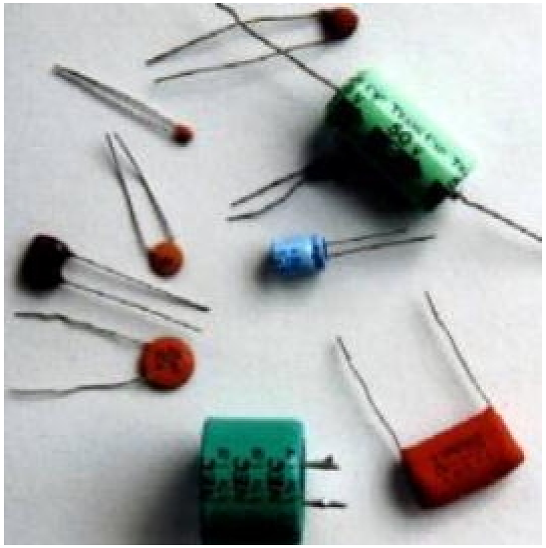
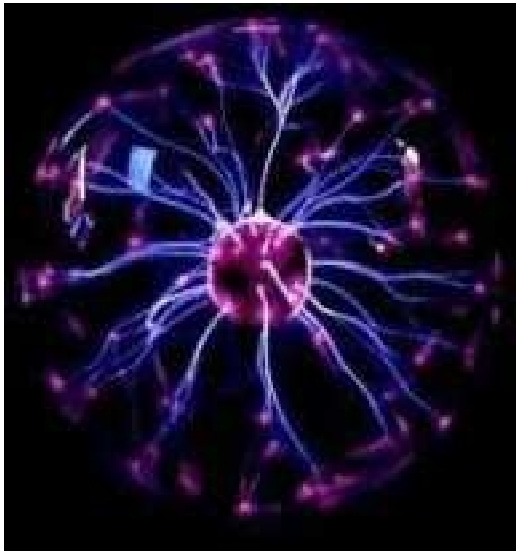
Campo Eléctrico en dieléctricos:

Condensadores

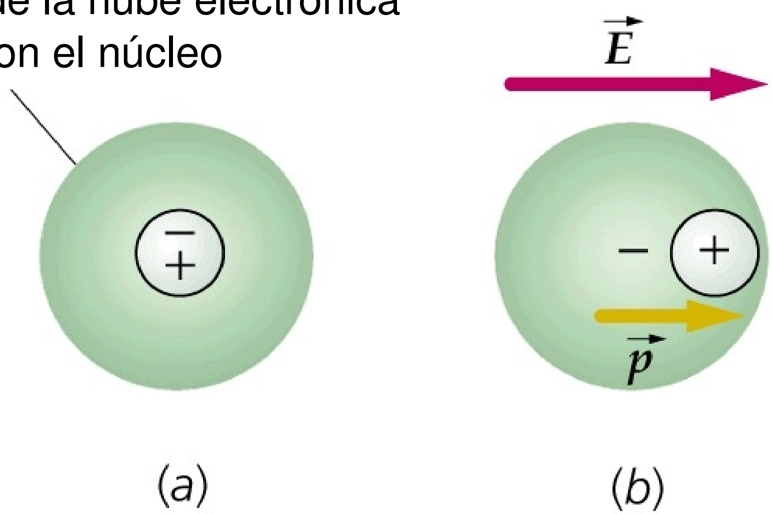




Campo eléctrico en dieléctricos

Cuando un material dieléctrico se somete a un campo eléctrico se forman dipolos inducidos en el material

