



**Nombres de estudiantes:**

Jesus Alberto Beato Pimentel.

**Matriculas:**

2023-1283.

**Institución académica:**

Instituto Tecnológico de las Américas (ITLA).

**Materia:**

Física Eléctrica

**Profesor:**

Lidia Noelia Almonte Rosario.

**Tema del trabajo:**

Practica 4. Capacitancia y Dieléctricos

**Fecha:**

22/06/2024

## I. Definición de Capacitancia.

1. a) ¿Cuánta carga existe en cada una de las placas de un capacitor de  $4.00 \mu\text{F}$  que está conectado a una batería de  $12 \text{ V}$ ? b) ¿Si este mismo capacitor estuviera conectado a una batería de  $1.50 \text{ V}$ , ¿cuál sería la carga almacenada?

Handwritten solution for problem 1:

1) a) Datos  
 $C = 4.00 \mu\text{F}$   
 $V = 12 \text{ V}$   
 $Q = C \cdot V$   
 $Q = 4.00 \mu\text{F} \cdot 12 \text{ V}$   
 $Q = 48 \mu\text{C}$

b) Datos  
 $C = 4.00 \mu\text{F}$   
 $V = 1.50 \text{ V}$   
 $Q = C \cdot V$   
 $Q = 4.00 \mu\text{F} \cdot 1.50 \text{ V}$   
 $Q = 6 \mu\text{C}$

2. Dos conductores con cargas netas de  $+10 \mu\text{C}$  y  $-10 \mu\text{C}$  tienen una diferencia de potencial de  $10 \text{ V}$ . a) Determine la capacitancia del sistema. b) ¿Cuál será la diferencia de potencial entre los dos conductores si las cargas en cada uno de ellos se incrementan hasta  $+100 \mu\text{C}$  y  $-100 \mu\text{C}$ ?

Handwritten solution for problem 2:

2) a)  $C = \frac{Q}{V}$   
 $C = \frac{10 \mu\text{C}}{10 \text{ V}}$   
 $C = 1 \mu\text{F}$

b)  $V = \frac{Q}{C}$   
 $V = \frac{100 \times 10^{-6}}{1 \mu\text{C}}$   
 $V = 100 \text{ V}$

## II. Cálculo de la capacitancia

3. Una esfera conductora con carga y aislada de radio 12 cm produce un campo eléctrico de  $4.90 \times 10^4$  N/C a una distancia de 21 cm de su centro. a) ¿Cuál es su densidad de carga superficial? b) ¿Cuál será su capacitancia?

3) Datos

$$r = 12 \text{ cm} \rightarrow 0.12 \text{ m}$$

$$E = 4.90 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$d = 21 \text{ cm} \rightarrow 0.21 \text{ m}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$Q = \frac{2.4 \times 10^{-7}}{4\pi(0.12 \text{ m})}$$

$$Q = 1.32 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$$

$$a) Q = E r^2 / k_e$$

$$Q = \frac{(4.90 \times 10^4 \text{ N/C})(0.21 \text{ m})^2}{8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2}$$

$$Q = 2.4 \times 10^{-7} \text{ C}$$

$$b) Q = 4\pi\epsilon_0 r$$

$$Q = 4(3.1416)(8.854 \times 10^{-12})(0.12 \text{ m})$$

$$Q = 13.345 \text{ pF}$$

4. Un capacitor lleno de aire está formado por dos placas paralelas, cada una de ellas con un área de  $7.60 \text{ cm}^2$ , separadas una distancia de 1.8 mm. A estas placas se les aplica una diferencia de potencial de 20 V. Calcule a) el campo eléctrico entre las placas, b) la densidad de carga superficial, c) la capacitancia y d) la carga sobre cada placa.

