

## LMA Física II: Electricidad y Magnetismo - 1C 2022

## Guía N°3: Energía electrostática

**Problema 1:** Calcular la energía  $U$  de una distribución esférica de carga uniforme de radio  $R$  y carga total  $Q$ , usando el hecho que dicha energía es igual al trabajo necesario para reunir esa distribución de carga. Para realizar el cálculo armar la esfera superponiendo capas de espesor infinitesimal  $dr$ :

- a) Si la esfera en construcción tiene radio  $r$ , ¿Cuál es la carga total en esa etapa?
- b) Al agregar una capa uniforme de espesor  $dr$ , ¿cuál es el trabajo necesario para transportar esa carga infinitesimal desde el infinito hasta depositarla sobre la esfera de radio  $r$ ?
- c) Integrar el resultado anterior entre 0 y  $R$  y expresar el resultado final en función de  $Q$ .

**Problema 2:** La función potencial para un disco de radio  $a$  con una distribución superficial uniforme de carga  $\sigma$ , toma el valor  $\phi = \frac{\sigma a}{\pi \epsilon_0}$  sobre el borde del disco. Usar este resultado para calcular la energía almacenada en el campo eléctrico del disco cargado.

*Sugerencia:* Considerar el trabajo efectuado al construir el disco de carga  $Q$  desde el radio cero al radio  $a$ , añadiendo sucesivos anillos de espesor  $dr$ . Expresar la energía total en función del radio  $a$  y la carga total  $Q = \pi a^2 \sigma$ .

**Problema 3:** Usando la aproximación de planos infinitos, calcular la capacidad de un condensador de placas paralelas con área  $A$  y distancia  $d$  entre placas. Evaluar para el caso de dos discos planos de 15 cm de diámetro a una separación de 0.04 mm. Expresar la capacidad del sistema en pF.

**Problema 4:** Dos capas esféricas concéntricas de radios  $a$  y  $b$  con  $a < b$ , tienen respectivamente cargas  $Q$  y  $-Q$ , distribuidas de manera uniforme sobre cada esfera.

- a) Calcular la energía almacenada en este sistema.
- b) Suponiendo que las esferas sean conductoras, calcular la capacidad del condensador que componen.
- c) Verificar que si  $b - a \ll b$ , el resultado se asemeja al de un condensador de placas paralelas.

**Problema 5:** Un condensador de 100 pF se carga a 100 V. Luego el condensador se desconecta de la fuente y se conecta con otro en paralelo resultando el voltaje final de 30 V.

- a) Determinar la capacidad del segundo condensador.

b) ¿Cuál es la variación de energía del sistema? ¿Cómo se explica esta variación en términos de la conservación?

**Problema 6:** Un condensador está compuesto por dos cilindros coaxiales de radios  $a$  y  $b$ , y longitud  $L$ , siendo  $L \gg b - a$  de manera de poder despreciar los efectos de borde.

a) Calcular la capacidad del condensador.

b) Considerar el límite en el cual  $b - a \gg a$ . ¿Con qué tipo de condensador se corresponde la capacidad en este límite?

c) Si se intenta extraer el cilindro interno, dejando fijo el externo, y preservando la separación entre ellos, aparece una fuerza en la dirección del eje del cilindro. ¿Hacia dónde apunta la fuerza? Estimar esa fuerza para un desplazamiento infinitesimal despreciando efectos de borde.

**Problema 7:** Un capacitor de placas paralelas tiene dimensiones de 2 cm y 3 cm de lado y separación entre placas de 0,1 cm. El capacitor se llena con papel, que posee una constante dieléctrica o permitividad relativa  $\kappa = 3,7$  y una resistencia dieléctrica (campo eléctrico máximo que se puede aplicar a un dieléctrico sin que se rompa el aislamiento) de  $16 \times 10^6$  V/m.

a) Calcule la capacidad.

b) Calcule la carga máxima que puede almacenarse en este capacitor.