

Tema1-5

Conductores y condensadores

- Conductores y aislantes
- Conductores en equilibrio electrostático
- Capacidad de un conductor
- Condensadores
- Condensador de placas paralelas
- Energía de un condensador
- Densidad de energía del campo electrostático
- Asociación de condensadores en paralelo
- Asociación de condensadores en serie

Conductores y aislantes

- **Un conductor contiene cargas que son libres de moverse (algunos electrones están unidos débilmente a los átomos)**

Ejemplo: metales

- **Un aislante o dieléctrico contiene cargas que NO son libres de moverse (todos los electrones están fuertemente unidos a los átomos)**

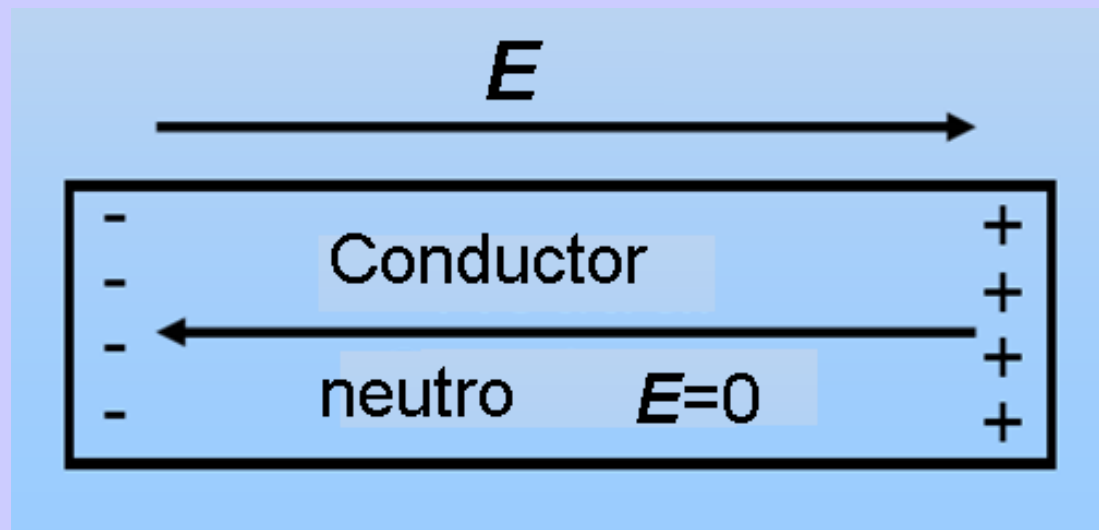
Ejemplos: plástico, papel, madera

Conductores en equilibrio

Los conductores tienen cargas libres

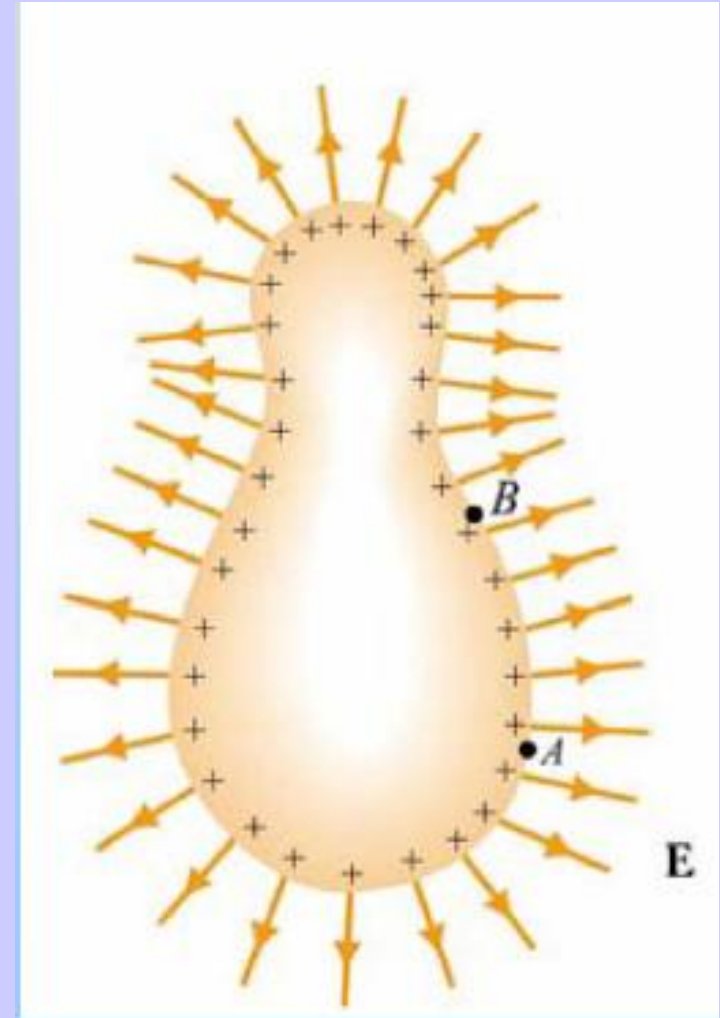
Implica:

- E debe ser cero dentro del conductor
- Los conductores son objetos equipotenciales



Propiedades de los conductores en equilibrio electrostático

- 1) $\mathbf{E} = 0$ en el interior
- 2) Son objetos equipotenciales:
- 3) \mathbf{E} es perpendicular a la superficie
- 4) La carga neta en el interior es nula
- 5) El exceso de carga está en la superficie
- 6) $E = \sigma / \epsilon_0$ en la superficie



Un conductor almacena carga eléctrica

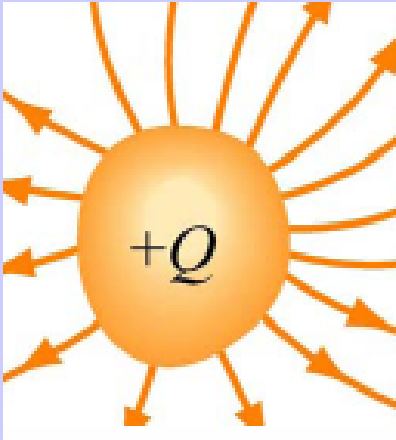
Capacidad:

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

Unidades:

faradio=culombio/voltio

F=C/V



Capacidad de un conductor esférico de radio a :

$$V = k_e \frac{Q}{a} \Rightarrow C = \frac{Q}{k_e Q / a} = \frac{a}{k_e} \Rightarrow$$

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k_e} = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$C = 4\pi\epsilon_0 a$$

Capacidad de la tierra

La capacidad de una esfera conductora de radio a

$$C = 4\pi\epsilon_0 a$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m} \quad a = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$$

$$C = 7 \times 10^{-4} \text{ F} = 0.7 \text{ mF}$$

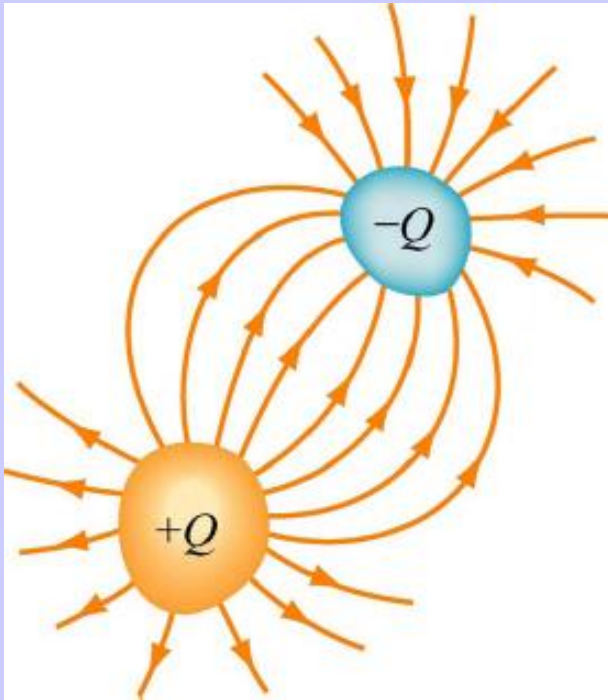
Un faradio es muy grande, usamos
pF (10^{-12}F) o nF (10^{-9} F)