4) a)  $E = \frac{V}{d}$

$$E = 20 \text{ V} \div 1.8 \times 10^{-3}$$

$$E = 1.1 \times 10^{-2} \text{ V/m}$$

b)  $\sigma = \epsilon_0 E$

$$\sigma = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot 1.1 \times 10^{-2} \text{ V/m}$$

$$\sigma = 9.82 \times 10^{-8} \text{ C/m}^2$$

c)  $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$

$$C = \frac{8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot 7.60 \times 10^{-4} \text{ m}^2}{1.8 \times 10^{-3} \text{ m}}$$

$$C = 3.73 \times 10^{-12} \text{ F}$$

d)  $Q = CV$

$$Q = 3.73 \times 10^{-12} \text{ F} \cdot 20 \text{ V}$$

$$Q = 7.46 \times 10^{-11} \text{ C}$$

Datos (x) (m)

$$A = 7.60 \text{ cm}^2 \rightarrow 7.60 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$d = 1.8 \text{ mm} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$V = 20 \text{ V}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$$

5. En un capacitor esférico lleno de aire los radios de las cubiertas interior y exterior miden 7 y 14 cm, respectivamente. a) Calcule la capacitancia del dispositivo. b) ¿Cuál tendrá que ser la diferencia de potencial entre las esferas para obtener una carga de 4  $\mu\text{C}$  en el capacitor?

5/a)  $C = \frac{R_1 \cdot R_2}{k(R_2 - R_1)}$

$C = \frac{7 \times 10^{-2} \cdot 14 \times 10^{-2}}{(9 \times 10^9)(14 \times 10^{-2} - 7 \times 10^{-2})}$

$C = \frac{9.8 \times 10^{-3}}{(9 \times 10^9)(7 \times 10^{-2})}$

$C = 15.5 \text{ pF}$

b)  $V = Q/C$

$V = (4 \times 10^{-6}) \div (15.5 \times 10^{-12})$

$V = 257.142$

Datos:

$R_1 = 7 \text{ cm}$

$R_2 = 14 \text{ cm}$

$Q = 4 \mu\text{C} \rightarrow 4 \times 10^{-6} \text{ C}$

### III. Ejercicios. Combinaciones de capacitores

1. Dos capacitores,  $C_1 = 5.00 \mu\text{F}$  y  $C_2 = 12.0 \mu\text{F}$ , están conectados en paralelo, y la combinación resultante está conectada a una batería de 9.00 V. Encuentre a) la capacitancia equivalente de la combinación, b) la diferencia de potencial a través de cada capacitor y c) la carga almacenada en cada uno de ellos.

III) (1)

a)  $C_T = C_1 + C_2$

$C_T = 5.00 \mu\text{F} + 12.00 \mu\text{F}$

$C_T = 17.00 \mu\text{F}$

b)  $V_T = V_1 = V_2$

$9V = V_1 = V_2$

$V_1 = 9V$

$V_2 = 9V$

c)  $Q = CV$

$Q_1 = 5.00 \mu\text{F} \cdot 9V = 45 \mu\text{F}$

$Q_2 = 12.00 \mu\text{F} \cdot 9V = 108 \mu\text{F}$

Datos:

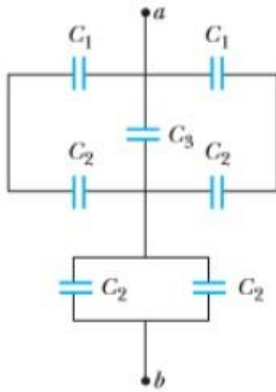
$C_1 = 5.00 \mu\text{F}$

$C_2 = 12.00 \mu\text{F}$

$V = 9V$



2. Determine la capacitancia equivalente entre los puntos a y b para el grupo de capacitores conectados como se muestra en la figura. Utilice los valores  $C_1 = 5.00 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 10.00 \mu\text{F}$  y  $C_3 = 2 \mu\text{F}$ .



