



FACULTAD DE CIENCIAS  
**EXACTAS**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO  
DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

# **ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO**

## **2017**

**SEXTA CLASE**

# NOVEDADES

**Miércoles 26 de Abril** - CAMBIO DE HORARIO  
TEORIA PRACTICA - Práctica a las 11 hs y Teoría a las 14 hs.

**Miércoles 3 de Mayo** - NO HABRA TEORIA.  
A las 11 hs. SEGUNDO PARCIALITO, a continuación PRACTICA

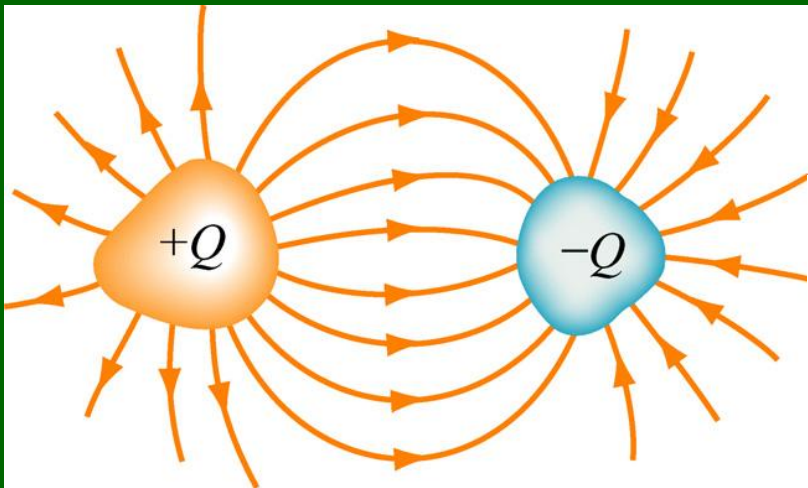
**Miércoles 10 de Mayo** - TURNO ESPECIAL  
FINALES - NO HAY CLASE

**Miércoles 17 de Mayo** - TEORIA A LAS 11 HS -  
TERCER PARCIALITO 13.30 HS

# Capacidad de un conductor

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

## Condensadores



Dispositivo formado por dos conductores cuyas cargas son iguales pero de signo opuesto.

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

La capacidad  $C$  de un condensador se define como el cociente entre la carga  $Q$  y la diferencia de potencia  $\Delta V$  existente entre ellos.

La unidad de capacidad es el **farad o faradio F**,  
Se suelen emplear submúltiplos  
**microfaradio  $\mu\text{F}=10^{-6}\text{F}$** , y el **picofaradio,  $\text{pF}=10^{-12}\text{F}$** .

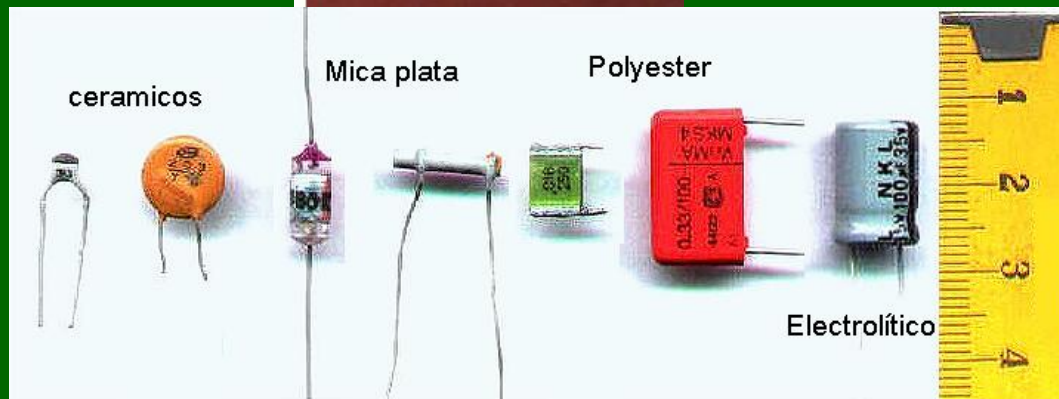
Dentro de un **micrófono condensador** hay un capacitor con una placa rígida y una placa flexible. Las dos placas se mantienen con una diferencia de potencial constante  $V_{ab}$ . Las ondas sonoras provocan que la placa flexible se mueva hacia delante y atrás, lo que hace **variar la capacitancia  $C$**  y ocasiona que la carga fluya hacia y desde el capacitor de acuerdo con la relación  $C/Q=V_{ab}$ . Así, la onda sonora se convierte en un flujo de carga que puede amplificarse y grabarse en forma digital.