Condensadores

Condensadores: mejor forma de almacenar carga

Condensador: dos conductores aislados con cargas iguales y opuestas $+Q$ y $-Q$

- Conductores: armaduras o placas
- Q carga de la armadura positiva
- $\Delta V = V_+ - V_-$ positiva



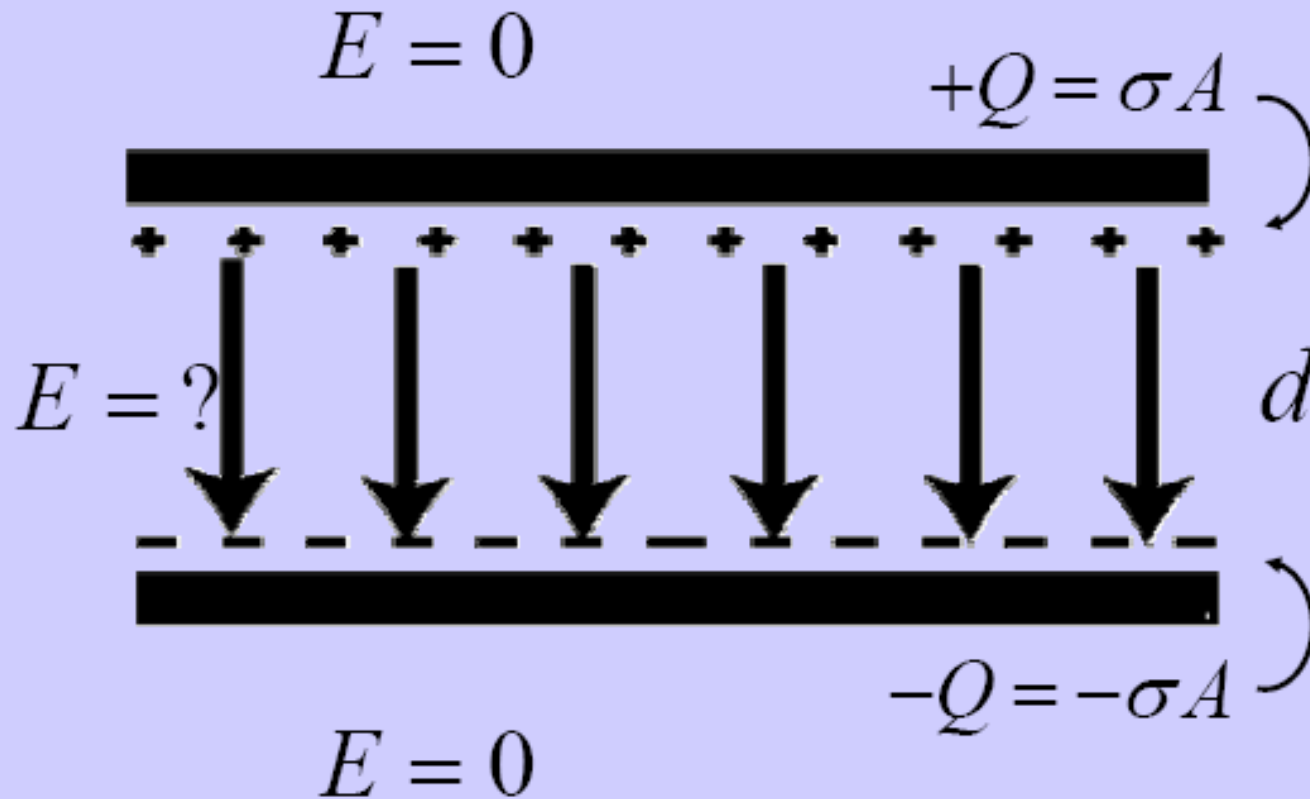
Capacidad

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

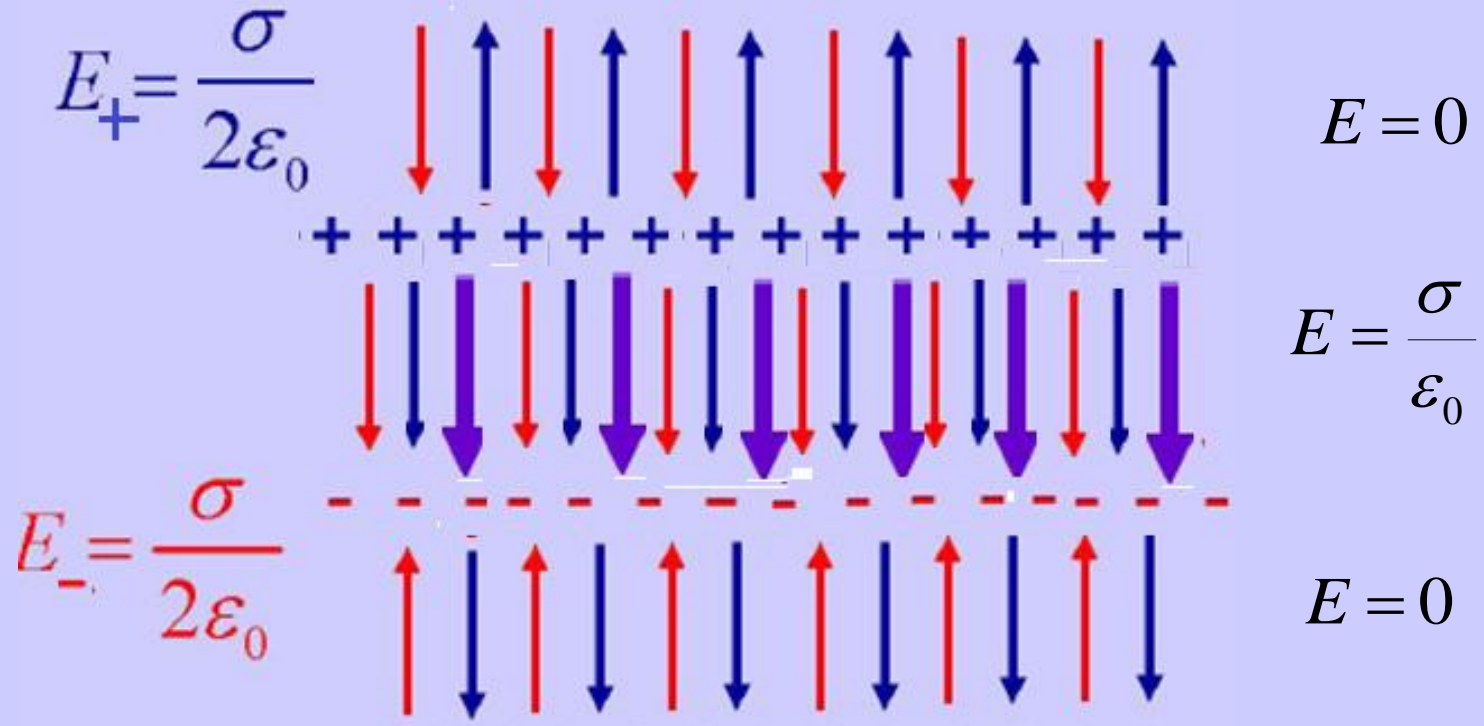
Unidades:

faradio=culombio/voltio; $F=C/V$

Condensador de placas paralelas



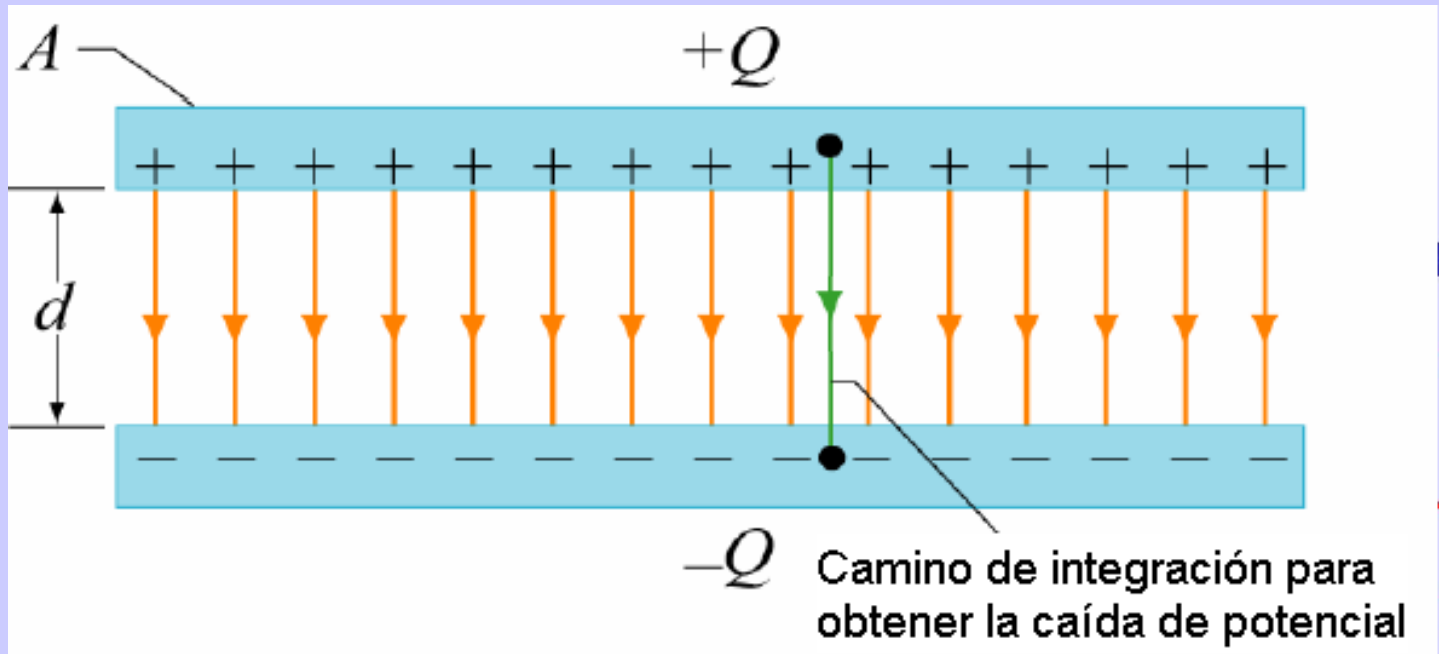
Método de cálculo de E



$$E = E_+ + E_- = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \Rightarrow$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{A\epsilon_0}$$