$$\begin{aligned}
 2) C_3 &= C_1 \cdot C_2 \div (C_1 + C_2) \\
 &= 5.00 \mu\text{F} \cdot 10.00 \mu\text{F} \div 5.00 \mu\text{F} + 10.00 \mu\text{F} \\
 &= 50.00 \mu\text{F} \div 15.00 \mu\text{F} \\
 &= 3.33 \mu\text{F}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_5 &= 2(C_3 + C_2) \\
 &= 2(3.33 \mu\text{F} + 2.00 \mu\text{F}) \\
 &= 8.66 \times 10^{-6}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_1 &= C_5 \cdot C_4 \div (C_5 + C_4) \\
 &= 8.66 \times 10^{-6} \cdot 2 \times 10^{-5} \div 8.66 \times 10^{-6} + 2 \times 10^{-5} \\
 &= 6.04 \mu\text{F}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_4 &= 2 \cdot C_2 \\
 C_4 &= 2 \cdot 10.00 \mu\text{F} \\
 C_4 &= 20.00 \mu\text{F}
 \end{aligned}$$

#### IV. Ejercicios. Energía almacenada en un capacitor con carga

1. a) Un capacitor de  $3.00 \mu\text{F}$  se conecta a una batería de  $12 \text{ V}$ . ¿Cuánta energía se almacena en el capacitor? b) Si el capacitor hubiera estado conectado a una batería de  $6 \text{ V}$ , ¿cuánta energía hubiera almacenado?

**IV) (1)**

**Datos**

$C = 3.00 \mu\text{F} \rightarrow 3.00 \times 10^{-6} \text{ F}$

$V = 12$

a)  $U = \frac{1}{2} C V^2$

$U = \frac{1}{2} (3.00 \mu\text{F} \cdot (12)^2)$

$U = \frac{1}{2} (3.00 \times 10^{-6} \cdot 144 \text{ V})$

$U = 1.5 \times 10^{-6} \cdot 144$

$U = 2.16 \times 10^{-4} \text{ J}$

**Datos**

$C = 3.00 \mu\text{F} \rightarrow 3.00 \times 10^{-6} \text{ F}$

$V = 6 \text{ V}$

b)  $U = \frac{1}{2} C V^2$

$U = \frac{1}{2} (3.00 \times 10^{-6} \text{ F} \cdot (6 \text{ V})^2)$

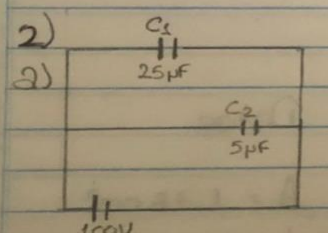
$U = \frac{1}{2} (3.00 \times 10^{-6} \text{ F} \cdot 36 \text{ V})$

$U = 1.5 \times 10^{-6} \text{ F} \cdot 36 \text{ V}$

$U = 5.4 \times 10^{-5} \text{ J}$

2. Dos capacitores,  $C_1 = 25.0 \mu\text{F}$  y  $C_2 = 5.00 \mu\text{F}$ , están conectados en paralelo y cargados mediante una fuente de energía de  $100 \text{ V}$ . a) Dibuje un diagrama de circuito y calcule la energía total almacenada en ambos capacitores. b) ¿Qué pasaría? ¿Qué diferencia de potencial se requeriría en las terminales de los dos capacitores conectados en serie, a fin de que esta combinación almacene la misma cantidad de energía que en el inciso a) Dibuje el diagrama de circuito de este último circuito.

**2)**

a) 

$C_T = C_1 + C_2$

$C_T = 25.00 \mu\text{F} + 5.00 \mu\text{F}$

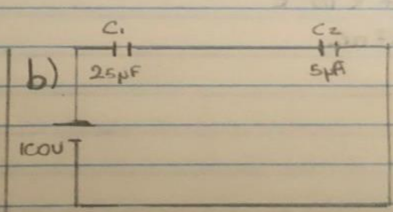
$C_T = 30.00 \mu\text{F}$

$V = 100 \text{ V}$

$U = \frac{1}{2} C V^2$

$U = \frac{1}{2} (3.0 \times 10^{-6} \cdot (100)^2)$

$U = 0.15 \text{ J}$

b) 

