



ce
pre
UNI

Física

CICLO
PREUNIVERSITARIO
2023-1





ce
pre
UNI

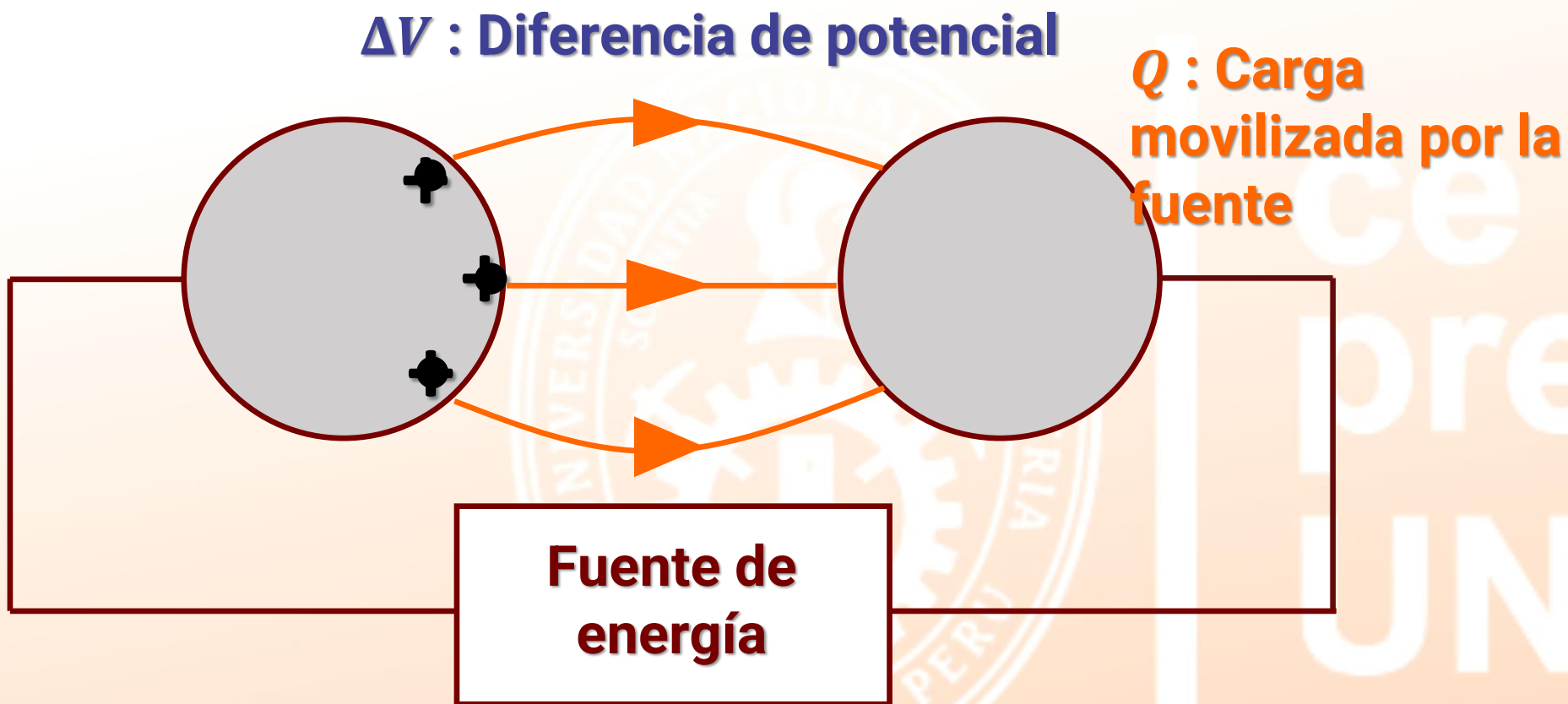
Física

CONDENSADORES

ce
pre
UNI

CAPACIDAD ELÉCTRICA

Propiedad que tiene un sistema de conductores de almacenar carga eléctrica.



Vemos que al movilizar más carga de un conductor al otro, aumentará el campo eléctrico entre los conductores y, junto con ello, aumenta la diferencia de potencial entre ellos.

De esta forma, calcularemos la capacitancia eléctrica como la razón entre la carga acumulada por el sistema de conductores, la cual es la movida por la fuente, y la diferencia de potencial que establece entre los dichos conductores.

