

## Práctica 3 — Electroestática en Medios Materiales

**Problema 1.** Una esfera de radio  $a = 5$  cm se encuentra polarizada uniformemente sobre el eje  $z$  (su vector polarización  $\mathbf{P}$  es constante).

- Calcule las densidades de carga de polarización inducidas sobre la esfera.
- Calcule el potencial electrostatico  $V(\vec{r})$  en todo punto del espacio en términos de las densidades calculadas en (a).
- Calcule el campo eléctrico en todo el espacio.
- Dibuje las líneas de campo y superficies equipotenciales para el potencial encontrado, indicando las regiones donde la carga de polarización es positiva y negativa.
- Calcule la energía asociada al sistema.

**Problema 2. Polarizabilidad atómica** Considere un sistema formado por una carga puntual, de carga  $Q = Z 1.6 \times 10^{-19}$  C, y una distribución esférica de carga, con densidad uniforme, carga neta  $-Q$  y radio  $R = 10^{-10}$  m, cuyo centro se encuentra desplazado en  $\vec{d}$  respecto a la posición de la primera carga.

- Determine el momento dipolar de la distribución, en función de  $\vec{d}$
- Determine el vector  $\vec{d}$  que minimiza la energía electrostática.
- Suponga que ahora el sistema se encuentra en presencia de un campo electrostático uniforme  $\vec{E}$ . Determine el nuevo vector  $\vec{d}$  que minimiza la energía potencial electrostática.
- Determine el momento dipolar de la distribución en equilibrio con el campo externo, en función de  $\vec{E}$ .
- Dé una expresión para la susceptibilidad eléctrica de un material, donde los átomos que lo componen se modelan según la distribución de cargas propuesta.

**Problema 3.** Una esfera de radio  $a$  tiene una polarización  $\mathbf{P} = k\mathbf{r}$ , donde  $k$  es una constante y  $\mathbf{r}$  es el vector desde el centro de la esfera:

- Calcule las densidades de carga superficiales y volumétricas de polarización en la esfera.
- Calcule el campo eléctrico en todo el espacio.

**Problema 4.** Una esfera de radio  $R$  de un material dieléctrico de permitividad  $\epsilon$  tiene una densidad de carga libre uniforme  $\rho_{\text{libre}}$ . Encuentre el potencial en el centro (relativo al infinito).

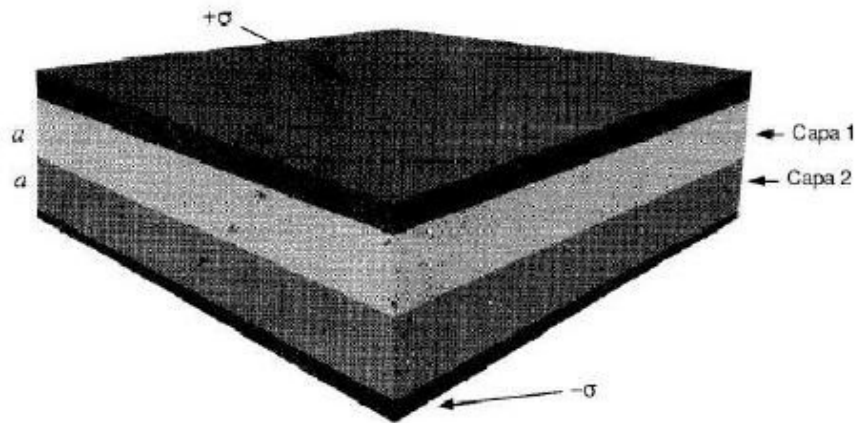
**Problema 5.** Un cubo dieléctrico de lado  $L$  y constante dieléctrica  $\epsilon$ , centrado en el origen, tiene una densidad de polarización  $\mathbf{P} = k\mathbf{r}$ , donde  $k$  es una constante.

- Encuentre todas las cargas de polarización en el cubo y muestre que su valor neto es nulo.
- determine la densidad de carga libre.