24.7 Algunos de los capacitores disponibles en el comercio.

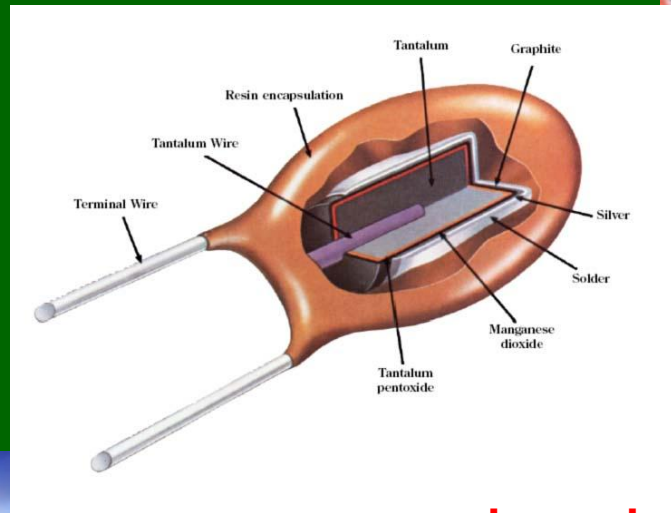


24.4 Los capacitores comerciales están rotulados con el valor de su capacitancia. Para estos capacitores,  $C = 2200 \mu\text{F}$ ,  $1000 \mu\text{F}$  y  $470 \mu\text{F}$ .



**Condensadores de Tántalo:** teléfonos móviles, computadoras, pantallas de plasma, cámaras digitales o equipos de alta tecnología como, por ejemplo, los satélites artificiales

**Coltan o coltán es una mezcla de los minerales columbita y tantalita**



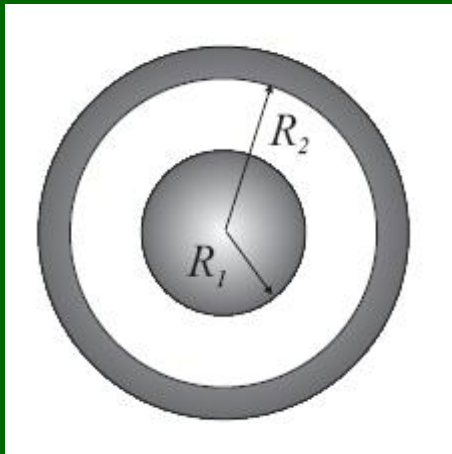
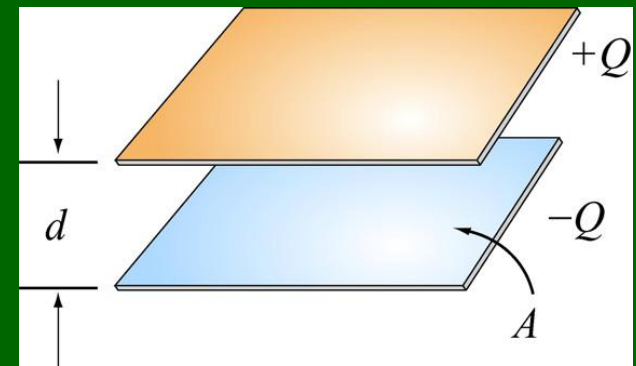
**condensadores de tántalo tienen valores de capacidad eléctrica más exactos y, en especial, son mucho más pequeños**

entre 3.3  $\mu\text{F}$  – 35 V y 220  $\mu\text{F}$  – 4 V) - con perfiles de 0.8 a 1.0 mm