$C_T = C_1 \cdot C_2 \div (C_1 + C_2)$

$C_T = 2.5 \times 10^{-6} \cdot 5 \times 10^{-6} \div (2.5 \times 10^{-6} + 5 \times 10^{-6})$

$C_T = 4.16 \mu\text{F}$

$U = \sqrt{\frac{2U}{C}}$

$U = \sqrt{\frac{2(0.15)}{(4.16 \times 10^{-6})}}$

$U = 268.54 \text{ V}$

## V. Ejercicios. Capacitores con material dieléctrico

1. a) ¿Cuánta carga se le puede suministrar a un capacitor con aire entre las placas antes de que falle, si el área de cada una de las placas es de  $5.00 \text{ cm}^2$ ? b) ¿Qué pasaría? Determine la carga máxima en el caso de que se utilice poliestireno en lugar de aire entre las placas.

V) (1)

Datos

a)

$$E_{\text{max}} = Q / A \epsilon_0$$

$$E_{\text{max}} = 3 \times 10^6 \div 5 \times 10^{-4} \cdot 8.854 \times 10^{-12}$$

$$= 1.327 \times 10^{-8} \text{ C}$$

$$= 13.27 \text{ nC}$$

b)  $E_{\text{m}} = 24 \times 10^6 \text{ V/m}$

$$C = K \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$C = Q_{\text{m}} / V_{\text{max}}$$

$$Q_{\text{max}} = C V_{\text{max}}$$

$$Q_{\text{max}} = (2.56)(8.854 \times 10^{-12})(5 \times 10^{-4})(24 \times 10^6)$$

$$= 2.2187 \times 10^{-7} \text{ C}$$

$$= 271.87 \text{ nC}$$

2. Determine a) la capacitancia y b) la máxima diferencia de potencial aplicable a un capacitor de placas paralelas con dieléctrico de teflón, con una superficie de placa de  $1.75 \text{ cm}^2$  y una separación de  $0.040 \text{ mm}$  entre placas.

2)

Datos

a)  $C = K \epsilon_0 \frac{A}{d}$

$$C = 2.1 \cdot 8.854 \times 10^{-12} \cdot \frac{1.75 \times 10^{-4}}{0.04 \times 10^{-3}}$$

$$C = 8.1309 \times 10^{-11} \text{ F} \neq 81.309 \text{ pF}$$

b)  $V_{\text{max}} = E_{\text{max}} d$

$$= 60 \times 10^6 \times 0.04 \times 10^{-3}$$

$$= 2400 \text{ V}$$



3. En el supermercado venden rollos de aluminio, de envoltura plástica y de papel encerado. Describa un capacitor fabricado con este tipo de materiales. Calcule su capacitancia y su voltaje de ruptura con estimaciones en orden de magnitud. 39. Un capacitor comercial debe fabricarse como se muestra en la figura 26.15a. Este capacitor se hace a partir de dos tiras de aluminio separadas por una tira de papel parafinado. Cada tira de aluminio y de papel tiene un ancho de 7.00 cm. El aluminio tiene un espesor de 0.004 00 mm, y el papel de 0.025 0 mm, con una constante dieléctrica igual a 3.70. ¿Cuál es la longitud que deberán tener las tiras, si se desea obtener una capacitancia de  $9.50 \times 10^{-8} \text{ F}$  antes de enrollar el capacitor? Si se agrega una segunda tira de papel y se enrolla el capacitor, su capacitancia, efectivamente se duplica al conseguir almacenamiento de carga en cada una de las caras de cada tira de aluminio.

