

donde

$$\mathbf{H}_d(\mathbf{r}) = -\nabla\Phi_H(\mathbf{r}) \quad / \quad \nabla^2\Phi_H(\mathbf{r}) = -4\pi\rho_m \quad \implies \quad \Phi_H(\mathbf{r}) = \int d^3r' \frac{\rho_m(\mathbf{r}')}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|}$$

y

$$\mathbf{H}_r(\mathbf{r}) = \nabla \times \mathbf{A}_H(\mathbf{r}) \quad / \quad \nabla^2 \mathbf{A}_H(\mathbf{r}) \underbrace{=}_{\nabla \cdot \mathbf{A}_H = 0} -\frac{4\pi}{c} \mathbf{j}_\ell \quad \implies \quad \mathbf{A}_H(\mathbf{r}) = \frac{1}{c} \int d^3r' \frac{\mathbf{j}_\ell(\mathbf{r}')}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|}$$

*

Si no hay corrientes libres: $\mathbf{j}_\ell = 0 \implies \mathbf{H} = -\nabla\Phi_H$

Condiciones de empalme: Aplicando Gauss y Stokes a través de la superficie que separa dos medios, se obtiene

$$\begin{aligned} (\mathbf{B}_2 - \mathbf{B}_1) \cdot \hat{\mathbf{n}} &= 0 \\ \hat{\mathbf{n}} \times (\mathbf{B}_2 - \mathbf{B}_1) &= \frac{4\pi}{c} \mathbf{g}_t \\ (\mathbf{H}_2 - \mathbf{H}_1) \cdot \hat{\mathbf{n}} &= 4\pi \sigma_m \\ \hat{\mathbf{n}} \times (\mathbf{H}_2 - \mathbf{H}_1) &= \frac{4\pi}{c} \mathbf{g}_\ell \quad [\hat{\mathbf{n}} \text{ tiene dirección de (1)} \rightarrow \text{(2)}] \\ (\mathbf{M}_2 - \mathbf{M}_1) \cdot \hat{\mathbf{n}} &= -\sigma_m \\ \hat{\mathbf{n}} \times (\mathbf{M}_2 - \mathbf{M}_1) &= \frac{1}{c} \mathbf{g}_m \end{aligned}$$

Medio magnético Lineal Isótropo y Homogéneo (LIH):

$$\begin{aligned} \mathbf{M} &= \chi_m \mathbf{H} \quad (\chi_m: \text{susceptibilidad magnética}) \\ \mathbf{B} &= \underbrace{(1 + 4\pi \chi_m)}_{\mu} \mathbf{H} \quad (\mu: \text{permeabilidad magnética}) \end{aligned}$$

- LIH con $\mu > 1$: paramagnético ($\mu \rightarrow \infty$: paramagnético perfecto).
- LIH con $0 < \mu < 1$: diamagnético ($\mu \rightarrow 0$: superconductor).

No lineales:

- $\mathbf{M}|_{\mathbf{H}_{\text{ext}}=0} \neq 0$: imán permanente
- $\mathbf{B} = f(\mathbf{H}, \text{historia})$: ferromagnético con histéresis

*Divergencia y rotor en coordenadas curvilíneas: ver material adicional en la página web [link: Operadores diferenciales.]