## Capacidad de un condensador de placas paralelas

$$C = \frac{Q}{V_{ab}} = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

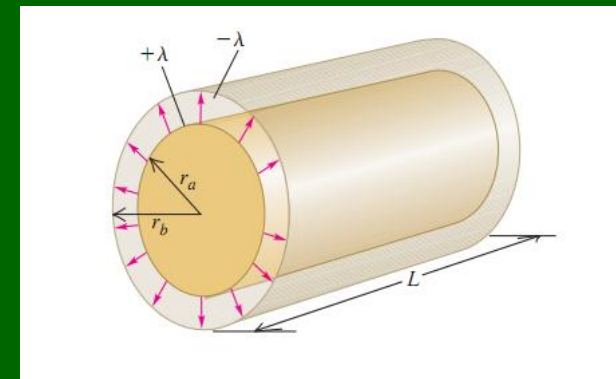


## Capacidad de un condensador esférico

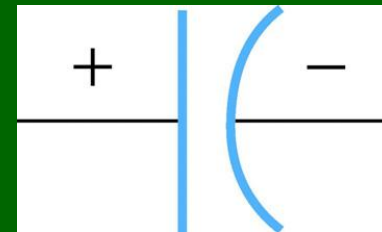
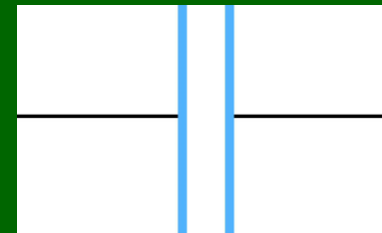
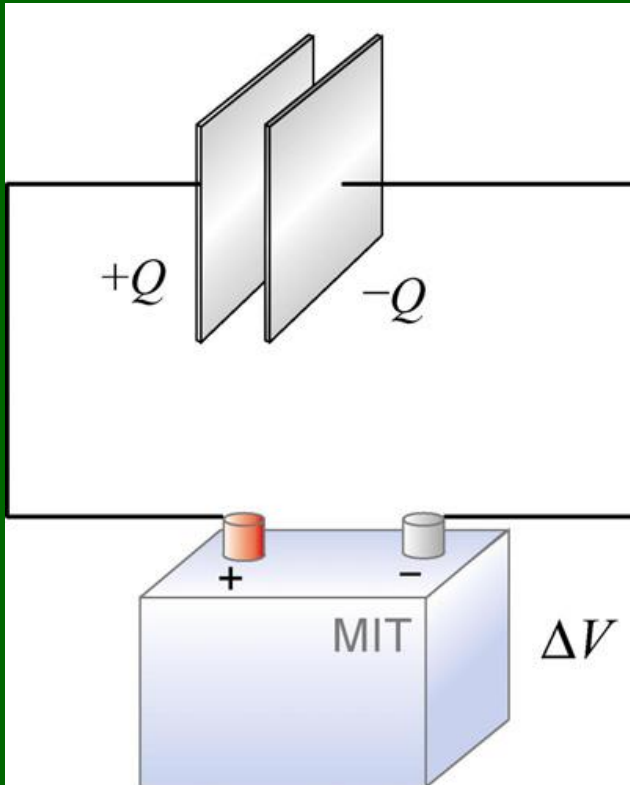
$$C = 4\pi\epsilon_0 \frac{R_1 R_2}{R_2 - R_1}$$

## Capacidad de un condensador cilíndrico

$$C = \frac{Q}{V_{ab}} = \frac{\lambda L}{\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{r_b}{r_a}} = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\ln(r_b/r_a)}$$

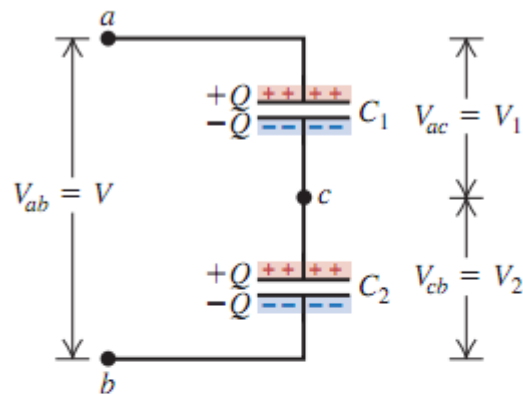


# Capacitores en circuitos eléctricos



# Capacitores en SERIE

- Los capacitores tienen la misma carga  $Q$ .
- Sus diferencias de potencial se suman:  
 $V_{ac} + V_{cb} = V_{ab}$ .

