

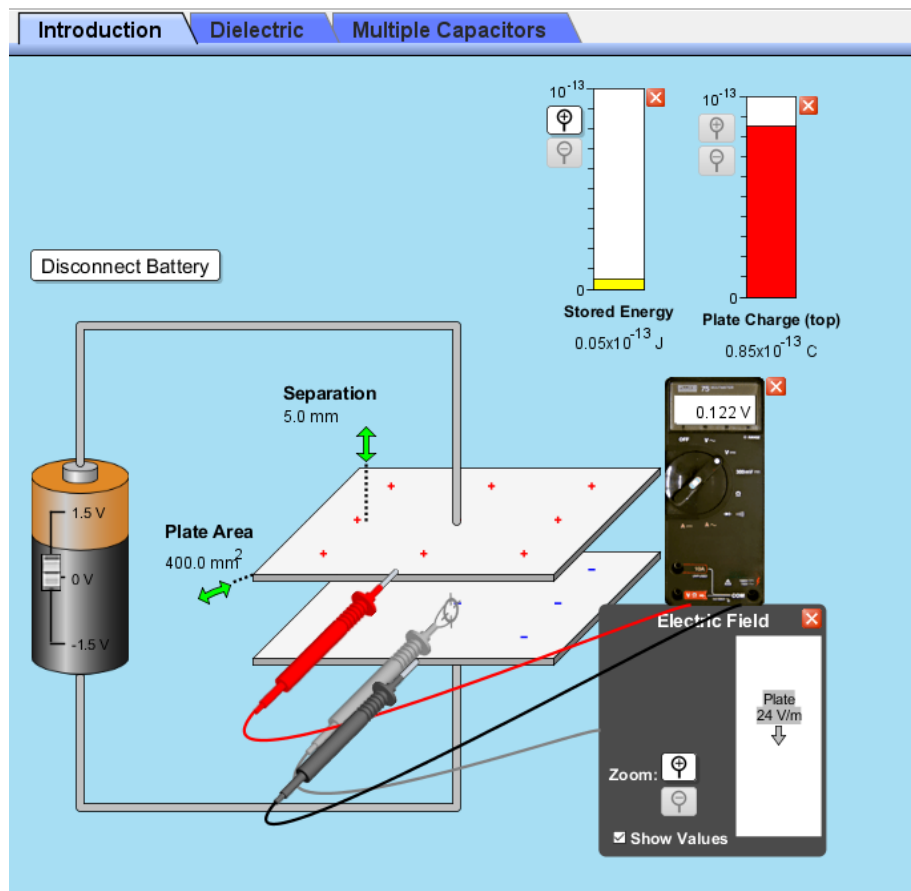
GUÍA N°3 DE LABORATORIO DE ELECTROMAGNETISMO: “CAPACITORES”

I.- OBJETIVOS. -

- 1) Determinar la capacitancia del condensador de placas paralelas, mediante la gráfica de energía almacenada en el capacitor en función del potencial al cuadrado aplicado a dicho dispositivo.
- 2) Estudiar el comportamiento de los condensadores con y sin dieléctricos.
- 3) Deducir el comportamiento de la carga eléctrica y el voltaje para la conexión de condensadores serie y paralelo.

II.- MATERIALES.-

Completará el laboratorio virtual utilizando el Capacitor Lab de Phet, el software de análisis de datos (Excel) y este documento.



III.- PROCEDIMIENTO. -

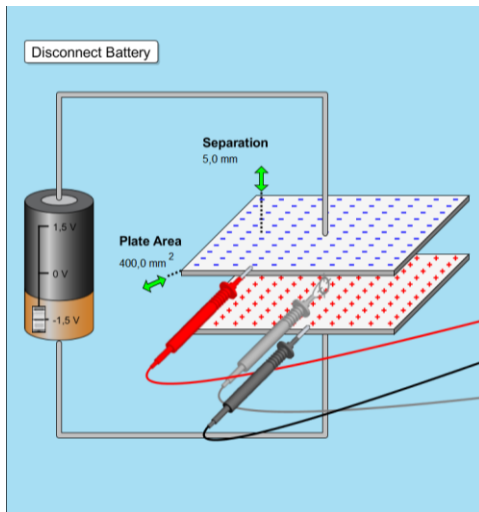
En esta experiencia se procederá en seis partes. A continuación, cada una de ellas:

Primera parte

Energía almacenada en el condensador versus Voltaje

1.- Abra el (<https://phet.colorado.edu/en/simulation/capacitor-lab>)

2.- Ajuste las placas al área máxima (400,0 [mm²]), separación mínima (5,0 [mm]).



