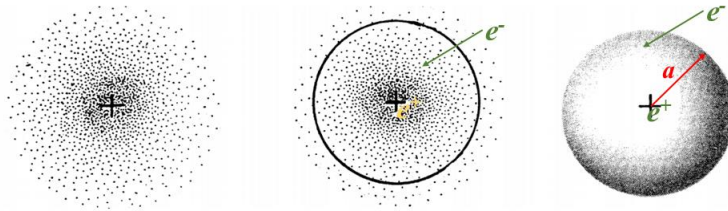


GUIA 3: MATERIALES DIELECTRICOS. ENERGÍA POTENCIAL

Problema 1

Considere el átomo de H sumergido en un campo eléctrico. Tome como modelo atómico el de un protón rodeado por una nube electrónica que se modela como una densidad uniforme de carga aplicada en una esfera de radio a centrada en el protón.

- ¿Qué le sucede a la nube electrónica cuando se enciende el campo eléctrico externo?
- Obtenga una expresión para $p = e d$ en función del campo eléctrico externo E , siendo e la carga del electrón y d la distancia relativa entre el centro de carga negativa y el protón.
- Defina la polarizabilidad atómica y discuta su dependencia en el volumen del átomo bajo consideración.



Problema 2

A partir de los valores tabulados en la literatura para la polarizabilidad atómica:

- Obtenga los radios de los átomos de H, He, Li, Be, C, Ne, Na, Ar, K y Cs.
- Cómo varían los tamaños atómicos en función del número atómico?
- Discuta en función de su ubicación en la tabla periódica las diferencias de volumen de átomos de la tabla periódica con números atómicos consecutivos como He y Li, Ne y Na, Ar y K.

Problema 3

La susceptibilidad eléctrica de una sustancia es $35.4 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$. ¿Cuáles son los valores de la constante dieléctrica y de la permitividad del dieléctrico? ¿De qué material se trata?

Problema 4

Considere el caso de una carga puntual sumergida en un fluido dieléctrico infinito.

- Calcular el desplazamiento eléctrico.
- Obtener el vector campo eléctrico.
- Verifique utilizando coordenadas cartesianas que $\nabla \cdot (\vec{r} / r^3) = 0$ para $r \neq 0$.
- Verificar que $Q_P \neq 0$.

Problema 5

Una varilla plana delgada de dieléctrico de sección A , se extiende sobre el eje $x = 0$ hasta $x = L$. La polarización de la varilla a lo largo de su longitud está dada por $P_x = ax^2 + b$. Encuentre la densidad volumétrica de carga de polarización y la carga superficial de polarización en cada extremo. Demuestre que la carga total de polarización se anula en este caso.

Problema 6

Un cubo dieléctrico de longitud L tiene una polarización radial dada por $P = ar$, siendo a una constante. Halle todas las densidades de carga de polarización y demuestre explícitamente que la carga total de polarización es nula.

Problema 7

Una carga puntual q se sumerge en el centro de una esfera dieléctrica de vidrio pyrex y radio a .

- Calcular el desplazamiento eléctrico en el interior y el exterior de la esfera.
- Calcular el campo eléctrico en el interior y el exterior de la esfera. Graficar \vec{E} como función de r .
- Obtener las densidades de carga de polarización volumétrica y superficial.
- Verificar que la carga de polarización total $Q_p = 0$.
- Calcular el potencial eléctrico en el interior y el exterior de la esfera. Graficar V como función de r .

Problema 8

Un hilo conductor con densidad de carga lineal λ atraviesa un cilindro dieléctrico infinito de radio a por su eje de simetría.

- Calcular el desplazamiento eléctrico en el interior y el exterior del cilindro.
- Calcular el campo eléctrico en el interior y el exterior del cilindro.
- Obtener las densidades de carga de polarización volumétrica y superficial
- Verificar que $Q_p = 0$.
- Graficar el campo eléctrico como función de r .

Problema 9

Usando la solución general $V(r, \theta) = A_0 + A_1 r \cos(\theta) + \frac{B_1}{r} + \frac{B_2 \cos(\theta)}{r^2}$ que se encuentra por Laplace para el caso de una esfera sumergida en un campo eléctrico uniforme, plantear la situación para una esfera dieléctrica que se sumerge en un campo eléctrico uniforme E_0 dirigido a lo largo del eje z .