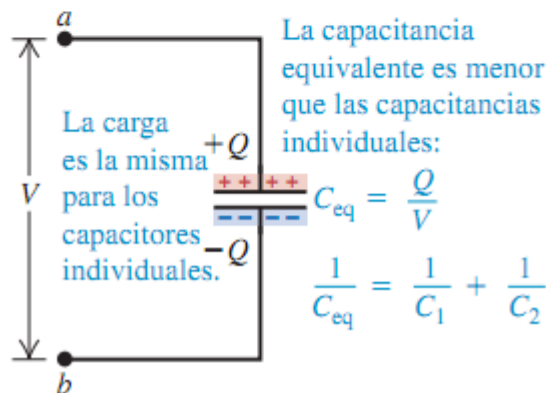


$$V_{ac} = V_1 = \frac{Q}{C_1} \quad V_{cb} = V_2 = \frac{Q}{C_2}$$

$$V_{ab} = V = V_1 + V_2 = Q \left( \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)$$

$$\frac{V}{Q} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

b) El capacitor equivalente único



$$C_{eq} = \frac{Q}{V} \quad \text{o bien,} \quad \frac{1}{C_{eq}} = \frac{V}{Q}$$

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



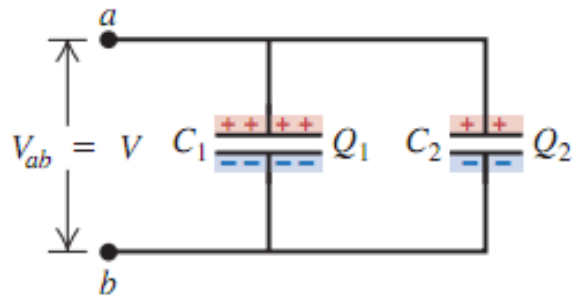
$$\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

**El recíproco de la capacitancia equivalente de una combinación en serie es igual a la suma de los recíprocos de las capacitancias individuales.**

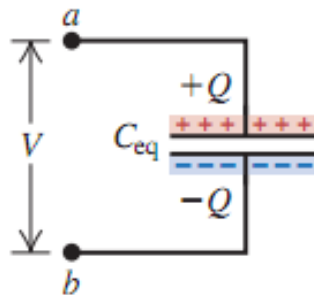
**En una conexión en serie la capacitancia equivalente siempre es menor que cualquiera de las capacitancias individuales.**

# Capacitores en PARALELO

- Los capacitores tienen el mismo potencial  $V$ .
- La carga en cada capacitor depende de su capacitancia:  $Q_1 = C_1V$ ,  $Q_2 = C_2V$ .



b) El capacitor equivalente único



La carga es la suma de las cargas individuales:

$$Q = Q_1 + Q_2.$$

Capacitancia equivalente:

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

$$Q_1 = C_1V \quad y \quad Q_2 = C_2V$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = (C_1 + C_2)V$$