3.- Usando los medidores provistos (carga, energía, campo eléctrico E y voltímetro) en la simulación complete la siguiente tabla de datos

4.- Calcule la capacitancia utilizando $C_0 = \frac{\epsilon_0 A}{d}$, este el valor real.

R) $7,08 \times 10^{-13}$ [F]

5.- Aumentar la tensión (el voltaje) de la batería y registrar los valores de la tensión a través del condensador (V), carga en la placa (Q), y la energía almacenada (U)

Separación $d = 0,005 \text{ [m]}$, Área placa $A = 0,0004 \text{ [m}^2\text{]}$, Capacitancia $C_0 = \frac{\epsilon_0 A}{d} = 7,08 \times 10^{-13} \text{ [F]}$								
Ensayo	Diferencia de potencial $V \text{ [V]}$	Carga $Q \text{ [C]}$	Energía Almacenada $U \text{ [J]}$	Campo eléctrico entre las placas $E \text{ [V/m]}$	$V^2 \text{ [volt]}^2$	$Q^2 \text{ [C}^2\text{]}$	$E^2 \text{ [V/m]}^2$	Densidad de Energía almacenada $u \text{ [J/m}^3\text{]}$ $u = \frac{U}{Ad}$
1	0,294	2,08E-13	3,10E-14	59	0,086436	4,33E-26	3481	1,55E-08
2	0,425	3,01E-13	6,40E-14	85	0,180625	9,06E-26	7225	3,20E-08
3	0,686	4,86E-13	1,67E-13	137	0,470596	2,36E-25	18769	8,35E-08
4	0,947	6,71E-13	3,18E-13	189	0,896809	4,50E-25	35721	1,59E-07
5	1,5	1,06E-12	7,97E-13	300	2,25	1,13E-24	90000	3,99E-07
6	-0,394	2,70E-13	5,50E-14	79	0,155236	7,29E-26	6241	2,75E-08
7	-0,754	5,34E-13	2,01E-13	151	0,568516	2,85E-25	22801	1,01E-07
8	-1,015	7,19E-13	3,65E-13	203	1,030225	5,17E-25	41209	1,83E-07
9	-1,243	8,81E-13	5,48E-13	249	1,545049	7,76E-25	62001	2,74E-07
10	-1,5	1,06E-12	7,97E-13	300	2,25	1,13E-24	90000	3,99E-07

6.- Use Excel para trazar la relación entre (V^2 , U), usando V^2 como variable independiente en la planilla Excel.

7.- Use la ecuación $U = \frac{1}{2} C V^2$ para determinar C_0 usando la pendiente de la gráfica.

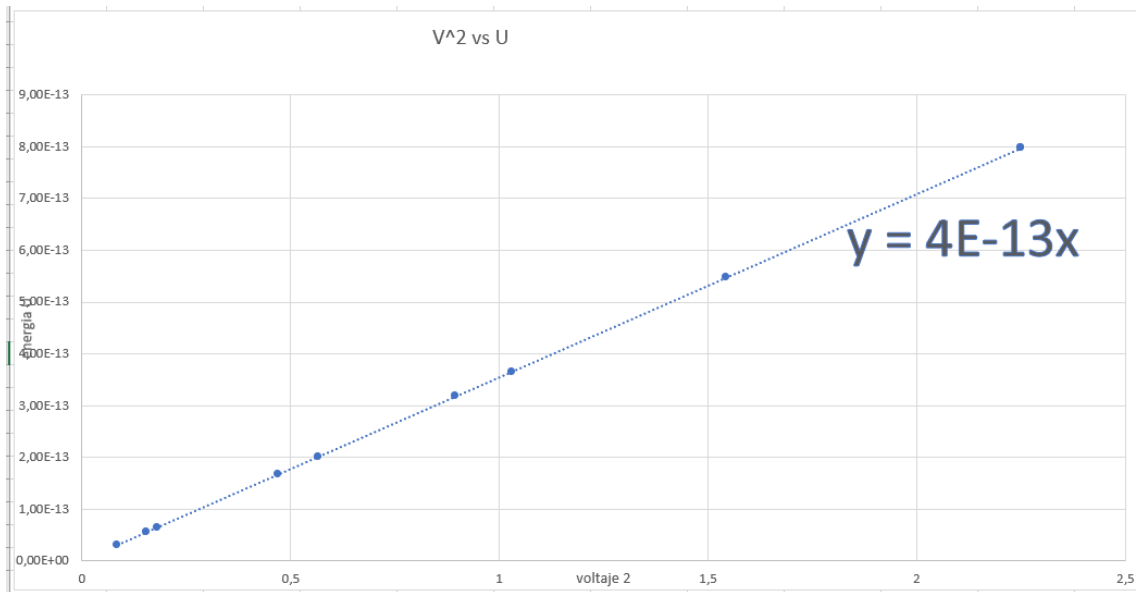
$$U = \frac{1}{2} C_0 V^2 \rightarrow Y = (4 \cdot 10^{-13} X), \quad Y = U, \quad M = \frac{1}{2} C_0, \quad X = V^2$$

