

## FÍSICA GENERAL III - CURSO 2015

### Práctica 5: **Electrostática con conductores. Capacidad.**

- 1- Las siguientes cuestiones ayudan a comprender el proceso de descarga a tierra.
  - a) ¿Por qué un cuerpo metálico esférico aislado y con carga neta, tiene distribución superficial de carga uniforme?
  - b) Considere dos esferas metálicas idénticas, a las que denotaremos por 1 y 2. La 1 está inicialmente cargada y la 2 neutra. Suponga que primero se las pone en contacto y luego se las separa. ¿Habrá desplazamiento de cargas durante este proceso? ¿Se modificará la carga total del sistema? ¿Cómo resultarán comparativamente las cargas finales de ambas esferas?
  - c) Responda nuevamente las preguntas del inciso *b*, si ahora la esfera 2 tiene radio mayor que la 1.
  - d) De acuerdo al razonamiento desarrollado en *c*, ¿Cuál será la carga final de cada esfera si la 2 tuviera un radio millones de veces mayor que la 1?

La tierra puede ser considerada como una esfera conductora gigante y prácticamente descargada. Por tanto, cuando una esfera metálica de dimensiones típicas de nuestra vida cotidiana se conecta con la tierra, el sistema se pone en las condiciones del inciso *d*. La conexión puede hacerse mediante un alambre conductor o simplemente tocando la esfera con la mano, ya que nuestro cuerpo es conductor. El proceso en conjunto se denomina descarga a tierra.

- 2-
  - a) Describa los procedimientos de carga de un electroscopio por contacto y por inducción.
  - b) Suponga que un electroscopio se mantiene cargado por inducción. Si en tales condiciones se lo conecta a tierra, sus ojuelas se cierran. ¿Por qué? Si luego se retira la carga que lo mantiene inducido, las ojuelas se abren de nuevo. ¿Por qué?
- 3- Dos esferas conductoras idénticas (a las que rotularemos como 1 y 2) tienen igual carga, y se mantienen en posiciones fijas de modo que la distancia entre ellas es muy grande comparada con sus diámetros. Las mismas se repelen entre sí con una fuerza de  $100\text{ N}$ . Una tercera esfera (a la que llamaremos 3) es también idéntica a las otras dos, se encuentra inicialmente descargada y sostenida por un mango aislante. Luego ocurre la siguiente secuencia de contactos: Primero se toca la esfera 1 con la 3. Sin descargar la esfera 3, se toca con ella a la esfera 2. Finalmente, se retira la esfera 3, quedando sólo las dos primeras. Calcule la fuerza entre las esferas 1 y 2 a final del proceso.
- 4- Dentro de un conductor de forma irregular, existe una cavidad completamente cerrada. Suponga que en el conductor reside un exceso de carga distribuida

que ha alcanzado el equilibrio electrostático. Demuestre que si no hay carga alojada en el interior de la cavidad, entonces el campo electrostático en el interior de la misma es siempre nulo.

5- Investigue:

Cuando se aproxima una tormenta eléctrica, en ocasiones los marineros en altamar observarán un fenómeno conocido como “fuego de San Telmo”, que consiste en una luz azulada que parpadea en la parte superior de los mástiles. ¿Qué es lo que ocasiona el fenómeno? ¿Por qué ocurre en las puntas de los mástiles? ¿Por qué es más pronunciado cuando los mástiles están mojados?

6- Una esfera metálica de  $50\text{ cm}$  de radio se carga al transferirle  $10^{17}$  electrones.

- Halle el potencial electrostático en la esfera.
- Determine el campo electrostático en un punto exterior, justo al lado de la superficie.
- Obtenga la fuerza sobre un protón que se encuentra a  $1\text{ m}$  del centro de la esfera.

7- Considere dos placas conductoras planas y paralelas separadas  $2\text{ cm}$ , sobre las cuales existen cargas de igual magnitud y signos contrarios. Justo al lado de la placa negativa, se liberan electrones en reposo, que alcanzan la placa positiva en  $15\text{ ns}$ .

- Determine la intensidad del campo electrostático entre las placas.
- Calcule la velocidad de los electrones cuando llegan a la segunda placa.
- ¿Cuál es la diferencia de potencial entre las placas?

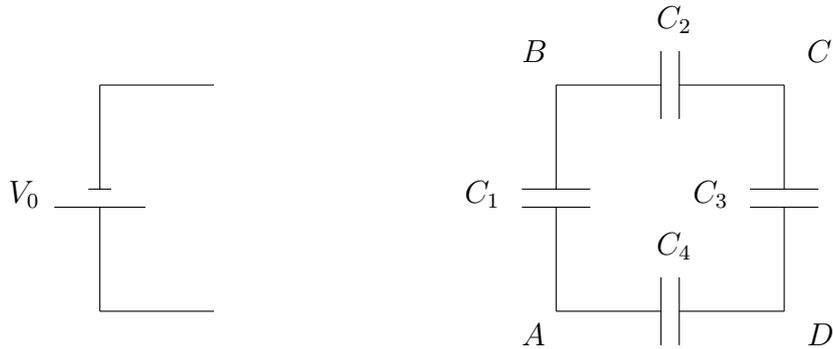
8- Considere dos cilindros metálicos coaxiales infinitamente largos. El interno es macizo y de radio  $R$ , mientras que el externo se desarrolla entre los radios interior  $9R$  y exterior  $10R$ . La carga por unidad de longitud del cilindro interno es de  $-10\text{ pC/m}$ , mientras que el externo es neutro.