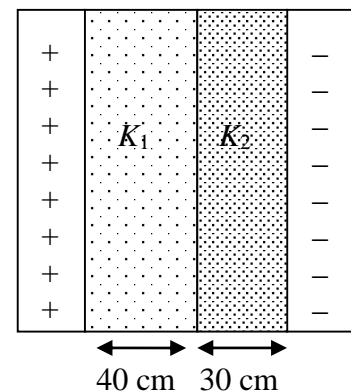
- Calcule el vector campo eléctrico dentro y fuera de la esfera.
- Calcule el vector polarización dentro de la esfera.
- Recupere el resultado para la esfera conductora sumergida en un campo eléctrico uniforme al tomar el límite $K \rightarrow \infty$.

Ayuda: plantear una expresión $V(r)$ como la propuesta para la región interna y otra para la región externa a la esfera dieléctrica. Utilizar las condiciones de frontera para llegar a la solución final.

Problema 10

Entre dos placas paralelas cuadradas se coloca Mylar (K_1) y papel parafinado (K_2) como muestra la figura. Si el área de las láminas es 1 m^2 y las láminas tienen cargas opuestas de $50 \mu\text{C}$ en módulo. Calcular

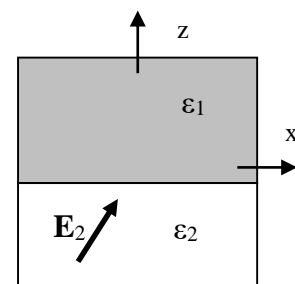
- Calcular el campo eléctrico en ausencia de los dieléctricos.
- Calcular el vector desplazamiento en ambos dieléctricos.
- Calcular el vector campo eléctrico en ambos dieléctricos.
- Calcular el vector polarización en ambos medios.
- Calcular las densidades volumétricas y superficiales de carga de polarización.
- La diferencia de potencial entre las placas del condensador.
- La capacidad del condensador.



Problema 11

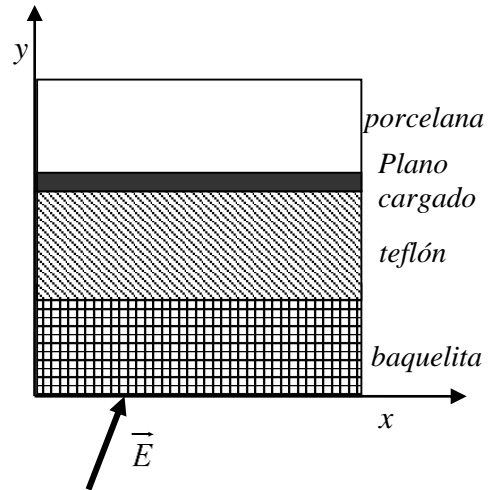
La figura muestra la interfase entre dos dieléctricos, aceite siliconado (ϵ_1) $z > 0$ y agua destilada (ϵ_2) $z < 0$.

Se sabe que $\mathbf{E}_2 = 10\mathbf{e}_x + 20\mathbf{e}_z$ para $z < 0$. Calcular \mathbf{E}_1 , \mathbf{D}_1 , \mathbf{D}_2 .



Problema 12

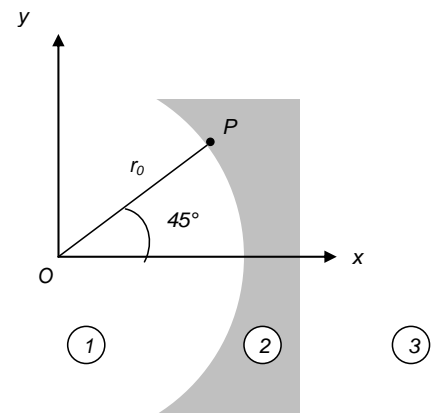
La figura muestra un arreglo de dieléctricos ubicados en forma horizontal. La capa inferior está constituida por baquelita, la que está en el medio por teflón y la que está por encima de todo por porcelana. Entre la capa de teflón y la de porcelana hay un plano cargado tal que $\sigma=0.5C/m^2$. Si en la baquelita penetra un campo eléctrico $\vec{E} = 5\vec{i} + 10\vec{j}$,



- a) Calcule para las 3 regiones
 - i. Los vectores \vec{E} , \vec{D} y \vec{P}
 - ii. Las densidades volumétricas y superficiales de polarización.
- b) Grafique dichos vectores en función de la variable y.

Problema 13

Para colimar campos electromagnéticos pueden usarse lentes dieléctricas. En la figura, la superficie izquierda de la lente es la de un cilindro circular y la superficie derecha es un plano. Si \vec{E}_1 en el punto $P(r_0, 45^\circ, z)$ de la región 1 es $(5\vec{a}_r, -3\vec{a}_\phi)_i$ Cuál debe ser la constante dieléctrica para que \vec{E}_3 en la región 3 sea paralelo al eje x?



