Teoría Electromagnética
Curso 2023

Práctico 0
Repaso de Electromagnetismo

1. Se considera una distribución de carga esférica con densidad uniforme ρ_0 y radio a rodeada por un dieléctrico de permitividad ϵ que ocupa el espacio hasta un radio b.
a) A partir de la ley de Gauss, calcular los vectores $\vec{D}, \vec{E}$ y $\vec{P}$ y las densidades de carga de polarización en todo el espacio.
b) Calcular la energía electrostática.

2. Un dipolo puntual $\vec{p}$ se encuentra en el centro de una esfera dieléctrica de radio R y permitividad ϵ_1. La esfera se encuentra inmersa en otro medio dieléctrico infinito, de permitividad ϵ_2. Calcule el campo eléctrico dentro y fuera de la esfera.

3. Determinar el potencial y el campo eléctrico generado por una esfera conductora aislada, sometida a un campo electrico externo uniforme $\vec{E}_0$.
a) Partiendo de una solución genérica de la ecuación de Laplace en coordenadas esféricas.
b) Por el método de las imágenes. (Sugerencia: Considere que el campo uniforme $\vec{E}_0$ es generado por un par de cargas Q y $-Q$ ubicadas en posiciones opuestas, a distancia d del centro de la esfera, y haciendo tender Q y d a infinito de forma adecuada.)

4. Considere una esfera conductora aislada de radio R y una carga q situada a una distancia $d > R$.
a) Calcule la fuerza entre la esfera y la carga.
b) Calcule la densidad inducida para $d = 2R$ y $d = 4R$.
c) Suponiendo ahora que la esfera tiene una carga Q, calcule la fuerza para $Q = q$, $Q = 2q$ y $Q = 4q$.

5. Una línea de carga infinita con densidad lineal λ se ubica paralela al eje z, en la posición $x = d$. En el origen existe un cilindro conductor de radio R, a potencial fijo, ϕ_0 (su eje de simetría coincide con el eje z). Considerando que el potencial se anula en el infinito, calcule:
a) Magnitud y posición de la carga imágen.
b) Potencial en un punto arbitrario del espacio.
c) La densidad de carga inducida.
d) La fuerza por unidad de longitud en la línea de carga.

6. Un anillo cargado con carga Q (uniformemente distribuida) y radio a se ubica dentro de una esfera de radio $b > a$ concéntrica al anillo y conectada a tierra. Ver la figura 1. Usando el método de las imagénes determine el potencial en el eje de anillo.
Ayuda: considere como carga imagen un anillo cargado fuera de la esfera.

7. Se consideran dos planos conductores paralelos a una distancia a y mantenidos a una diferencia de potencial V_0. El espacio entre los planos esta lleno hasta una distancia $b < a$ con un medio de conductividad g_1 y permitividad ϵ_1 y el resto con un medio de conductividad g_2 y permitividad ϵ_2. Determinar la corriente, densidad de carga y campo eléctrico en todo el espacio.

8. Se considera un cilindro infinito de radio a y conductividad g por el que circula una corriente de densidad uniforme J_0 según su eje.

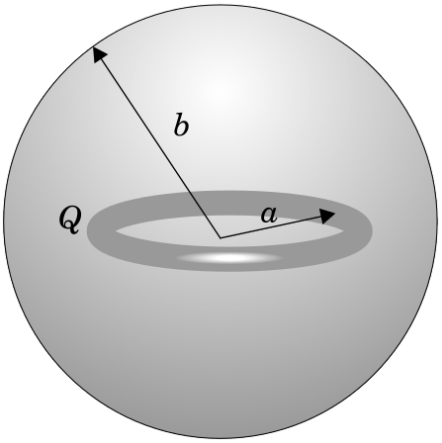

Figura 1: Esfera a tierra con anillo cargado. *Imagen de Vanderlinde. Classical Electromagnetic Theory.*

a) Calcular la corriente total y los campos $\vec{E}$, $\vec{B}$ y $\vec{H}$ en todo el espacio.
b) Calcular la densidad de energía magnética.
c) Calcular la energía disipada por efecto Joule por unidad de longitud.
d) Calcular el vector de Poynting y su flujo en el conductor por unidad de longitud. Comparar con (c).

9. Se considera una bobina toroidal de sección cuadrada con lado a. El radio interior es b y el número de vueltas N.
a) Calcular la autoinductancia de la bobina.
b) Suponga que la bobina se conecta en serie con una resistencia R y una fuente de f.e.m. $V(t) = V_0 sen(\omega t)$. Determinar la corriente en función del tiempo y la energía disipada por ciclo.

10. Una corriente alterna $I = I_0 cos(\omega t)$ fluye a través de un alambre recto largo y retorna a lo largo de un tubo conductor coaxial de radio a.
a) Calcular el campo eléctrico asumiendo que va a cero cuando la distancia desde el alambre va a infinito.
b) Calcular la densidad de corriente de desplazamiento J_d y la corriente de desplazamiento I_d a través de una superficie ortogonal a la densidad de corriente.
c) Comparar I e I_d y calcular la frecuencia requerida para que $I_d/I = 1$ si $a = 1mm$.