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

Unidad S.I. farad (F)

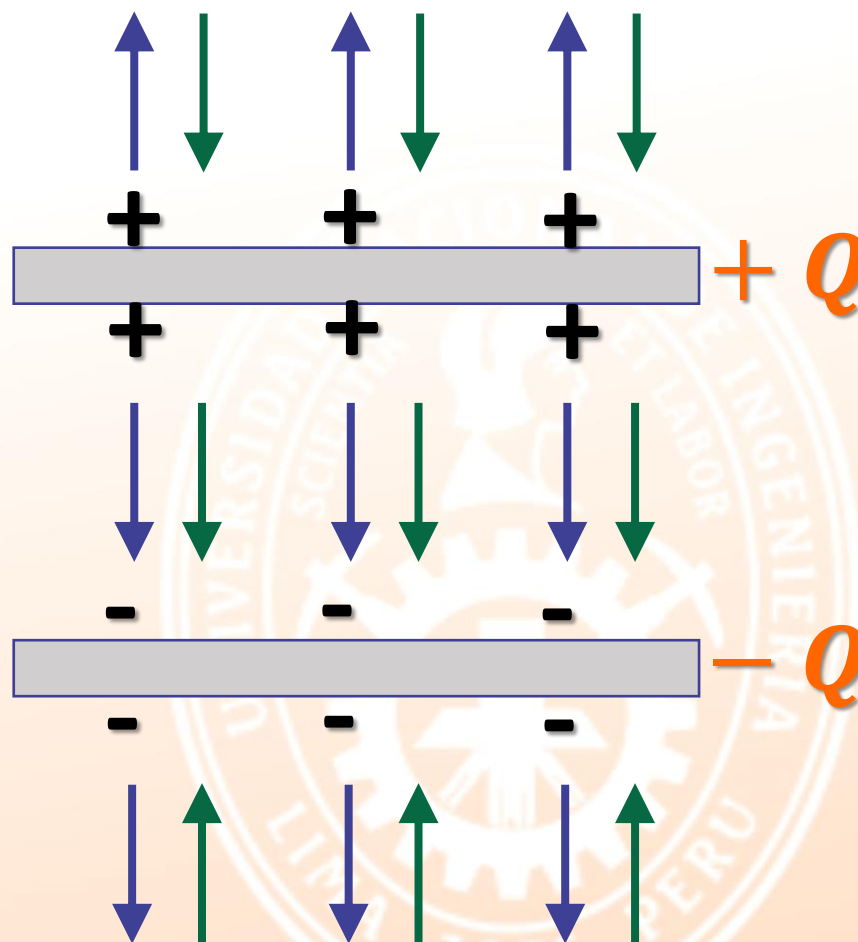
Pero como la diferencia de potencial entre los conductores cambia con la carga transportada por la fuente, la capacitancia no depende de ellas.

Para placas conductoras cargadas con la misma área A . la placa con carga positiva es aquella de la que se movieron los electrones hacia la placa negativa.

$\vec{E}_1$: Campo producido por la placa positiva

$$|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2| = \frac{Q}{2A\epsilon_0}$$

$\vec{E}_2$: Campo producido por la placa negativa



$$\vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{0}$$

$$\vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{E}$$

$$|\vec{E}| = \frac{Q}{A\epsilon_0}$$

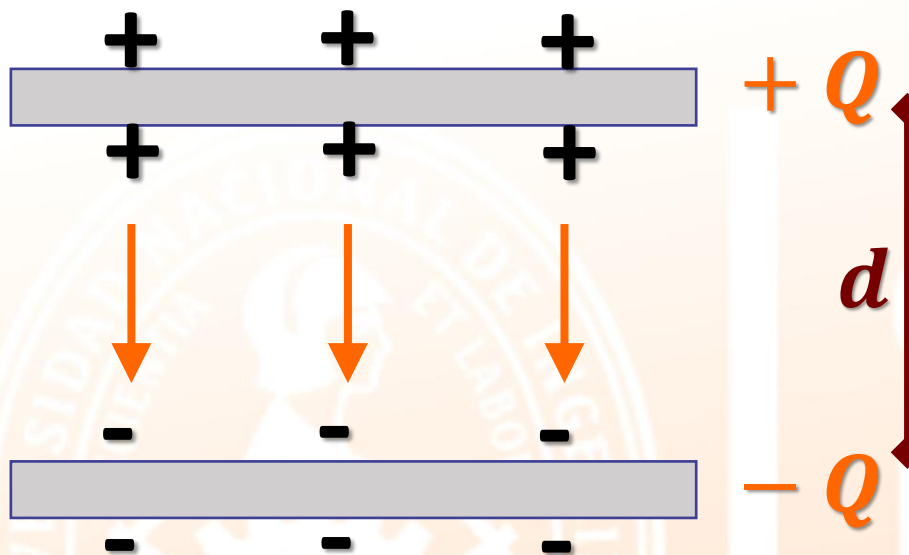
$$\vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{0}$$

