Universidad de Chile
Facultad de Cs. Físicas y Matemáticas
Departamento de Física
FI2002 Electromagnetismo - Semestre Primavera 2018

Auxiliar 6: Polarización y Dieléctricos

Profesora: Daniela Mancilla
Auxiliares: Diland Castro & Eva Díaz
Fecha: 26 de Octubre 2018

RESUMEN

MEDIOS MATERIALES

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho_{total}}{\epsilon_0} \tag{1}$$

Se define el vector Desplazamiento $\vec{D}$ como:

$$\vec{D} = \epsilon \vec{E} \tag{2}$$

Con esto, se tiene la siguiente relación,

$$\nabla \cdot \vec{D} = \rho_{libre} \tag{3}$$

Es importante incorporar el concepto de $\vec{P}$ que es el Vector Polarización, y se define como el momento dipolar por unidad de volumen. Para el caso de un dieléctrico "lineal", se tiene además la siguiente relación.

$$\vec{P} = \epsilon_0 \chi_e \vec{E} = \vec{E}(\epsilon - \epsilon_0) \tag{4}$$

Al aplicar un campo eléctrico a un dieléctrico, este se reconfigura y ahora se distinguen dos distribuciones de carga.

- $$\rho_P(\vec{r}') = -\nabla \cdot \vec{P} = \rho_{Pol.Vol} \quad (volumen) \tag{5}$$
- $$\sigma_P(\vec{r}') = \vec{P} \cdot \hat{n} \quad (superficial) \tag{6}$$
- $\rho_P(\vec{r}')$ y $\sigma_P(\vec{r}')$ aparecen por polarización y NO CORRESPONDEN A CARGAS LIBRES dentro del material.
- $$\iiint_V \rho_P dv + \iint_S \sigma_P = 0 \tag{7}$$
- $\vec{P} = \vec{P}(\vec{r})$, muy importante para calcular las distintas densidades y verificar las normales(interiores) a cada superficie.
- $$\rho_{total} = \rho_{\rho_{libre}} + \rho_{pol.\ vol} \tag{8}$$

Vector desplazamiento eléctrico o densidad de flujo eléctrico en medios materiales:

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P} = \epsilon \vec{E} \tag{9}$$

$$\epsilon = \epsilon_0 (1 + \chi_e) \tag{10}$$

$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r \tag{11}$$

Ley de Gauss en Materiales

$$\oiint_S \vec{D} \cdot d\vec{s} = Q_{libre\ encerrada} \tag{12}$$

Condiciones de Borde: Si se considera:

$$\vec{E}_1 = \vec{E}_{1\,tangente} + \vec{E}_{1\,normal} \tag{13}$$

$$\vec{E}_2 = \vec{E}_{2\,tangente} + \vec{E}_{2\,normal} \tag{14}$$

Se debe cumplir lo siguiente:
Para el Campo Eléctrico

$$\vec{E}_{1\,tangente} = \vec{E}_{2\,tangente} \tag{15}$$

Para el Vector Desplazamiento

$$D_{2\,normal} - D_{1\,normal} = \sigma_l \tag{16}$$

Importante: El Potencial es continuo, en la interfaz de un medio 1 a otro 2 se cumple que:

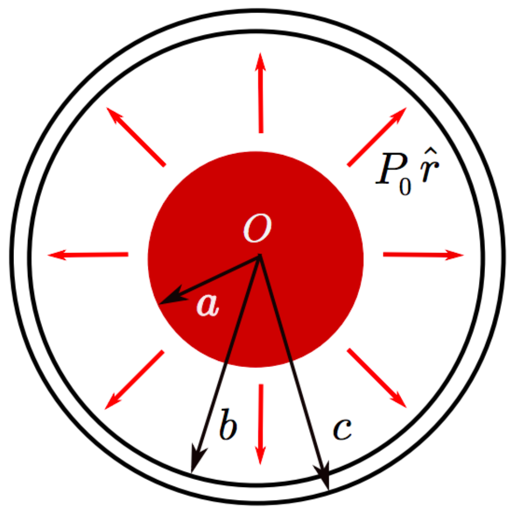
$$V_{medio\ 1} = V_{medio\ 2} \tag{17}$$

Auxiliar 6: Polarización y Dieléctricos

Profesora: Daniela Mancilla
Auxiliares: Diland Castro & Eva Díaz
Fecha: 26 de Octubre 2018

P1. [Polarización]

Una esfera conductora maciza, de radio a, está encerrada por una cáscara conductora esférica de radio interior b y exterior c. Ambos conductores están descargados y aislados.
El espacio entre ellos está rellenado con un material que posee una polarización dada por: $\vec{P} = P_0 r\hat{r}$ ($\hat{r}$ es la dirección radial).

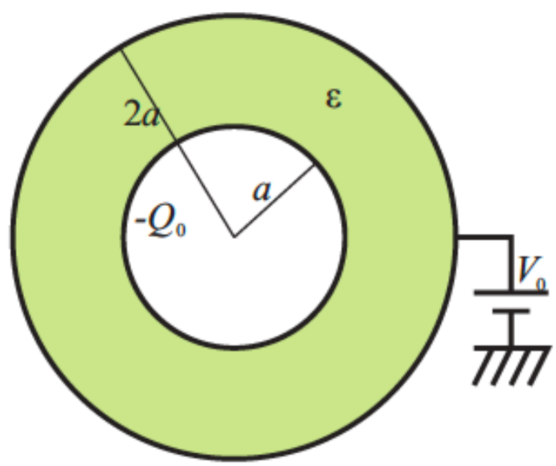


(a) Calcular las densidades de carga libre y de polarización que aparecen en las superficies esféricas $r = a$, $r = b$ y $r = c$. ¿Cuál es la diferencia de potencial entre los conductores?

(b) Ahora, considere que ambos conductores se interconectan mediante un hilo metálico. Para esta nueva configuración repita los cálculos de (a).

P2. [Conductores/Dieléctricos/Energía]
Control 2017-2

Una superficie esférica conductora de radio $2a$, está rellena de un medio dieléctrico de permitividad ϵ, en cuyo centro se encuentra otra superficie conductora de radio a. Inicialmente, la esfera interior está descargada. Luego, ésta se carga con una carga $-Q_0$. La esfera exterior está conectada a un potencial V_0 en todo momento.



Si en el medio dieléctrico no hay carga libre, determine:

(a) Los campos $\vec{E}$, $\vec{D}$ y $\vec{P}$ en todo el espacio, antes y después de introducir la carga eléctrica en la esfera interior.

(b) La carga eléctrica libre, de polarización y total en las interfaces $r = 2a$ y $r = a$, antes y después de cargar la esfera interior.

(c) Al cargar la esfera, ¿se ha tenido que realizar un trabajo externo?.

(d) ¿Cuál es el valor de la energía eléctrica suministrada a/o por el sistema?.