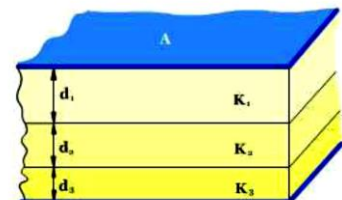
Problema 14

Dos placas conductoras paralelas están separadas por una distancia d y se mantienen a una diferencia de potencial V_0 . En el espacio entre las placas se coloca una plancha dieléctrica, de constante dieléctrica K_e y espesor uniforme $t < d$. Despreciando los efectos de borde debidos al tamaño finito de las placas, determine

- a) el vector desplazamiento eléctrico D en el dieléctrico y también en el vacío entre el dieléctrico y una placa.
- b) el vector de campo eléctrico E.
- c) la carga máxima y la capacidad equivalente del condensador.
- d) la energía almacenada

Problema 15

Un condensador de placas paralelas de área A se llena con tres materiales dieléctricos de constantes dieléctricas K_1, K_2 y K_3 y de espesores d_1, d_2, d_3 , como muestra la figura.



- a) Hallar la capacitancia de cada uno de los condensadores equivalentes de esta configuración ¿cuál es la capacitancia equivalente neta?
- b) Armar el sistema de condensadores representativo.

Problema 16

Considere un condensador cilíndrico consistente en dos cilindros coaxiales de radios a y b y longitud l que poseen cargas iguales y opuestas +q y -q.

- a) Calcule el valor de la capacitancia del condensador en función de los parámetros del mismo.

- b) Diga cómo cambia el valor de la capacitancia en función del dieléctrico utilizado entre ambos cilindros.
- c) De valores puntuales asumiendo $a = 10$ cm, $b = 15$ cm, $l = 30$ cm y $q = 20$ μC para aire y mylar

Problema 17

Calcule la capacidad de una esfera conductora de radio R ubicada en un dieléctrico de constante K . Para ello, calcule la capacidad de un condensador esférico de radios R_a y R_b ($R_b > R_a$). Tome el límite $R_b \rightarrow \infty$ ¿Qué resultado obtiene?

Problema 18

Un condensador plano tiene entre sus placas una plancha dieléctrica de permitividad relativa K (constante dieléctrica). Las placas tienen un ancho w , y un largo L , estando separadas por una distancia d . El condensador se carga mientras se mantiene a una diferencia de potencial V_0 , y luego se lo desconecta. La plancha de dieléctrico es entonces retirada parcialmente en la dirección de L , de forma que solo quede una longitud X entre las placas del condensador.

- a) ¿Cuál es la diferencia de potencial entre las placas del condensador?
- b) ¿Cuál es la fuerza que tiende a que la plancha de dieléctrico retome su posición inicial?

Problema 19

Calcule la energía potencial electrostática para un sistema de 4 cargas puntuales de magnitud $+1\text{nC}$ ubicadas en los vértices de un cuadrado de lado $L=1.3\text{m}$.

Problema 20

Calcule la energía potencial electrostática para un capacitor de placas paralelas con una de sus placas a $V=0$ y la otra a $V=V_1$:

- a) Suponga las placas en el vacío.
- b) Suponga que un dieléctrico de constante K ocupa el espacio entre las placas

Problema 21

Calcule la energía potencial electrostática correspondiente a:

- a) una esfera conductora de radio a cargada con carga $+Q$.
- b) una esfera de radio a con carga $+Q$ distribuida uniformemente.
- c) una esfera de radio a con carga $\rho = C/r$ siendo C una constante tal que la carga total es $+Q$.

¿Para qué configuración la energía potencial electrostática es menor? ¿Qué puede comentar acerca de este punto?

Problema 22

Se carga un capacitor de capacitancia $C_1 = 8.0 \mu\text{F}$ conectándolo a una fuente de voltaje $V_0 = 120.0[\text{V}]$. El interruptor S , inicialmente está abierto. Cuando C_1 está cargado la fuente de voltaje se desconecta.

- a) ¿Cuál es la carga Q_0 y la energía almacenada en C_1 si el interruptor S se deja abierto?
- b) Cuando se cierra el interruptor S , ¿cuál es la diferencia de potencial en cada capacitor?
- c) ¿Cuál es la energía total del sistema luego de cerrar el interruptor S ?