Vemos pues que sólo entre las placas hay campo eléctrico, el cual es uniforme. Conociendo la separación entre las placas, podemos hallar la diferencia de potencial

Mayor potencial

$$|\vec{E}| = \frac{Q}{A\epsilon_0}$$

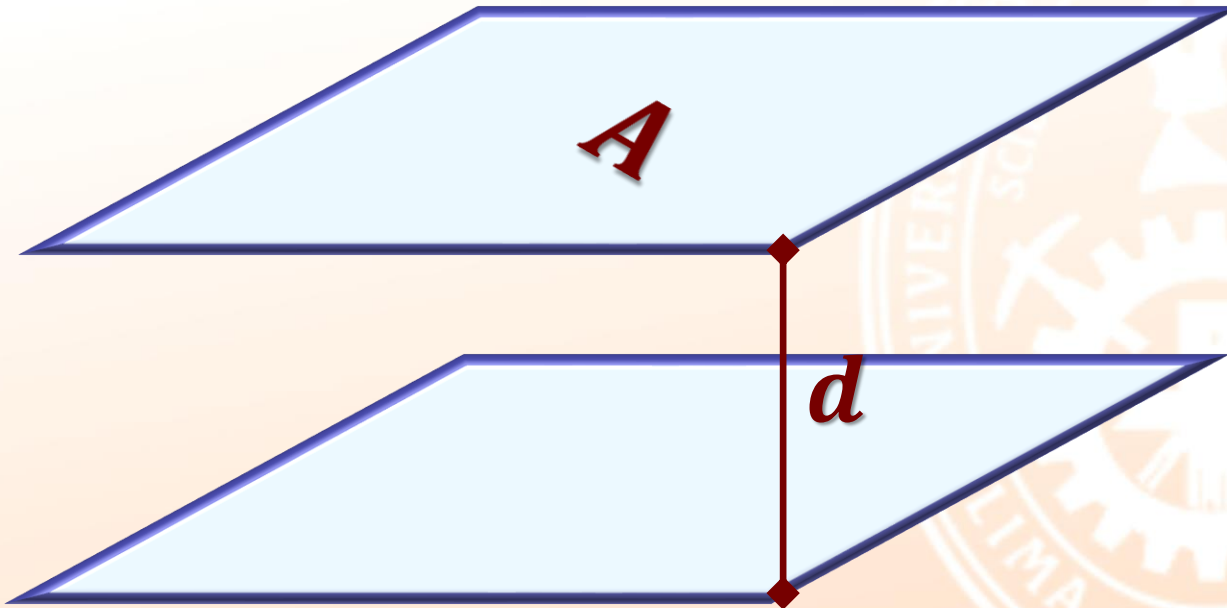
Menor potencial



$$V_{\text{mayor}} - V_{\text{menor}} = \Delta V = |\vec{E}|d = \frac{Qd}{A\epsilon_0}$$