Átomo sin campo externo:
El centro de la nube electrónica coincide con el núcleo



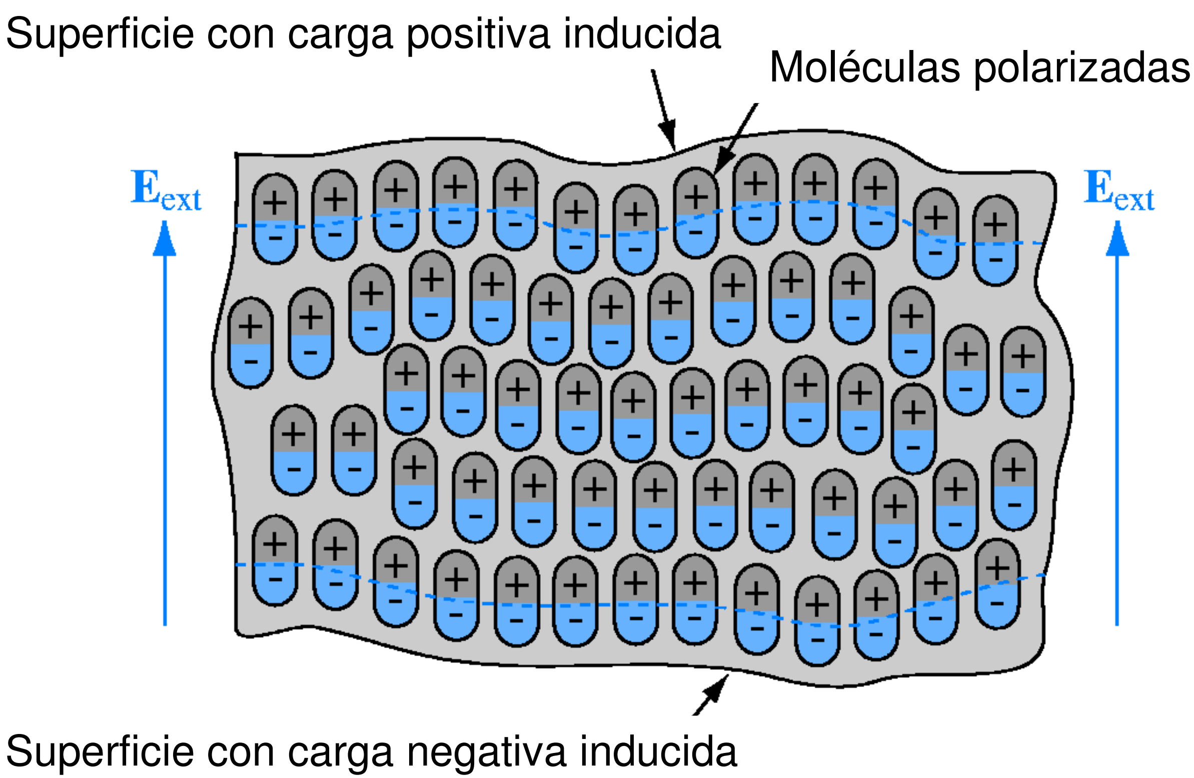
$$\vec{p} = q\vec{L}$$

El dipolo es inducido por el campo externo. Por tanto se anulará cuando éste desaparezca.

El dipolo crea un campo de sentido contrario al que lo ha originado

Campo eléctrico en dieléctricos

Cuando un material dieléctrico se somete a un campo eléctrico se forman dipolos inducidos en el material

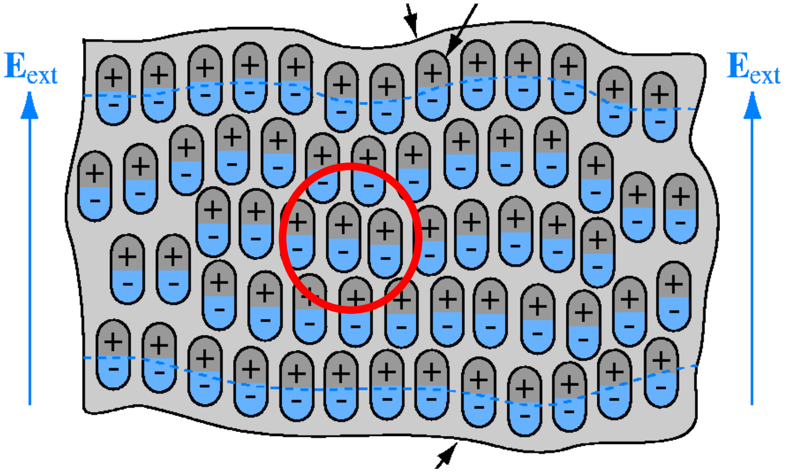


Campo eléctrico en dieléctricos

Cuando un material dieléctrico se somete a un campo eléctrico se forman dipolos inducidos en el material