$$M = 4 \cdot 10^{-13} \Rightarrow \frac{1}{2} C_0 = 4 \cdot 10^{-13} \Rightarrow C_0 = 8 \cdot 10^{-13} \text{ [F]}$$

8.- Compare este valor de C_0 con el C_0 en la tabla. Calcule el porcentaje de error.

$$E = \left| \frac{C_T - C_P}{C_T} \right| \cdot 100 = 12,99 \% , \quad C_P = 8 \cdot 10^{-13} \text{ [F]}, \quad C_T = 7,08 \cdot 10^{-13} \text{ [F]}$$

9.- Adjunte el gráfico a su informe de datos.



10.-

Use Excel para trazar la relación entre (Q^2 , U), usando Q^2 como variable independiente en Excel.

11.- Use la ecuación $U = \frac{Q^2}{2C}$, para determinar C_0 usando la pendiente de la gráfica.

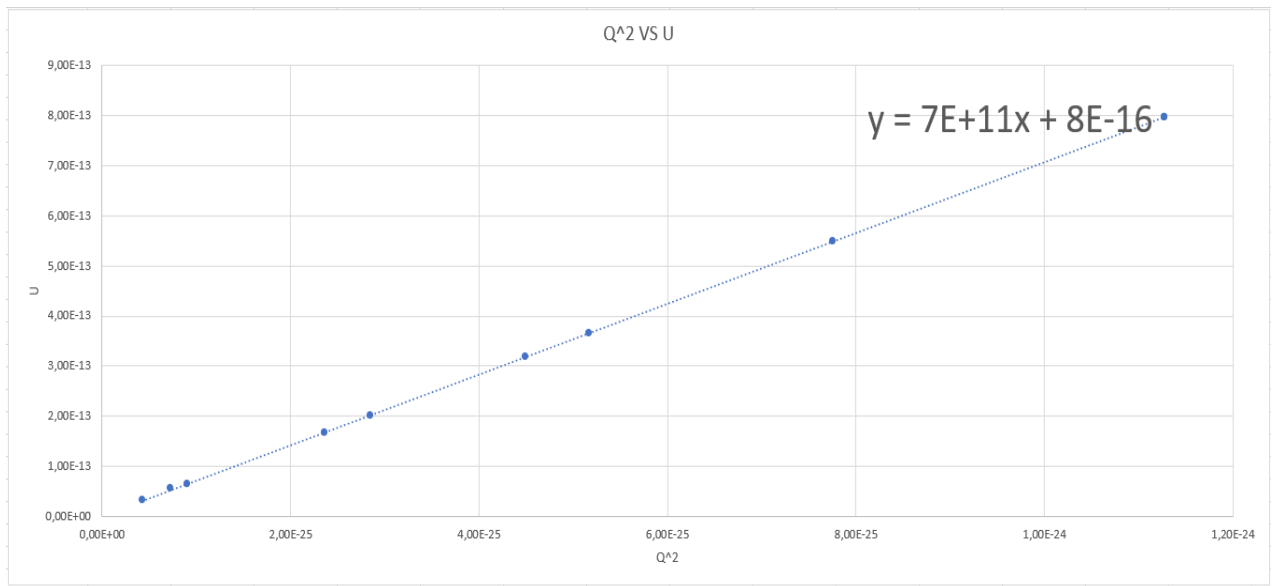
$$U = \frac{Q^2}{2C_0} \Rightarrow Y = 7 \cdot 10^{11} X + 8 \cdot 10^{-16}, Y = U, X = Q^2, M = \frac{1}{2C_0}$$

$$M = \frac{1}{2C_0} = 7 \cdot 10^{11} \Rightarrow C_0 = \frac{1}{7 \cdot 10^{11} \times 2} = 7,14 \cdot 10^{-13} [F]$$