**Problema 6.** Una esfera metálica de radio  $a$  contiene una carga total  $Q$ . La misma está rodeada por un material dieléctrico (hasta un radio  $b > a$ ) de permitividad  $\epsilon$ . Encuentre el potencial en el centro (relativo al infinito) y la energía del sistema.

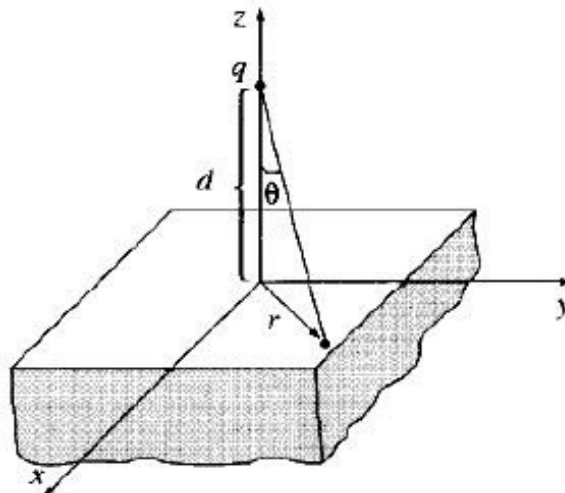
**Problema 7.** El espacio interior entre dos capacitores de placas-paralelas se encuentra ocupado por dos capas de dieléctricos (ver Figura). Cada capa tiene un espesor  $a$ , de forma que la separación entre las placas paralelas es  $2a$ . La constante dieléctrica de la primera capa es  $\epsilon_1 = 2\epsilon_0$ , y la de la segunda es  $\epsilon_2 = 1.5\epsilon_0$ . La densidad de carga libre acumulada sobre la placa superior es  $+\sigma$  y sobre la inferior,  $-\sigma$ . Halle

- a) El vector desplazamiento  $\mathbf{D}$ , el campo eléctrico  $\mathbf{E}$  y la polarización  $\mathbf{P}$  en cada dieléctrico;
- b) La diferencia de potencial entre las placas.
- c) Las densidades de carga superficiales en el interior del capacitor.



**Problema 8.** La región correspondiente a  $z < 0$  de la Figura está ocupada por un material dieléctrico lineal uniforme de susceptibilidad  $\epsilon$ .

- (a) Determine  $\mathbf{E}$ ,  $\mathbf{D}$  y  $\mathbf{P}$  en todo el espacio por medio del método de las imágenes, cuando ubicamos una carga puntual  $q$  a una distancia  $d$  del origen.
- (b) Calcule la densidad de carga de polarización.
- (c) Calcule la fuerza sobre la carga  $q$ .



**Problema 9.** Un cable coaxial muy largo, de sección circular, contiene dos capas de dieléctrico. El conductor interior de radio  $a$  se encuentra rodeado por un dieléctrico de constante  $\epsilon_1$  hasta un radio  $b$ . A continuación sigue otro dieléctrico de constante  $\epsilon_2$  y radio exterior  $c$  donde se encuentra el conductor exterior. Si la diferencia de potencial entre los conductores es  $V$  (siendo el potencial externo mayor que el interno), calcular:

- (a) Los vectores  $\mathbf{E}$ ,  $\mathbf{D}$  y  $\mathbf{P}$  para todo punto interior a los conductores ( $a \leq r \leq c$ ).
- (b) La densidad de carga de polarización y la densidad de carga por unidad de longitud depositada sobre los conductores.
- (c) La capacidad por unidad de longitud del sistema.

**Problema 10.** Dos superficies esféricas conductoras concéntricas de radios interno  $a$  y externo  $b$ , se encuentran cargadas respectivamente con cargas  $Q$  y  $-Q$ . La mitad del espacio entre las superficies se encuentra ocupado por un dieléctrico de permitividad  $\epsilon$ , como muestra la figura.

- 1. Encuentre el campo eléctrico en  $a < r < b$ .
- 2. Calcule la densidad de carga libre sobre la superficie  $r = a$
- 3. Calcule la densidad de carga de polarización inducida en el dieléctrico en  $r = a$ .