En el seno del material puede definirse una densidad de momento dipolar:

$$\frac{d\vec{p}}{dv} = \lim_{v \to 0} \frac{1}{v} \sum_k \vec{p}_k$$



A esta cantidad la llamamos **vector polarización**

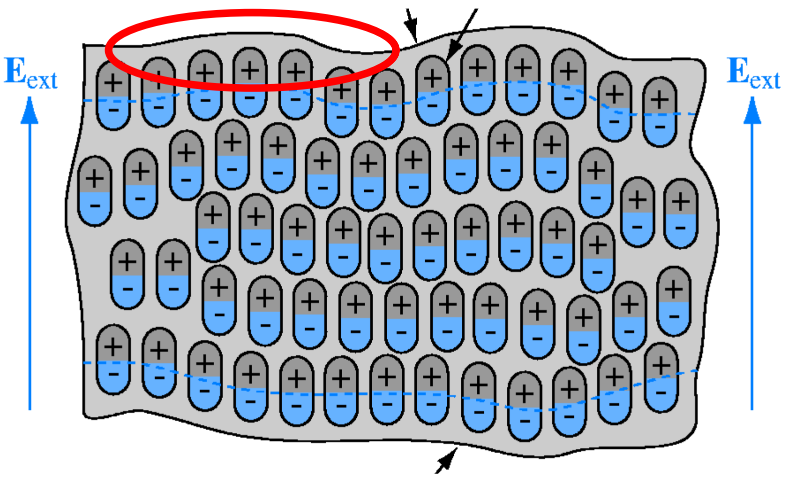
$$\vec{P} = \frac{d\vec{p}}{dv}$$

Campo eléctrico en dieléctricos

Cuando un material dieléctrico se somete a un campo eléctrico se forman dipolos inducidos en el material

En la superficie, se define una densidad superficial de carga inducida:

$$\sigma_P = \vec{P} \cdot \vec{n}$$



La carga total en la superficie es:

$$Q_{sp} = \int_S \vec{P} \cdot d\vec{S}$$

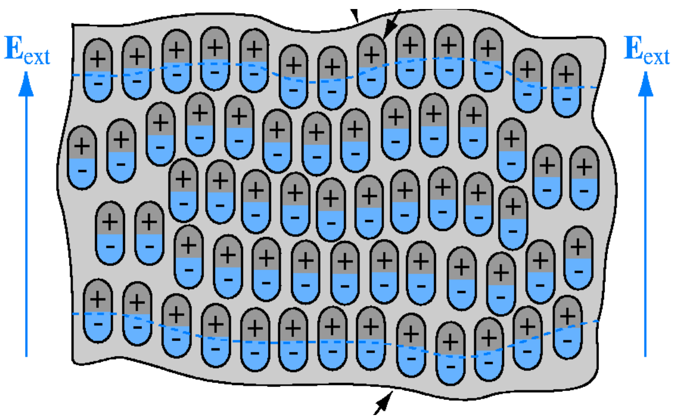
Campo eléctrico en dieléctricos

Cuando un material dieléctrico se somete a un campo eléctrico se forman dipolos inducidos en el material

La carga total es nula:

$$Q_{sp} + Q_{ip} = \int_S \vec{P} \cdot d\vec{S} + \int_V \rho_p dV = 0$$

Aplicando el teorema de Gauss:



$$Q_{ip} = -\int_S \vec{P} \cdot d\vec{S} = -\int_V \mathrm{div}\vec{P} dV$$

De donde:

$$\rho_p = -\mathrm{div}\vec{P}$$

Campo eléctrico en dieléctricos

Cuando un material dieléctrico se somete a un campo eléctrico se forman dipolos inducidos en el material

Debemos generalizar la ley de Gauss:

$$\mathrm{div}\,\vec{E} = \rho/\epsilon_0 \quad \Longrightarrow \quad \mathrm{div}\,\vec{E} = \left(\rho + \rho_p\right)/\epsilon_0$$

Introduciendo la definición de carga de polarización:

$$\mathrm{div}\left(\epsilon_0\vec{E} + \vec{P}\right) = \rho$$

Definimos el vector desplazamiento:

$$\vec{D} = \epsilon_0\vec{E} + \vec{P} \quad \Longrightarrow \quad \mathrm{div}\,\vec{D} = \rho$$

Campo eléctrico en dieléctricos

Cuando un material dieléctrico se somete a un campo eléctrico se forman dipolos inducidos en el material

La ley de Gauss generalizada:

$$\mathrm{div}\,\vec{D} = \rho \quad \Longleftrightarrow \quad \oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = Q$$

Si la polarización es proporcional al campo eléctrico: $\vec{P} = \epsilon_0 \chi_e \vec{E}$

