en el Gauge de Coulomb, utilizando la relación

$$\Phi_B = \oint \vec{A} \cdot d\vec{\ell} \tag{1}$$

c) Calcule el flujo magnético a través de un disco de radio $\rho > R$.
 d) Considere un cambio de Gauge

$$\vec{A}' = \vec{A} + \nabla \chi \quad \chi = -\frac{\Phi}{2\pi} \phi \tag{2}$$

donde Φ es el flujo magnético total y ϕ es la coordenada angular. Utilice (1) para calcular el flujo magnético. Interprete el resultado (efecto Aharonov & Bohm).

P3. Considere tres momentos magnéticos iguales $\vec{m} = m_0\hat{z}$ ubicados en los vértices de un triángulo rectángulo ABC , de lados a , a y $a\sqrt{2}$.

- Encuentre el trabajo necesario para invertir la posición del momento magnético que se encuentra en C .
- Determine el torque que siente el momento magnético en C .

