

FI2002-5: Electromagnetismo

Profesor: Claudio Romero Z.

Auxiliares: Rodrigo Catalán B. y Luis Marín T.

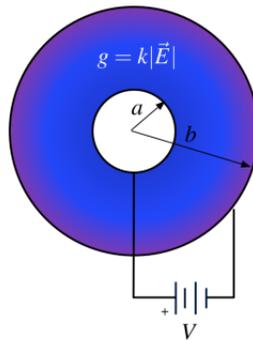


Auxiliar #13: Más de corriente

10 de octubre de 2023

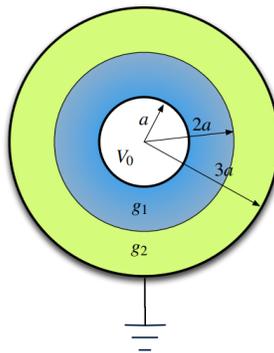
Pregunta 1

Una esfera metálica de radio a está rodeada por un cascarón conductor esférico de radio exterior b , donde $b > a$. El espacio entre la esfera y el cascarón está lleno de un material cuya conductividad eléctrica g es variable, y varía en función de la magnitud del campo eléctrico \vec{E} , con la ecuación $g = k|\vec{E}|$, con k una constante conocida. Una diferencia de potencial constante V_0 se mantiene entre la esfera y el cascarón conductor de radio b . Calcule la corriente eléctrica y la densidad volumétrica de carga entre la esfera y el cascarón. Expresar el resultado en función de los datos del problema.



Pregunta 2

Considere dos esferas conductoras concéntricas de radios a y $3a$. La región entre $a < r < 2a$ es llenada con un material de conductividad g_1 y la región entre $2a < r < 3a$ tiene material de conductividad g_2 . Asuma que ambos materiales tienen una permitividad igual a ϵ_0 . La esfera interior se encuentra a un potencial $V = V_0$ y la exterior $V = 0$. Determine la resistencia del sistema y la densidad de carga superficial en la interfaz.



Resumen

- **Corriente y Densidad de Corriente:** A diferencia de la unidad anterior, donde las cargas están quietas, ahora consideramos que estas se mueven y cambian en el tiempo. Luego, **la corriente es el cambio de carga en el tiempo**, tal que

$$I = \pm \frac{dQ}{dt}$$

Sin embargo, suele ser de interés la densidad del flujo de carga, es decir, **la densidad de corriente**, la cual **es un vector**, e indica hacia donde se mueve la corriente. Esta última se relaciona con la corriente mediante

$$I = \iint \vec{J} \cdot d\vec{S}$$

- **Ecuación de continuidad:** Combinando las dos ecuaciones anteriores, junto al teorema de la divergencia, es posible obtener la ecuación de continuidad mostrada a continuación

$$\nabla \cdot \vec{J} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$$

- **Ley de Ohm:** Establece que la **corriente que fluya por el material es proporcional a la diferencia de potencial** a la cual este está sometido. Esta constante es conocida como **Resistencia**, lo cual cuantifica **que tan difícil es para la corriente circular** por el material.

$$V = I \cdot R$$

Sin embargo, existe también la denominada **”Ley de Ohm local”**, la cual establece que **la corriente que circula por el material es proporcional al campo eléctrico** al cual está sometido

$$\vec{J} = g\vec{E}$$

con g la **conductividad eléctrica** del material. De hecho, la Ley de Ohm se deduce de esta última ecuación.

- **Pérdidas por efecto Joule:** o también conocida como potencia disipada corresponde al fenómeno donde si por un conductor circula una corriente eléctrica, parte de la energía se transforma en calor. Está dada por la expresión:

$$P = \int_V \vec{E} \cdot \vec{J} dV$$

- **Ecuaciones de borde para \vec{J} :** Sean dos medios con conductividades g_1 y g_2 . En estado estacionario, se cumple lo siguiente en la interfaz:

$$\hat{n} \cdot (\vec{J}_1 - \vec{J}_2) = 0$$