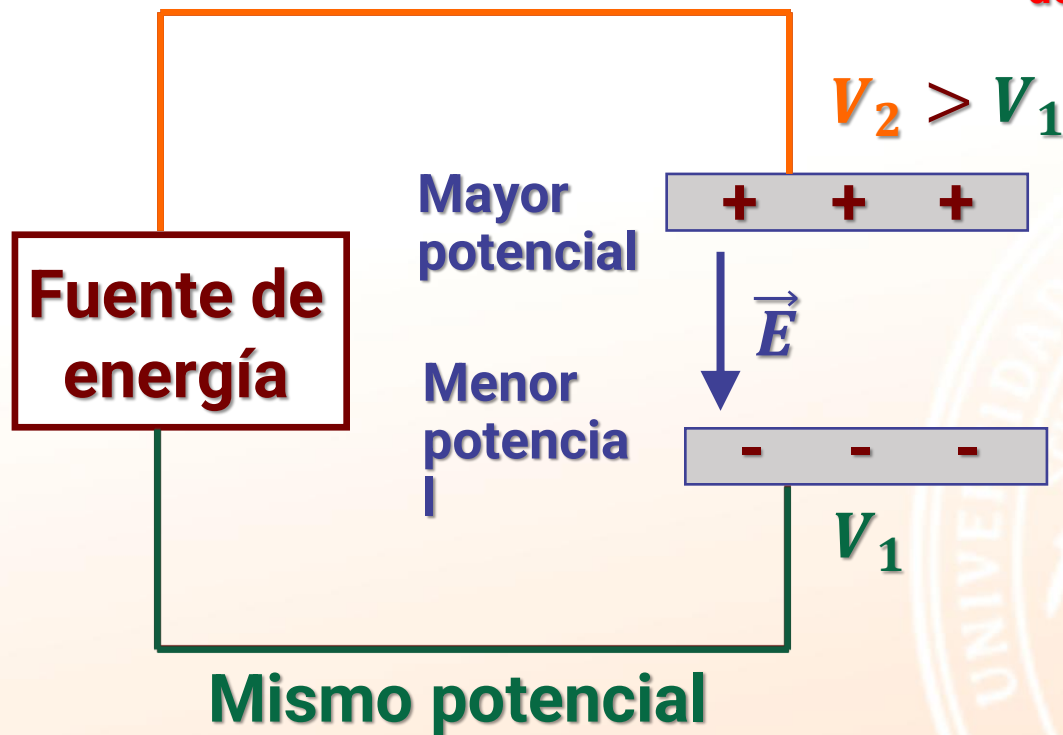
Al calcular la capacitancia, tenemos

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{\frac{Qd}{A\epsilon_0}} = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$



La capacitancia no depende de la carga ni de la diferencia de potencial, sino del medio entre las placas y de la disposición geométrica del sistema de conductores.