$$\frac{Q}{V} = C_1 + C_2$$

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

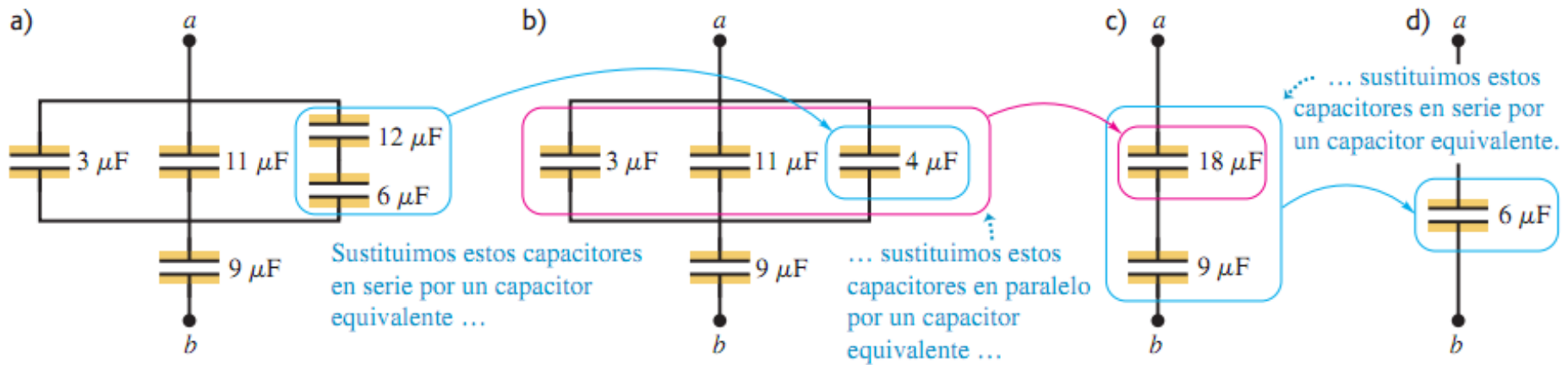
$$C_{\text{eq}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

**La capacitancia equivalente de una combinación en paralelo es igual a la suma de las capacitancias individuales.**

**En una conexión en paralelo, la capacitancia equivalente siempre es mayor que cualquier capacitancia individual.**

# RED DE CAPACITORES

## CIRCUITO DE CAPACITORES



# Energía en un condensador

Cuando se carga un condensador se realiza trabajo

$$dW = V(q)dq = \frac{q dq}{C}$$

$$W \equiv \Delta U = \int_0^Q \frac{q}{C} dq = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

$$U_E = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} QV$$

Para condensador de placas paralelas

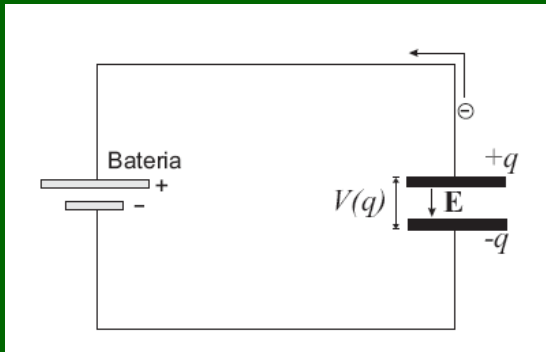
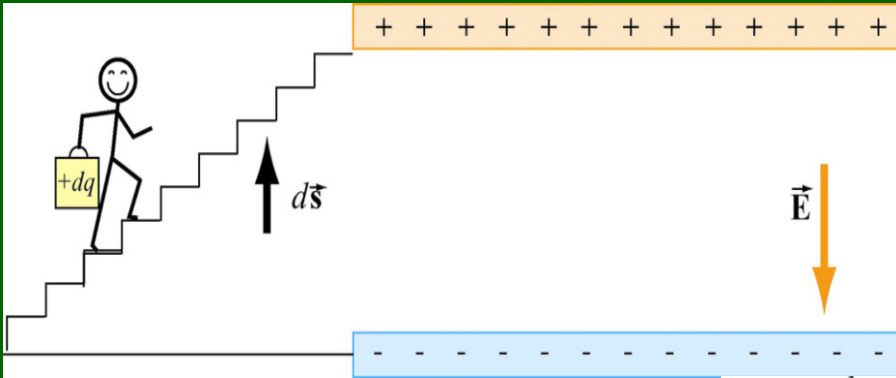
$$V = Ed \quad \text{y} \quad C = \epsilon_0 \frac{S}{d}$$