Potencial y capacidad del condensador plano

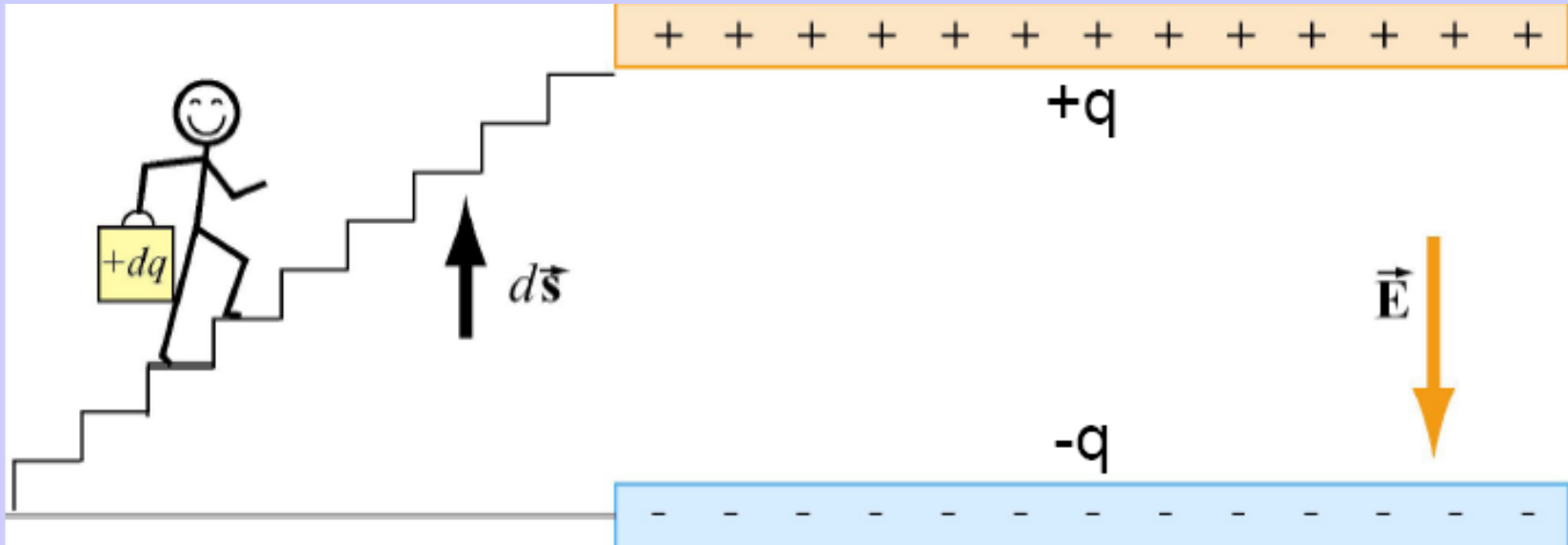


$$|\Delta V| = V_+ - V_- = Ed \Rightarrow C = \frac{Q}{|\Delta V|} = \frac{Q}{Ed} = \frac{\sigma A}{\sigma / \epsilon_0 d} \Rightarrow$$

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

C depende de factores geométricos A y d

Energía de un condensador



El condensador comienza sin carga $q=0, \Delta V=0$

En carga parcial el trabajo para desplazar dq es $dW=dq \Delta V$

$$W = \int_{q=0}^Q \Delta V dq = \int_{q=0}^Q \frac{q}{C} dq \Rightarrow \boxed{U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} Q \Delta V = \frac{1}{2} C (\Delta V)^2}$$

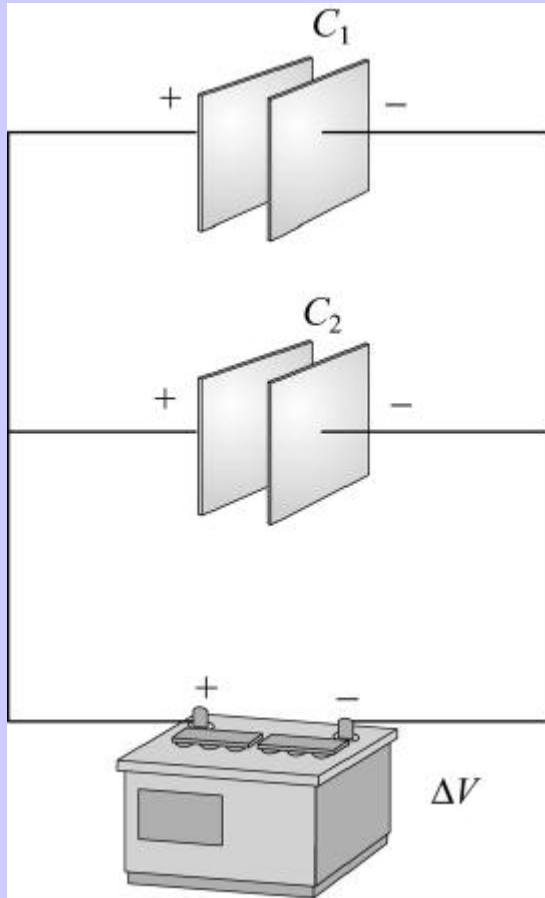
Densidad de energía del campo eléctrico

$$U = \frac{1}{2} C (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} \varepsilon_0 \frac{A}{d} (Ed)^2 = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 (Ad) = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 \text{volumen}$$