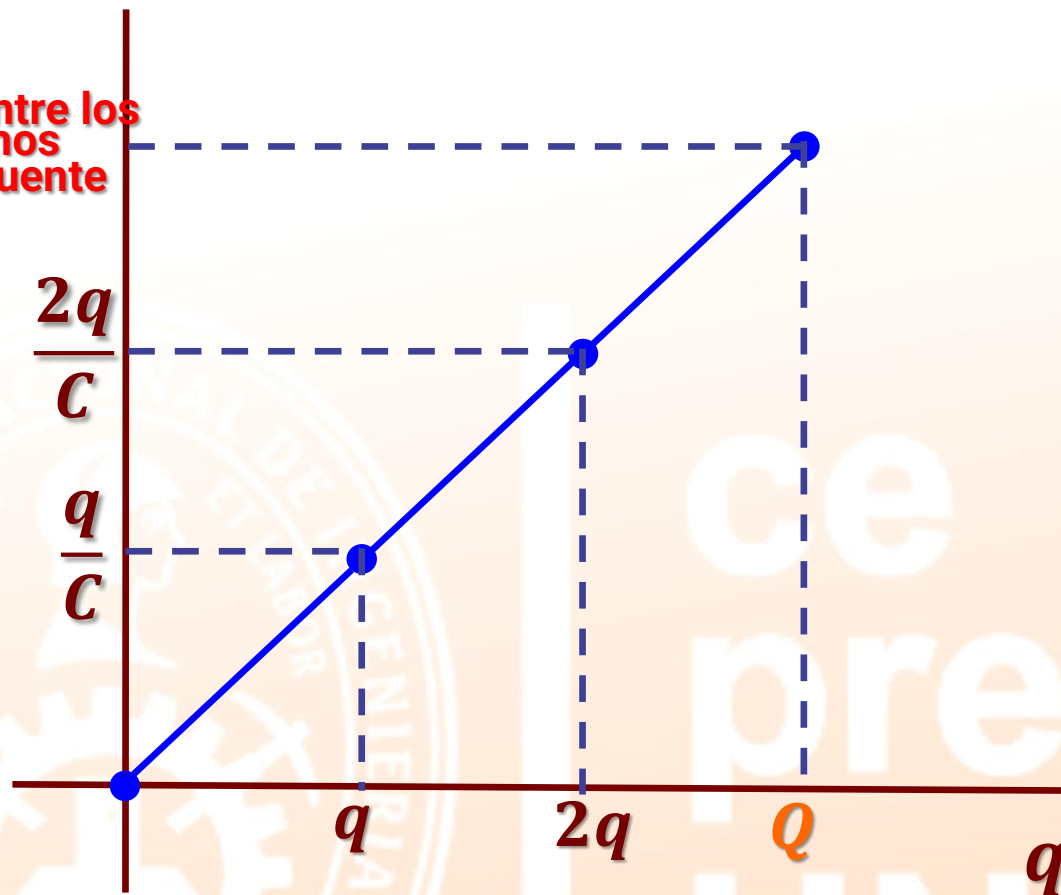
Inicio :
Descargado
Mismo potencial



Final : equilibrio electrostático

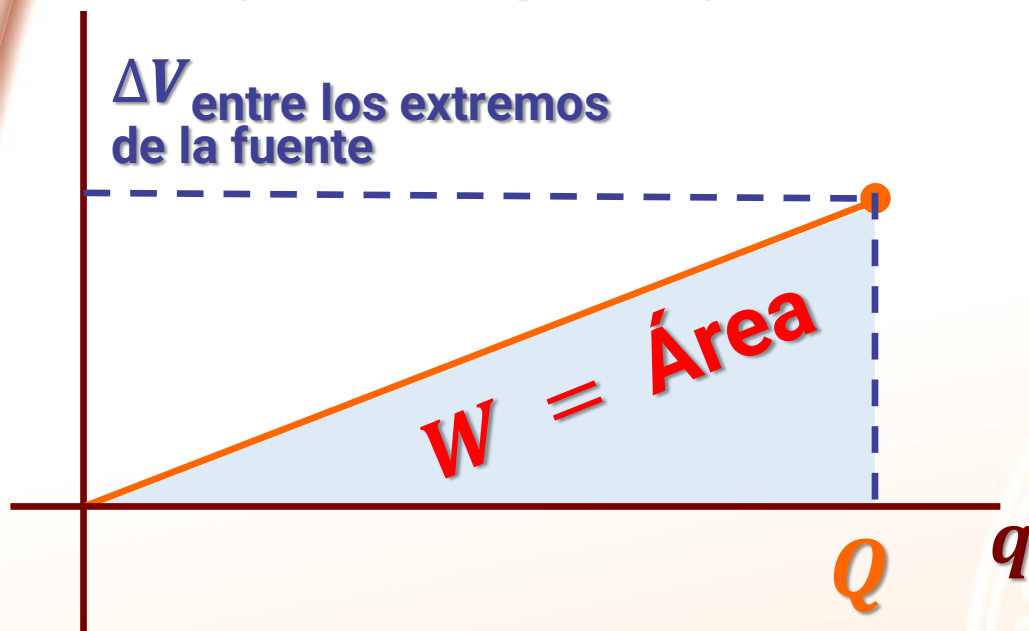
ΔV (entre las placas)

ΔV entre los extremos de la fuente



La carga acumulada q en las placas fue transportada por la fuente

ΔV (entre las placas)



Cuando la diferencia de potencial entre las placas se iguale con la diferencia de potencial de la fuente, el condensador termina de cargarse.

El trabajo realizado por la fuente es la energía necesaria para mover la carga y es también la energía que acumula el condensador

Como el trabajo se calcula como $W = q \Delta V$

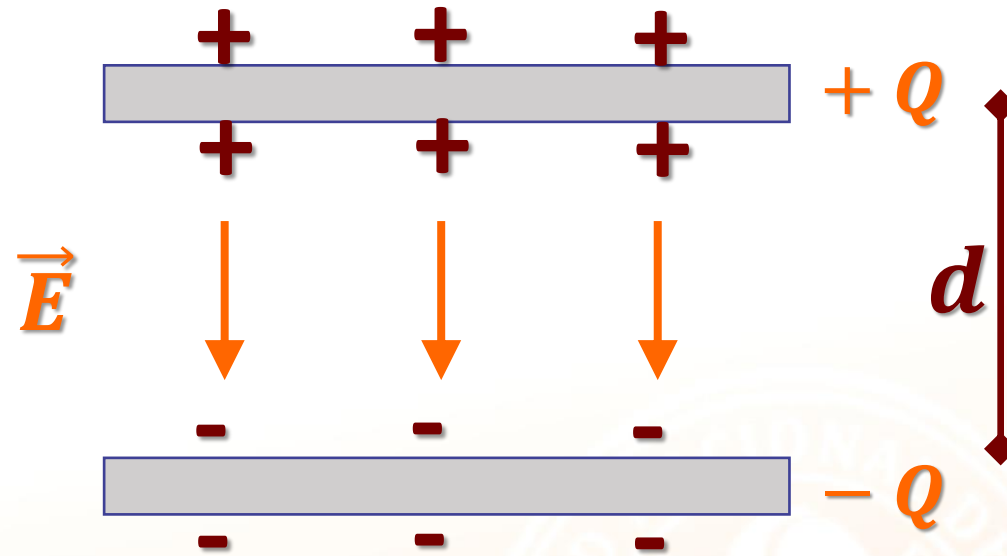
$$W_{\text{Fuente}} = U = \frac{1}{2} Q \Delta V = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} C (\Delta V)^2$$

DENSIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La energía adquirida por el condensador luego de un proceso de carga se almacena en el campo eléctrico establecido entre los conductores. Decimos esto pues al colocar una carga en ese lugar, la **fuerza eléctrica** sobre dicha carga, **debido** a la presencia del **campo eléctrico**, **puede realizar trabajo**. Sin el campo eléctrico no habría fuerza ni capacidad de realizar trabajo (no habría energía).