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} U_E &= \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 \frac{S}{d} E^2 d^2 \\ &= \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 Sd = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \mathcal{V} \end{aligned}$$

$$u = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$$

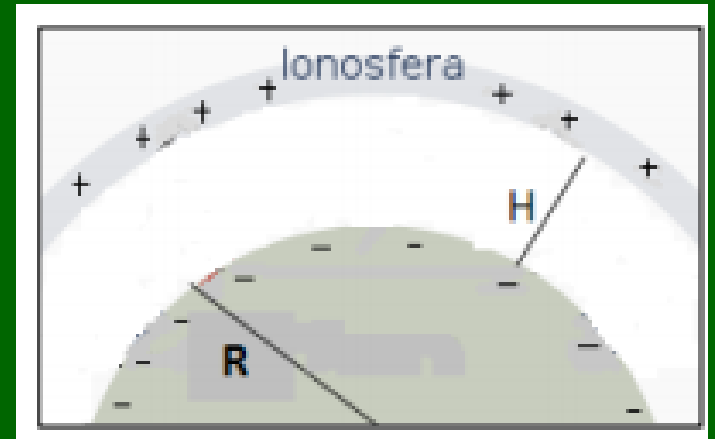
**densidad de energía eléctrica en vacío**  
(energía por unidad de volumen)



## flash de las cámaras fotográficas



el teclado de un ordenador actúa sobre un condensador variable



**El condensador terrestre**



**Desfibrilador**

almacenar  $360 J$  y entregar esta energía al paciente en  $2 ms$ .

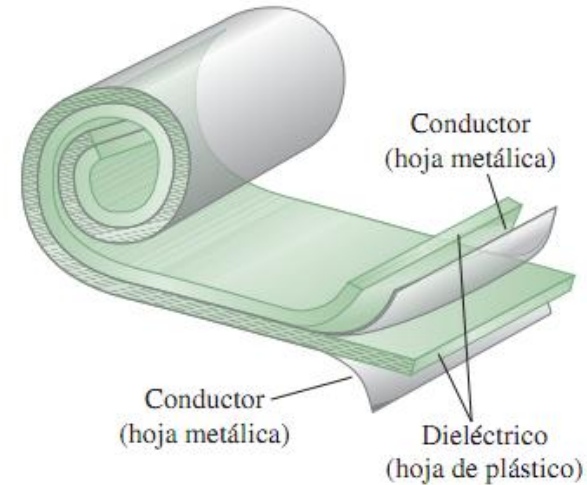
# Dieléctricos

La mayoría de los capacitores tienen un material **no conductor o dieléctrico** entre sus placas conductoras.

La colocación de un dieléctrico sólido entre las placas de un capacitor tiene tres funciones:

1. Resuelve el problema mecánico de mantener dos hojas metálicas grandes con una separación muy pequeña sin que hagan contacto.
2. Un dieléctrico incrementa al máximo posible la diferencia de potencial entre las placas del capacitor.
3. La capacitancia de un capacitor de dimensiones dadas es mayor cuando entre sus placas hay un material dieléctrico en vez de vacío.

Un tipo común de capacitor utiliza láminas dieléctricas para separar los conductores.