3)

$$A = \frac{cd}{k\epsilon_0}$$

Datos

$$A = \frac{9.50 \times 10^{-8} \text{ F} \cdot 0.5 \times 10^{-5} \text{ m}}{3.7 \cdot 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}}$$

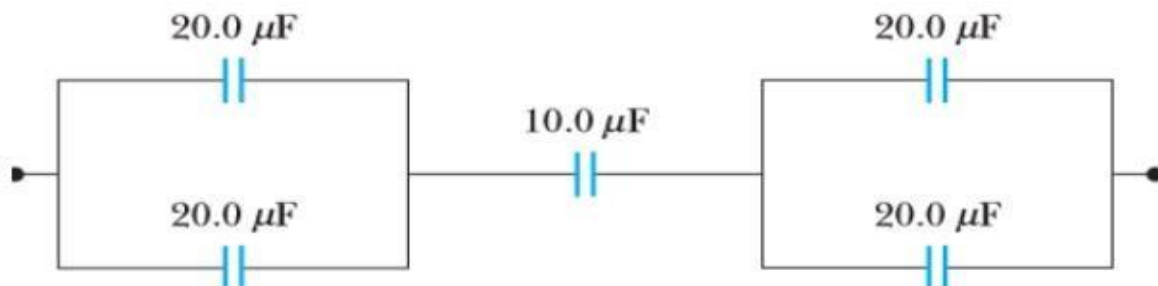
$$A = 7.253 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$A = I h \rightarrow I = A/h$$

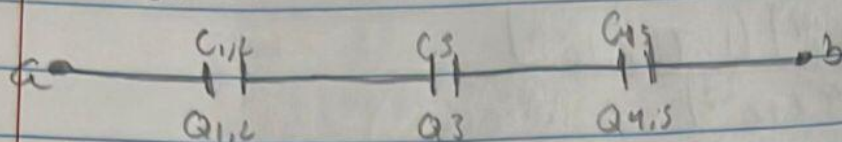
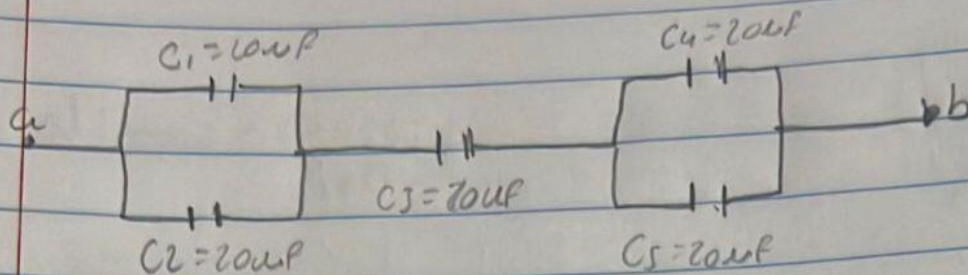
$$I = \frac{7.253 \times 10^{-2} \text{ m}^2}{0.07 \text{ m}}$$

$$I = 1.036 \text{ m}$$

4. Cada capacitor de la combinación que se muestra en la figura tiene un voltaje de ruptura de 15.0 V. ¿Cuál es el voltaje de ruptura de la combinación?



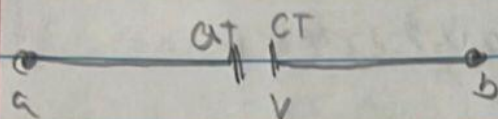




$$Q_1 = Q_{12} = Q_3 = Q_{45}$$

$$Q_3 = C_3 V = (10 \times 10^{-6}) (15) = 1.50 \times 10^{-4} \text{ C}$$

$$\approx 150 \mu\text{C} \approx Q_T$$



$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{40 \times 10^{-6}} + \frac{1}{10 \times 10^{-6}} + \frac{1}{40 \times 10^{-6}}$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{2}{40 \times 10^{-6}} + \frac{1}{10 \times 10^{-6}} \quad \frac{1}{C_T} = \frac{(20 \times 10^{-6}) + (40 \times 10^{-6})}{(4 \times 10^{-10})}$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{(60 \times 10^{-6})}{(4 \times 10^{-10})}$$

$$\frac{1}{C_T} = 150,000 \approx \frac{1}{6.66 \times 10^{-6}}$$

$$C_T = Q_T = V = \frac{Q_T}{C_T} = \frac{(150 \times 10^{-6})}{(6.66 \times 10^{-6})} = 22.52 \text{ V}$$