Como el campo eléctrico está el volumen limitado por los conductores, dicha energía se distribuye en dicho volumen. Por ello calculamos la densidad de energía eléctrica como la razón entre la energía almacenada en el campo eléctrico y el volumen donde este se distribuye.

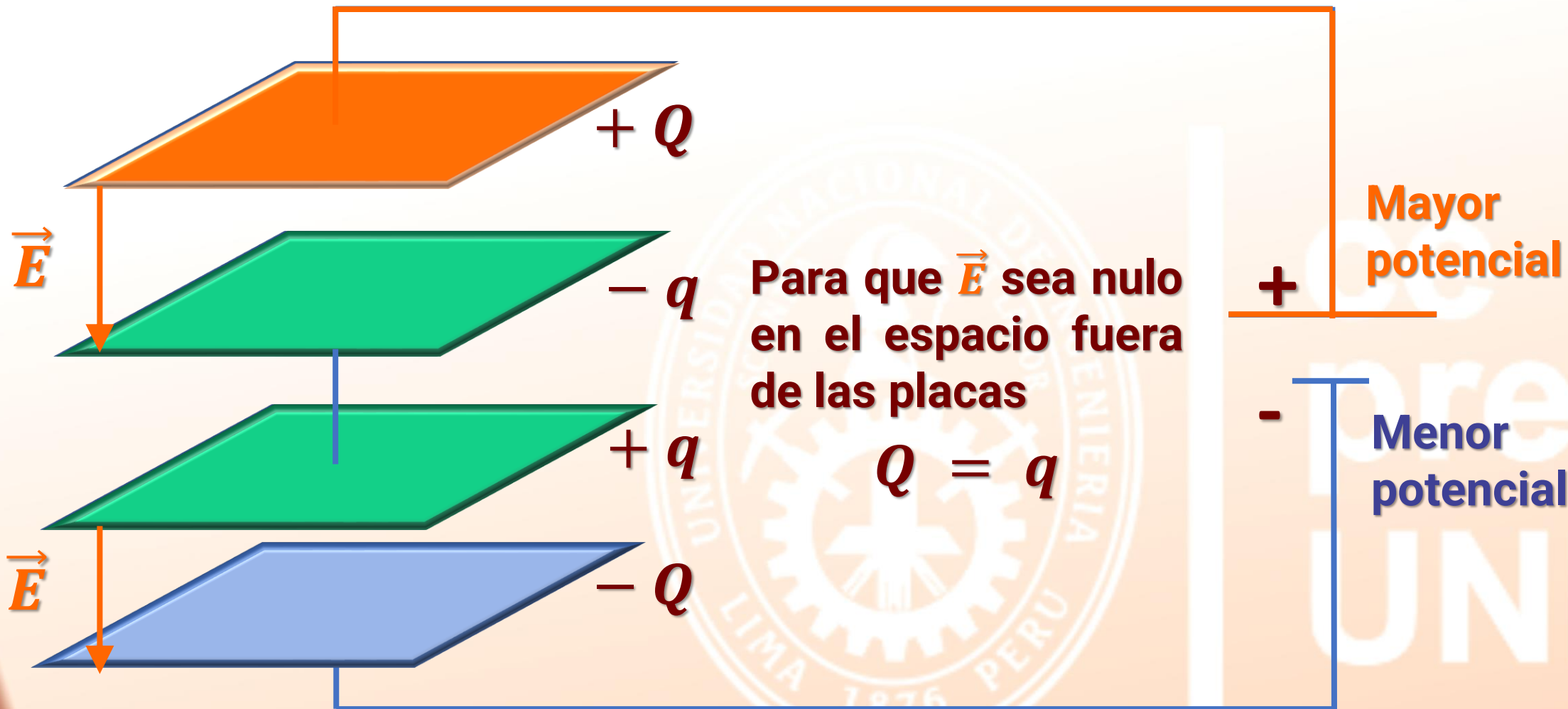
$$\text{Densidad de energía } u = \frac{\text{Energía}}{\text{Volumen}}, \text{ unidad S.I.} \\ \text{J/m}^3.$$