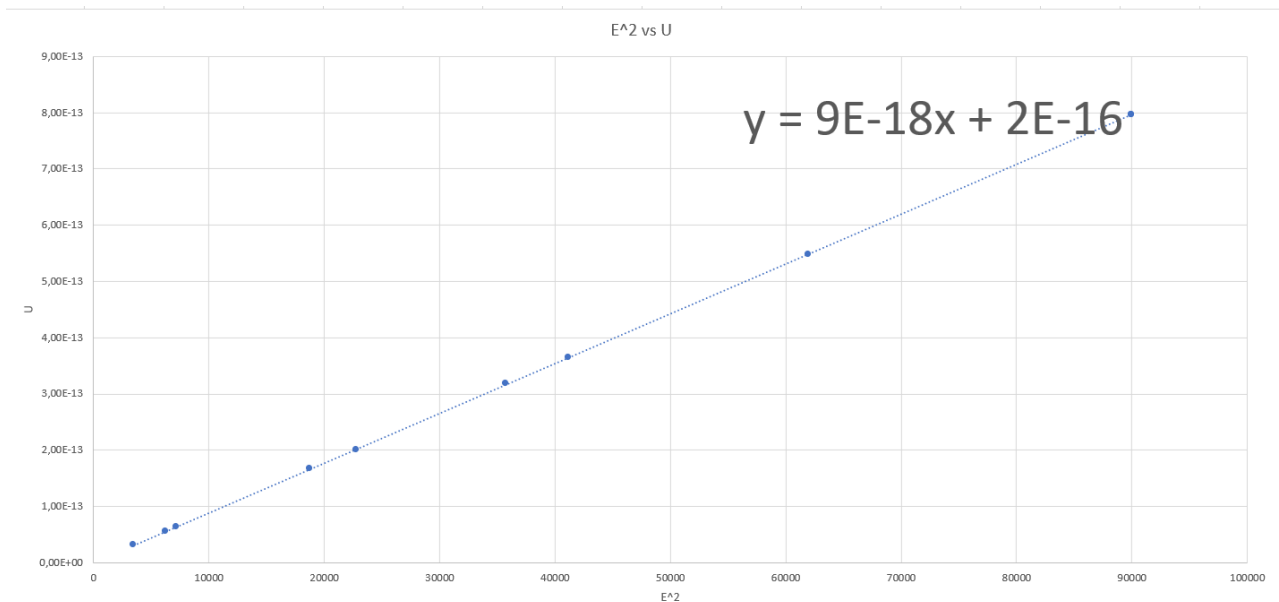
12.- Compare este valor de C_0 con C_0 en la tabla. Calcule el porcentaje de error.

$$E = \left| \frac{C_T - C_P}{C_T} \right| \cdot 100 = 0,8 \% , C_P = 7,14 \cdot 10^{-13} [F], C_T = 7,08 \cdot 10^{-13} [F]$$

13.- Adjunte el gráfico a su informe de datos.



14.- Use Excel para trazar la relación entre (E^2 , U), usando E^2 en el eje horizontal Excel.



11.- Use la ecuación $u = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$, para determinar Σ_0 usando la pendiente de la gráfica.

$$u = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} \Rightarrow Y = 9 \cdot 10^{-18} X + 2 \cdot 10^{-16}, Y = \frac{U}{Ad}, X = E^2, M = \frac{\epsilon_0}{2}$$

$$M = \frac{1}{2}\epsilon_0 \Rightarrow \frac{U}{Ad} = \frac{1}{2}\epsilon_0 \wedge M = 9 \cdot 10^{-18} \Rightarrow \epsilon_0 = \frac{9 \cdot 10^{-18} \times 2}{0,0004 \times 0,005}, A = 0,0004 \text{ m}^2, d = 0,005 \text{ m}$$

$$\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \left[\frac{C^2}{Nm^2} \right]$$

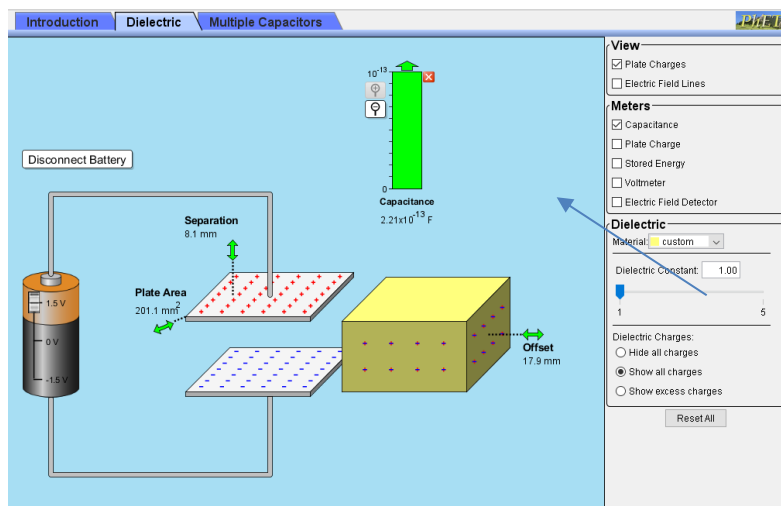
12.- Compare este valor de Σ_0 con $\Sigma_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ [F/m] en la tabla. Calcule el porcentaje de error.