Energía del campo eléctrico por unidad de volumen:

$$u_E = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2$$

Condensadores en paralelo



Paralelo: se unen armaduras de igual signo

la misma diferencia de potencial:
 $\Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2$

Carga total: $Q = Q_1 + Q_2$

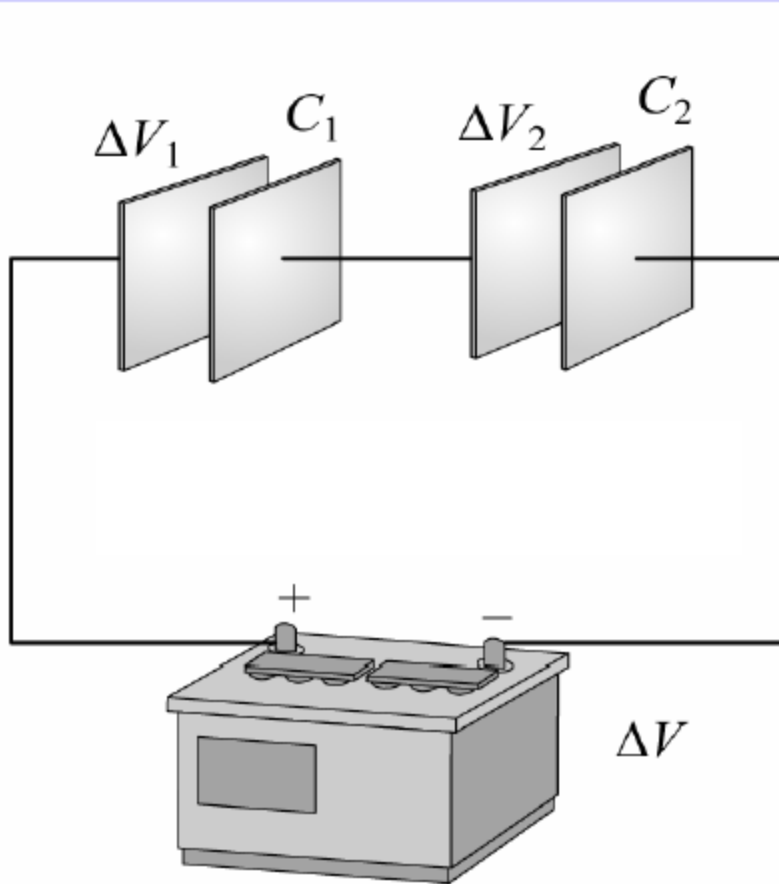
Capacidad equivalente: $C = \frac{Q}{\Delta V}$

$$C = \frac{Q_1 + Q_2}{\Delta V} = \frac{Q_1}{\Delta V} + \frac{Q_2}{\Delta V} = \frac{Q_1}{\Delta V_1} + \frac{Q_2}{\Delta V_2} \Rightarrow$$

$$C = C_1 + C_2$$

$$C = \sum_{i=1}^N C_i$$

Condensadores en serie



Serie: se unen armaduras de diferente signo

diferencia de potencial:

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

Carga total: $Q = Q_1 = Q_2$

Capacidad equivalente: $C = \frac{Q}{\Delta V}$

$$\frac{1}{C} = \frac{\Delta V_1 + \Delta V_2}{Q} = \frac{\Delta V_1}{Q} + \frac{\Delta V_2}{Q} = \frac{\Delta V_1}{Q_1} + \frac{\Delta V_2}{Q_2} \Rightarrow$$

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

$$\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{C_i}$$