Densidad de energía $u = \frac{U}{\text{Volumen}} = \frac{\frac{1}{2} C (\Delta V)^2}{Ad} = \frac{\frac{1}{2} \epsilon_0 \frac{A}{d} (|\vec{E}| d)^2}{Ad}$

$$= \frac{\frac{1}{2} \epsilon_0 \frac{A}{d} |\vec{E}|^2 d^2}{Ad} = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 A d |\vec{E}|^2}{Ad} = \frac{1}{2} \epsilon_0 |\vec{E}|^2 \Rightarrow \boxed{u = \frac{1}{2} \epsilon_0 |\vec{E}|^2}$$

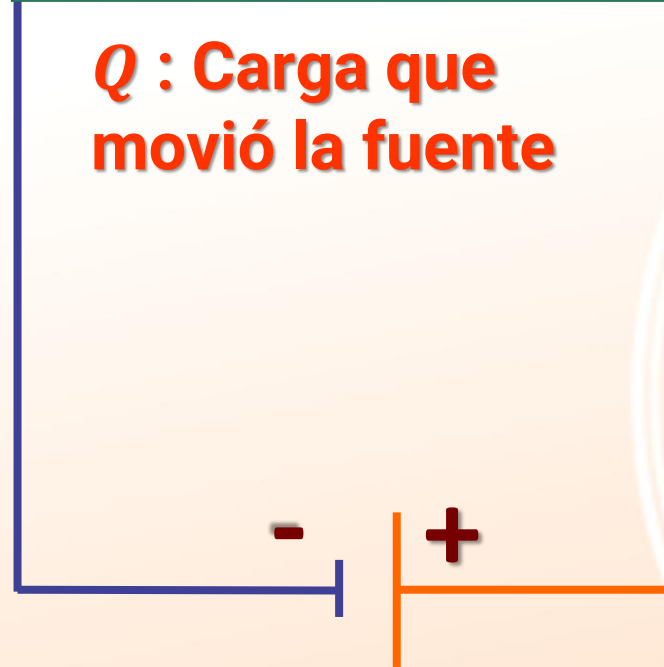
Si dos capacitores conectados uno a continuación del otro y luego de conectar sus extremos libres a una fuente alcanzan el equilibrio electrostático



