

Deducción de ϵ_0 y μ_0

Luis Antonio Soto Ruiz

April 19, 2025

1 Deducción de ϵ_0 (Permitividad del Vacío)

La ley de Gauss para el campo eléctrico en el vacío es:

$$\oint_{\partial V} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \frac{Q_{\text{int}}}{\epsilon_0}. \quad (1)$$

Para una carga puntual Q en el origen, considerando una superficie esférica de radio r :

$$E \cdot 4\pi r^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}. \quad (2)$$

Despejando ϵ_0 :

$$\epsilon_0 = \frac{Q}{4\pi r^2 E}. \quad (3)$$

Dado que la ley de Coulomb establece:

$$F = k_e \frac{Q_1 Q_2}{r^2}, \quad k_e = \frac{1}{4\pi \epsilon_0}, \quad (4)$$

se obtiene:

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k_e}. \quad (5)$$

Usando el valor experimental $k_e \approx 8.987 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, resulta:

$$\epsilon_0 \approx 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}. \quad (6)$$

2 Deducción de μ_0 (Permeabilidad del Vacío)

La ley de Ampère en magnetostática para el vacío es:

$$\oint_{\partial S} \mathbf{B} \cdot d\boldsymbol{\ell} = \mu_0 I_{\text{enc}}. \quad (7)$$

Para un hilo infinito con corriente I , usando un camino circular de radio r :

$$B(2\pi r) = \mu_0 I. \quad (8)$$

Despejando μ_0 :

$$\mu_0 = \frac{B(2\pi r)}{I}. \quad (9)$$

La fuerza magnética entre dos hilos paralelos con corriente I y separados por una distancia r es:

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2}{r}. \quad (10)$$

A partir de mediciones experimentales:

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}. \quad (11)$$

3 Relación entre ε_0 y μ_0

La relación con la velocidad de la luz c es:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}. \quad (12)$$

Usando $c \approx 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$, podemos verificar:

$$\frac{1}{\sqrt{(8.854 \times 10^{-12})(4\pi \times 10^{-7})}} \approx 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}. \quad (13)$$

Esto confirma la coherencia de los valores obtenidos.