$$E = \left| \frac{\epsilon_T - \epsilon_P}{\epsilon_T} \right| \cdot 100 = 1,7 \% , \epsilon_P = 7,14 \cdot 10^{-13} \left[\frac{C^2}{Nm^2} \right], \epsilon_T = 7,08 \cdot 10^{-13} \left[\frac{C^2}{Nm^2} \right]$$

Segunda parte

Dieléctricos y capacitancia

- 1- Abra el (<https://phet.colorado.edu/en/simulation/capacitor-lab>)
- 2- Haga clic en la pestaña "Dieléctricos".
- 3- Coloque el valor del área A de las placas entre (195 - 205 [mm²]), la separación d entre (7,5- 8,5 [mm]), voltaje positivo de la batería máxima (1,5 [V]) y la constante dieléctrica mínima (1) con cero compensada para empezar. Ver fig. abajo.



- 4.- Determine el valor de $C_0 = \frac{\epsilon_0 A}{d}$ y compárelo con el valor que entrega el simulador.

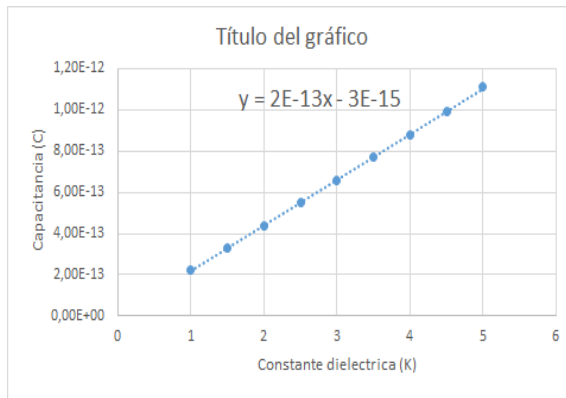
$$\begin{aligned}\epsilon_0 &= 8.85 \times 10^{-12} \\ A &= 2.011 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\ d &= 8.1 \times 10^{-3} \text{ m} \\ C_{0T} &= 2.2 \times 10^{-13} \text{ F} \\ C_{0p} &= \frac{8.85 \times 10^{-12} \cdot 2.011 \times 10^{-4}}{8.1 \times 10^{-3}} \\ C_{0T} &= 2.19 \times 10^{-13} \text{ F}\end{aligned}$$

- 5.- Inserte el material dieléctrico en el condensador y determine el valor de la capacitancia C (en F)

R) $2.2 \times 10^{-13} \text{ F}$

- 6.- Cambie el valor de la constante dieléctrica K y luego complete la siguiente tabla de datos (mantenga la separación de la placa y el área constante durante todas las pruebas)

- 7.- Dibuja el mejor ajuste usando Excel entre (K, C) , y encuentra la pendiente de la línea.



$$\begin{aligned}y &= 2 \times 10^{-13} x - 3 \times 10^{-15} \\ C &= \epsilon_0 K - 3 \times 10^{-15} \\ \therefore C_0 &= 2 \times 10^{-13}\end{aligned}$$

8.- Adjunte el gráfico a su informe de laboratorio.

$C_0 = 2.2 \times 10^{-13} \text{ [F]}$		
Ensayo	Constante Dieléctrica K	Capacitancia [F] C
1	1	2.2×10^{-13}
2	1,5	3.3×10^{-13}
3	2	4.4×10^{-13}
4	2,5	5.5×10^{-13}
5	3	6.6×10^{-13}
6	3,5	7.7×10^{-13}
7	4	8.8×10^{-13}
8	4,5	9.9×10^{-13}
9	5	11.1×10^{-13}

9.- Use la ecuación $C = KC_0$, determine C_0 y compare este valor.

R)

$$c = kc_0 \Rightarrow c_0 = \frac{c}{k}$$

$$2 \times 10^{-13} \text{ F}$$

10.- Calcule el porcentaje de error en C_0 .

$$E = \left| \frac{C_T - C_P}{C_T} \right| \cdot 100 = 9,09 \% , C_P = 2 \cdot 10^{-13} \text{ [F]}, C_T = 2,2 \cdot 10^{-13} \text{ [F]}$$

Nombre : Brayan Maldonado Carrasco.

Felipe Pizarro Toledo.

Profesor : Javier Barahona.