ASOCIACIÓN DE CAPACITORES



**Q : Carga que
movió la fuente**

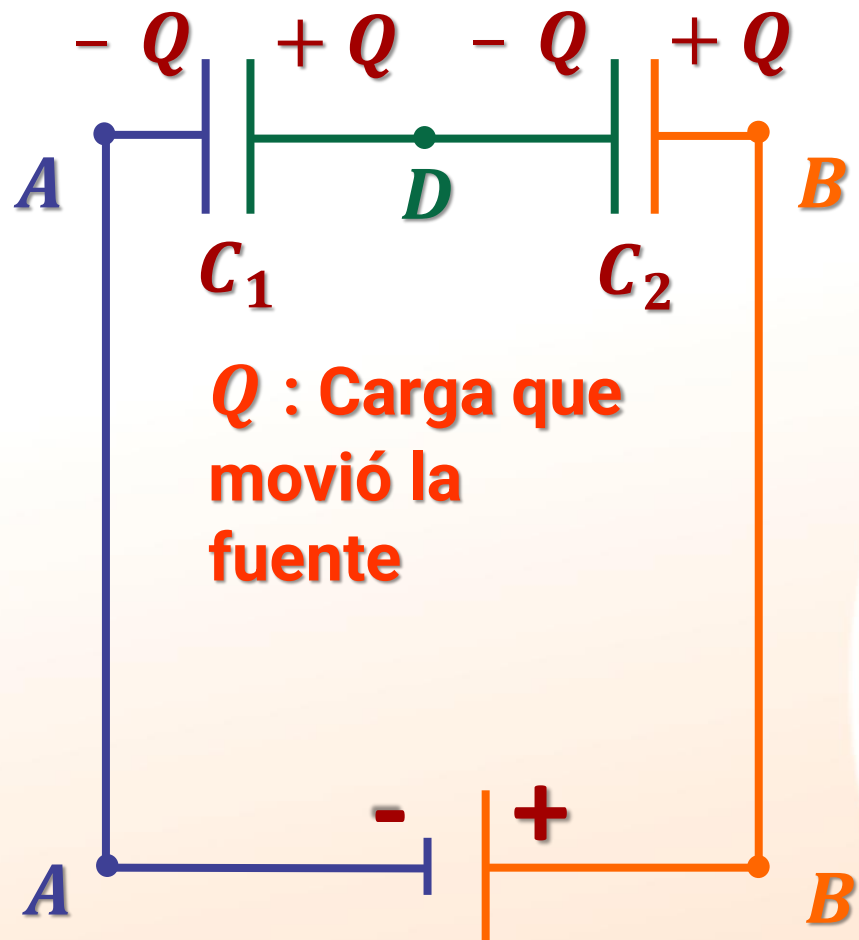


ΔV : Diferencia de potencial

**Cuando un conjunto de
capacitores están
conectados a una sola fuente**

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

Capacitores conectados en serie



$$V_B - V_A = V_B - V_D + V_D - V_A$$

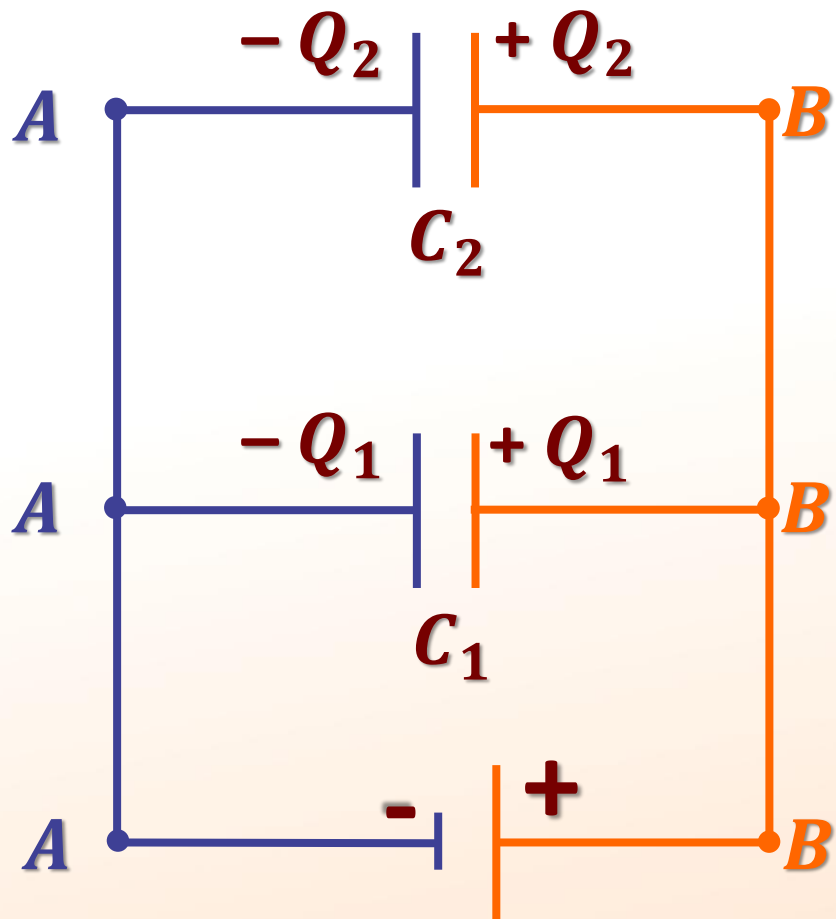
La capacitancia de ambos sigue siendo

$$C_{\text{Equivalente}} = C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{V_B - V_A}$$

$$\Rightarrow \frac{V_B - V_A}{Q} = \frac{V_B - V_D}{Q} + \frac{V_D - V_A}{Q}$$

$$\boxed{\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}$$

Capacitores conectados en paralelo



ΔV : Diferencia de potencial

$Q_1 + Q_2 = Q$: Carga movida por la fuente

Ambos capacitores están a la misma diferencia de potencial

$$\Delta V = V_B - V_A = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q_2}{C_2}$$

La capacitancia de ambos es $C_{\text{Equivalente}} = C$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q_1 + Q_2}{\Delta V} = \frac{Q_1}{\Delta V} + \frac{Q_2}{\Delta V}$$

$$C = C_1 + C_2$$

ENERGÍA EN UN SISTEMA DE CAPACITORES

La energía del sistema de capacitores es la suma de las energías de cada capacitor.

En serie, $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$, En paralelo, $C = C_1 + C_2$, multiplicando por $\frac{Q^2}{2}$, tenemos por $\frac{(\Delta V)^2}{2}$, tenemos

$$U_{\text{Sistema}} = \frac{Q^2}{2C} = \frac{Q^2}{2C_1} + \frac{Q^2}{2C_2} \quad U_{\text{Sistema}} = \frac{C(\Delta V)^2}{2} = \frac{C_1(\Delta V)^2}{2} + \frac{C_2(\Delta V)^2}{2}$$

La energía almacena por el sistema es la misma que la energía que almacenaría el capacitor equivalente.