- Determine el potencial electrostático en todas partes como función de la coordenada radial  $r$ , tomando como referencia un punto situado sobre el eje de simetría del montaje.
- Determine la densidad superficial de carga en las tres superficies cilíndricas.

9- Dos cortezas conductoras esféricas concéntricas de radios  $R_1 = 0,5\text{ cm}$  y  $R_2 = 1\text{ cm}$ , poseen cargas netas  $Q_1 = -20\text{ nC}$  y  $Q_2 = 50\text{ nC}$  respectivamente.

- Construya un esquema mostrando cómo se distribuyen las cargas sobre las cortezas.
- Calcule el potencial de la corteza interior, tomando como referencia un punto infinitamente alejado.

- 10-** Considere dos esferas metálicas de radios  $R_1 = 24 \text{ cm}$  y  $R_2 = 6,2 \text{ cm}$ , que inicialmente poseen cargas  $Q_1 = 35 \text{ pC}$  y  $Q_2 = 5 \text{ pC}$  respectivamente. Las mismas se encuentran emplazadas de modo que entre sus centros hay una distancia de varios metros. Utilizando un hilo conductor, se las pone en contacto durante suficiente tiempo hasta que se restablezca el equilibrio. Determine sobre cada esfera los valores finales de potencial, carga, densidad de carga superficial y módulo del campo electrostático justo al lado de la superficie ¿En qué ha utilizado la hipótesis según la cual las esferas están alejadas varios metros?
- 11-** Basándose en los resultados del problema anterior, trate de explicar el funcionamiento de los siguientes montajes:
- El pararrayos (relacionado con el poder de las puntas).
  - La conexión a tierra.
- 12-** Suponga que usted dispone de tres capacitores idénticos, cada uno de ellos de capacidad  $C$ .
- ¿Qué combinaciones de diferentes capacidades puede producir? Dibuje cada montaje, y determine sus capacidades equivalentes.
  - Si les aplica a cada combinación la misma diferencia de potencial, ¿Cuál de ellas almacenará más energía?
- 13-** Un capacitor de placas planas paralelas de área  $A$  y separación  $d$ , posee carga  $Q$  y se encuentra desconectado.
- Muestre que el módulo de la fuerza con que se atraen sus placas es
 
$$F = \frac{Q^2}{2 \epsilon_0 A}$$
  - Determine el trabajo que debe realizar un agente externo, para aumentar la separación hasta una distancia  $d'$  (con  $d' > d$ ).
  - Muestre que el trabajo realizado es igual al aumento de la energía potencial almacenada en el capacitor.
- 14-** Los condensadores de la figura poseen las siguientes capacidades:  $C_1 = 5 \mu F$ ,  $C_2 = 10 \mu F$ ,  $C_3 = 15 \mu F$  y  $C_4 = 10 \mu F$ . La diferencia de potencial de la batería es  $V_0 = 1,5 \text{ V}$ .
- Determine la capacidad equivalente del circuito y la carga en cada condensador, cuando la batería se conecta entre los puntos  $A$  y  $B$ .
  - Repita el análisis para el caso en que la conexión se realiza entre los puntos  $B$  y  $D$ .
  - ¿Entre qué puntos debe realizarse la conexión para que el sistema tenga la máxima capacidad posible?



- 15-** Dos capacitores de  $C_1 = 5 \mu F$  y  $C_2 = 2 \mu F$  se conectan respectivamente con fuentes de tensión de  $V_1 = 20 V$  y  $V_2 = 40 V$ . Una vez finalizado el proceso de carga, los capacitores se desconectan de las fuentes, quedando con cargas  $Q_1$  y  $Q_2$ .
- En estas condiciones, se conectan entre si las placas positivas y lo mismo se hace con las negativas. Calcule la diferencia de potencial y la carga final de cada capacitor.
  - Repita el análisis para el caso en que se conectan entre si las placas de distinto signo.
  - Para los casos *a* y *b*, determine la energía total almacenada antes y después de las conexiones.
- 16-** a) Determine las capacidades de los siguientes montajes en función de sus datos geométricos.
- Condensador de placas planas paralelas circulares de radio  $R$ , separadas una distancia  $d$  (con  $d \ll R$ )<sup>1</sup>.
  - Condensador formado por dos cortezas esféricas concéntricas de radios  $a$  y  $b$  (con  $a < b$  y  $b - a \ll a$ ).
  - Condensador formado por dos cortezas cilíndricas coaxiales de longitud  $l$  y radios  $a$  y  $b$  (con  $a < b$  y  $b - a \ll a$ ).
- b) En relación con los incisos *a.II.* y *a.III.*, verifique que la capacidad obtenida puede aproximarse por la de un condensador plano paralelo de igual superficie, cuando la distancia entre armaduras se hace muy pequeña.
- 17-** Muchos dispositivos metálicos que forman parte de sistemas electromecánicos, suelen estar sometidos a diferencias de potencial. Como consecuencia, adquieren cargas eléctricas inesperadas que muchas veces resultan peligrosas. Por tanto

---

<sup>1</sup>Cuando la distancia entre placas es muy pequeña, los campos electrostáticos de los condensadores planos tienen un comportamiento semejante al caso infinitamente extendido, y cabe despreciar los efectos de borde. Lo mismo ocurre con los condensadores cilíndricos.

conviene hacer una estimación de la capacidad para estar prevenidos. En el esquema se presenta el corte transversal de un dispositivo de  $20\text{ cm}$  de largo, formado por chapas de  $3\text{ mm}$  de espesor y separaciones del mismo espesor. El montaje se conecta a una fuente de tensión entre los puntos  $A$  y  $B$ . Determine la capacidad del montaje frente a este tipo de conexión (desprecie los efectos de borde).