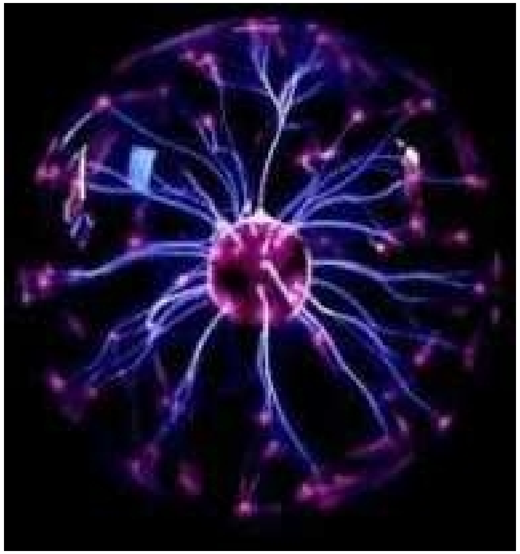
El vector desplazamiento también es proporcional:

$$\vec{D} = \epsilon_0 \underbrace{(1 + \chi_e)}_{\text{Constante dieléctrica relativa, } \varepsilon_r} \vec{E} = \underbrace{\epsilon}_{\text{Permitividad del medio, } \varepsilon} \vec{E}$$

Campo eléctrico en dieléctricos

Cuando el campo eléctrico es muy alto, se arrancan electrones del dieléctrico. Este fenómeno se conoce como **ruptura dieléctrica**.

Al máximo campo que el material es capaz de soportar sin romperse se denomina **rigidez dielectrica.**



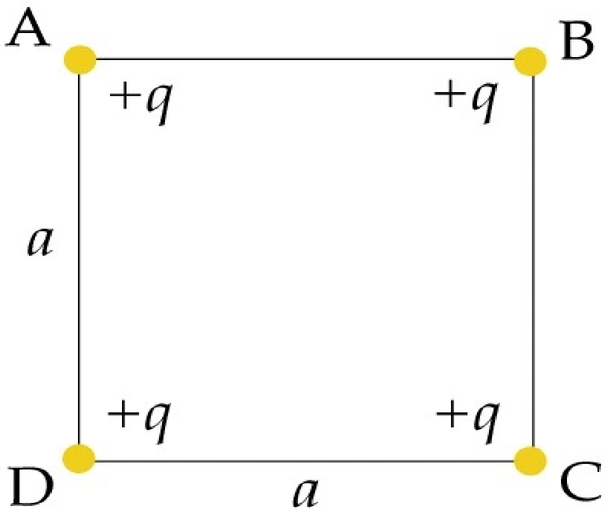
Campo eléctrico en dieléctricos

Material	ε_r	k (10^6 V/m)
Aceite	2,24	12
Agua a 20 ºC	80	
Aire	1,0006	3
Baquelita	4,9	24
Mica	5,4	10-100
Neopreno	6,9	12
Papel	3,7	16
Parafina	2,3	10
Plexiglás	3,4	40
Porcelana	7	5,7
Vidrio pyrex	5,6	14

Constante dieléctrica y rigidez dieléctrica de diversos materiales

Energía del campo eléctrico

Energía necesaria para crear una configuración de cargas



Distribución discreta:

$$U = \frac{1}{2}\sum_i q_i V_i$$

Distribución continua:

$$U = \frac{1}{2}\int dq V = \frac{1}{2}\int \rho V dv$$

Energía del campo eléctrico

Utilizamos la ley de Gauss en un dieléctrico

Para un dieléctrico:

$$U = \frac{1}{2}\int \rho V \, dv = \frac{1}{2}\int \mathrm{div}\vec{D} \, V \, dv$$

Integrando por partes:

$$U = \frac{1}{2}\int \vec{D}\cdot\vec{E} \, dv = \frac{1}{2}\int \epsilon E^2 dv$$

Energía del campo eléctrico en presencia de un dieléctrico

Energía por unidad de volumen: $u = \dfrac{1}{2}\epsilon E^2$

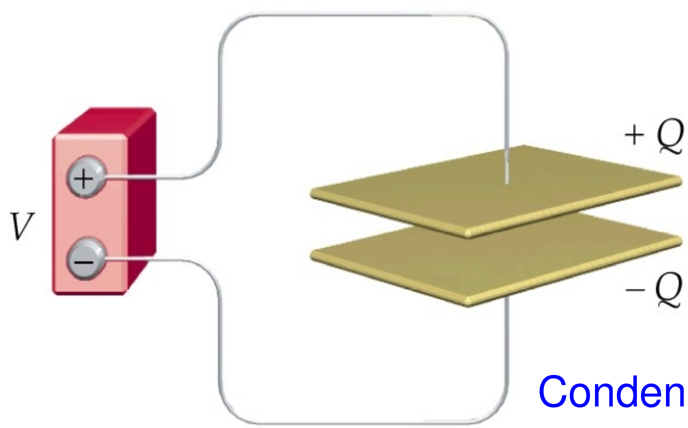
Energía del campo eléctrico

Definición:

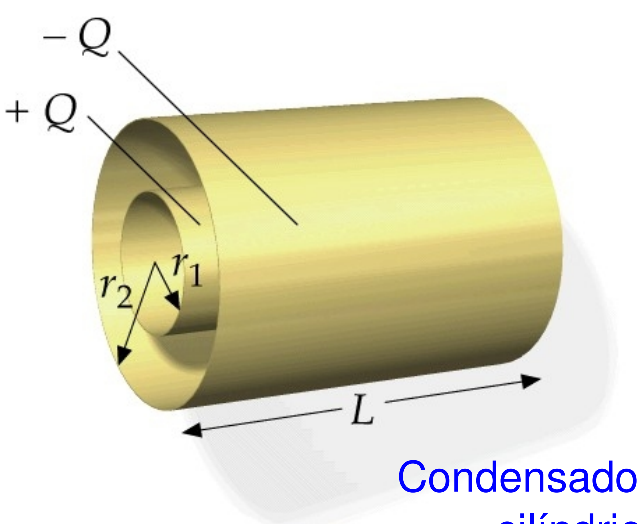
Condensador: Dispositivo diseñado par almacenar energía eléctrica.
Se componen de dos conductores aislados uno del otro, con cargas iguales y de signos opuestos.

Se define la **capacidad** de un condensador como: $C = \frac{Q}{V}$

La unidad de capacidad es el Faradio: 1 F = 1 C/V

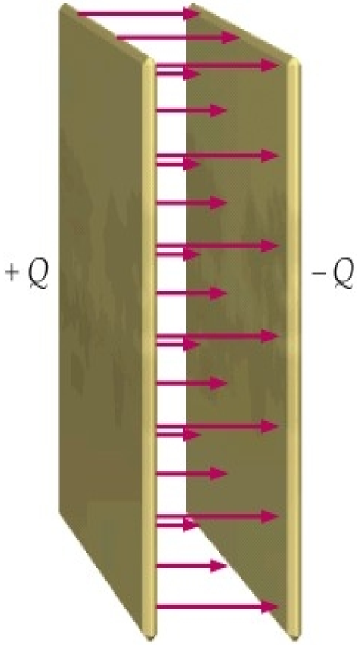


Condensador de láminas plano-paralelas



Condensador cilíndrico

Energía del campo eléctrico: Condensadores

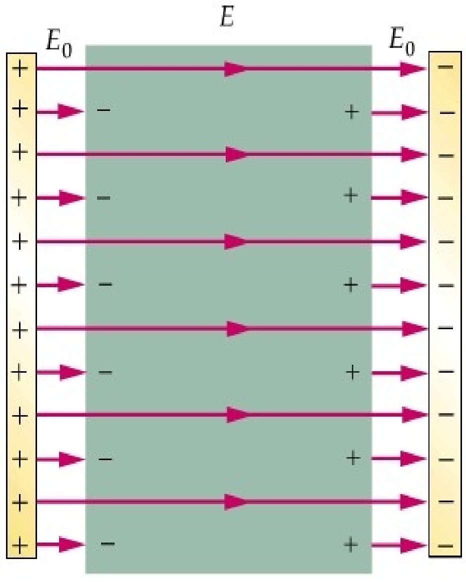


Capacidad de un condensador de láminas plano-paralelas:

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

Si introducimos un dieléctrico entre las placas:

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



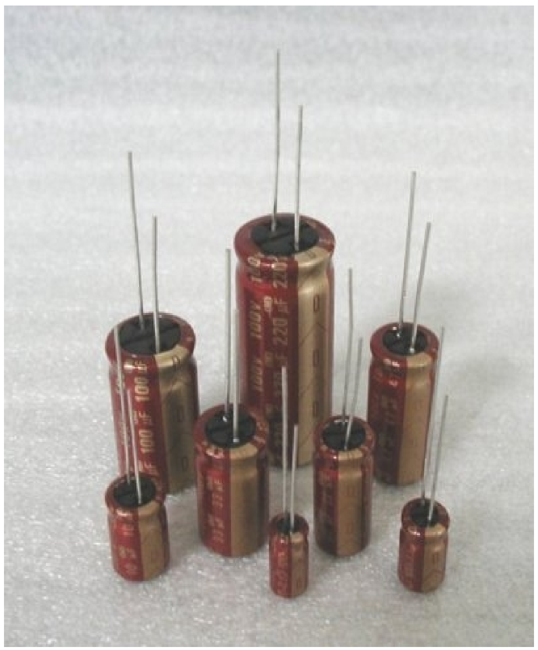
(b)

Energía almacenada en el condensador:

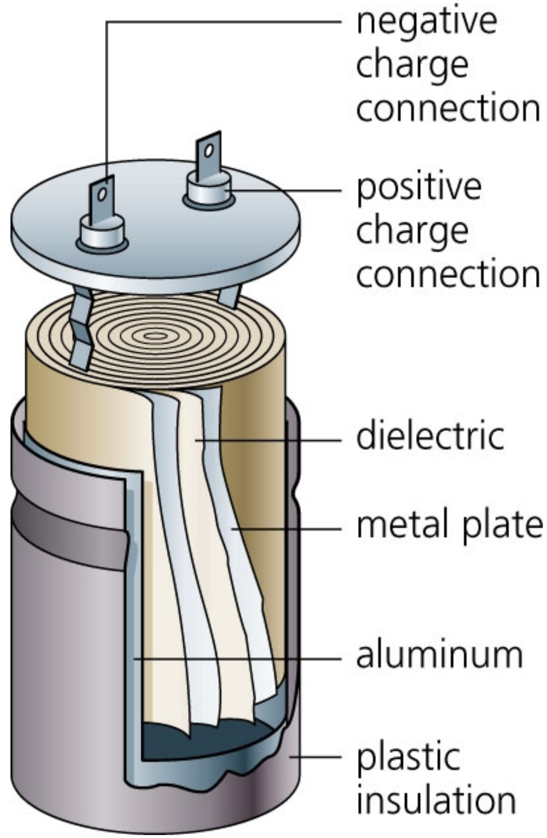
$$U = \frac{1}{2}\int \epsilon E^2 dv = \frac{1}{2} C V^2$$

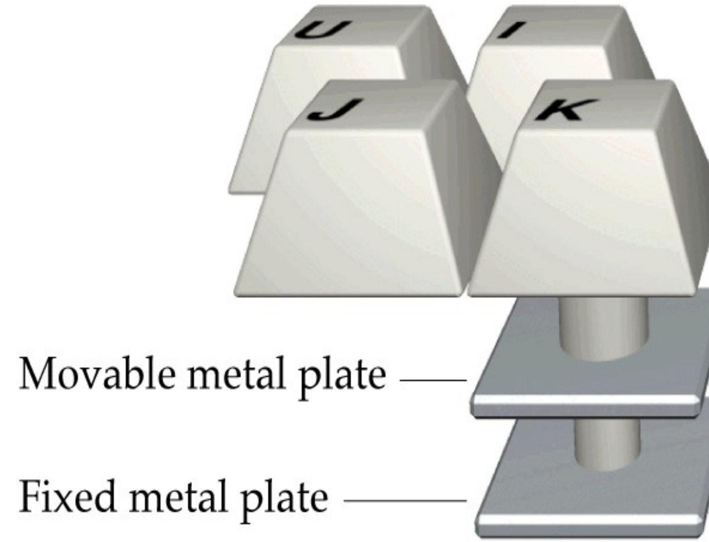
Energía del campo eléctrico: Condensadores

Condensadores:



Condensadores electrolíticos



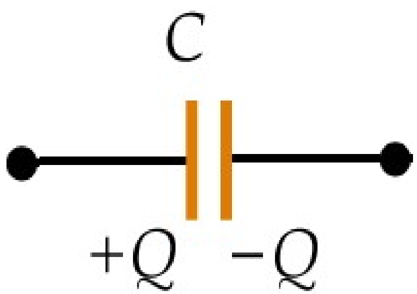


Cambia la capacidad del condensador al pulsar la tecla

Energía del campo eléctrico: Condensadores

Condensador en un circuito:

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

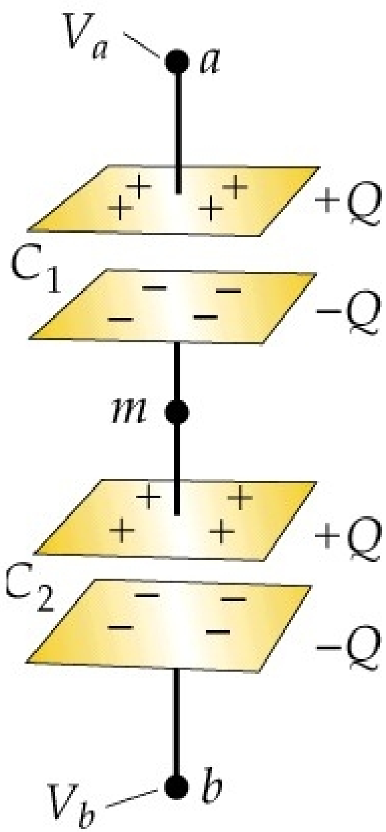


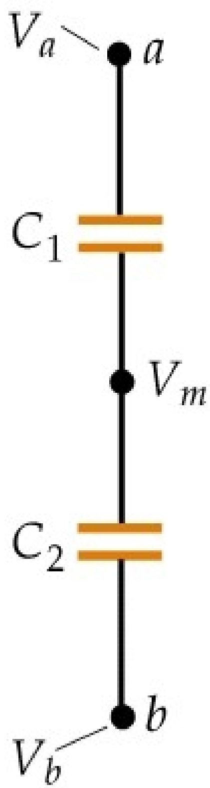
Asociación en serie:

$$V_b - V_a = V_b - V_m + V_m - V_a$$

$$Q_{eq} = Q_1 = Q_2$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$





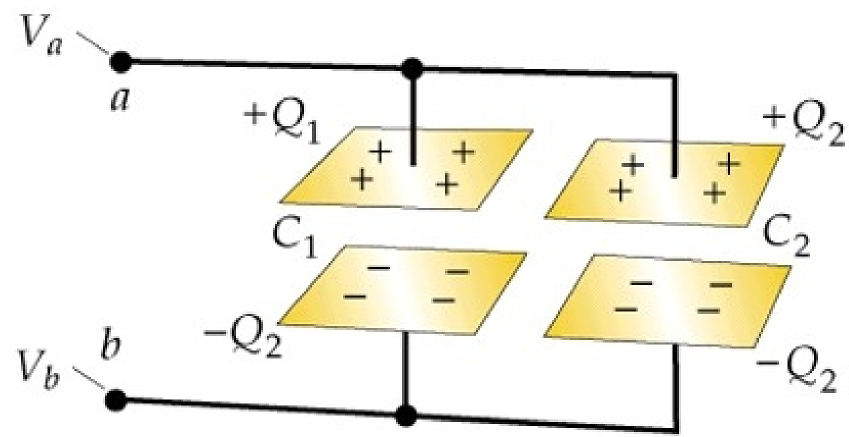
Energía del campo eléctrico: Condensadores

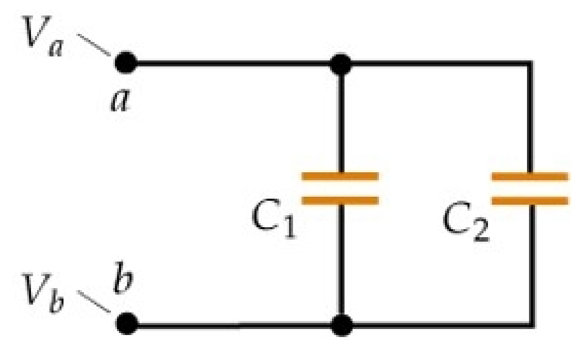
Asociación en paralelo:

$$V_b - V_a = V_1 = V_2$$

$$Q_{eq} = Q_1 + Q_2$$

$$C_{eq} = C_1 + C_2$$





Las asociaciones mixtas deben resolverse de empezando por las agrupaciones más simples hasta tener un sólo condensador equivalente.