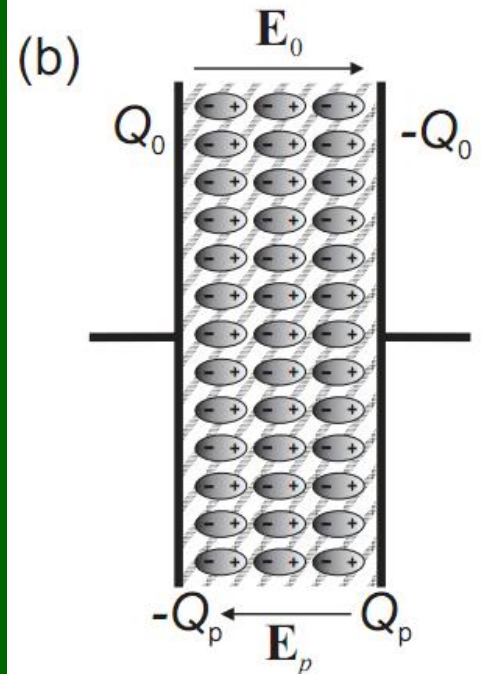
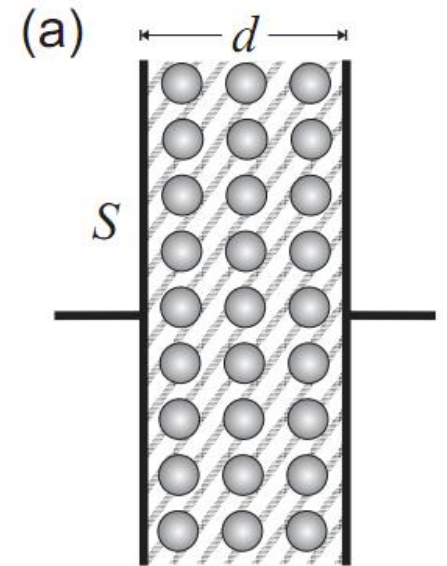


En a) observemos el condensador plano con dieléctrico descargado

Si ahora este condensador es cargado con una carga  $Q_0$ , entonces aparecerá un cierto campo  $E_0$  entre las placas del condensador.

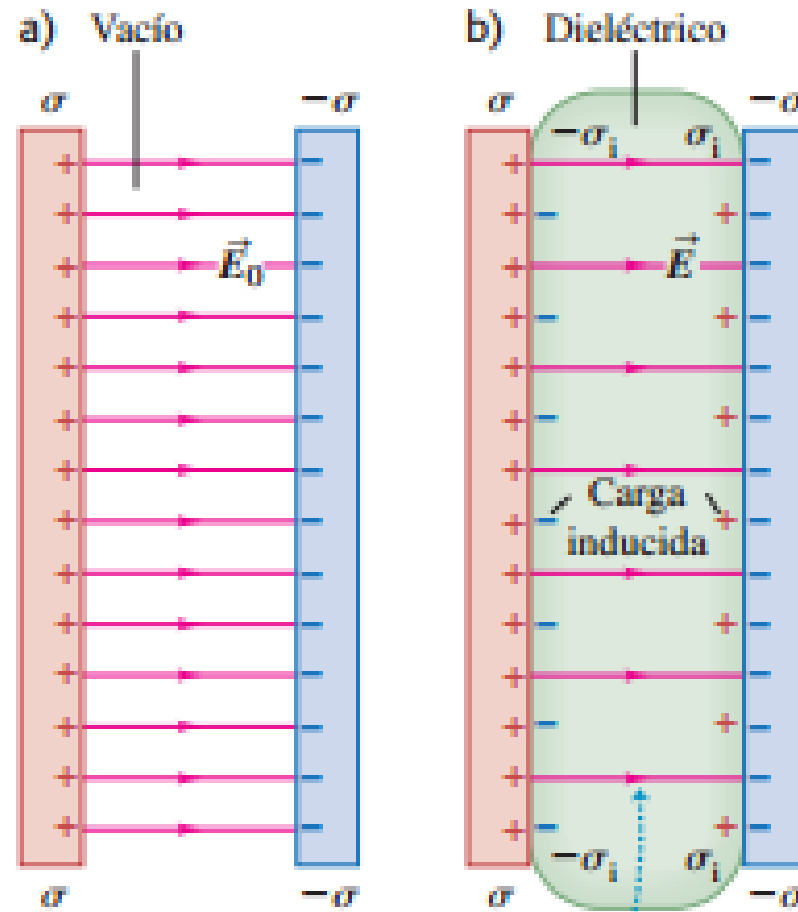
Este campo eléctrico provocará la **polarización de los átomos** del material dieléctrico dando lugar a una situación microscópica tal como se muestra en la figura b)

Queda así una carga descompensada de valor  $Q_p$  justamente en los extremos del material adyacentes a las placas del condensador.



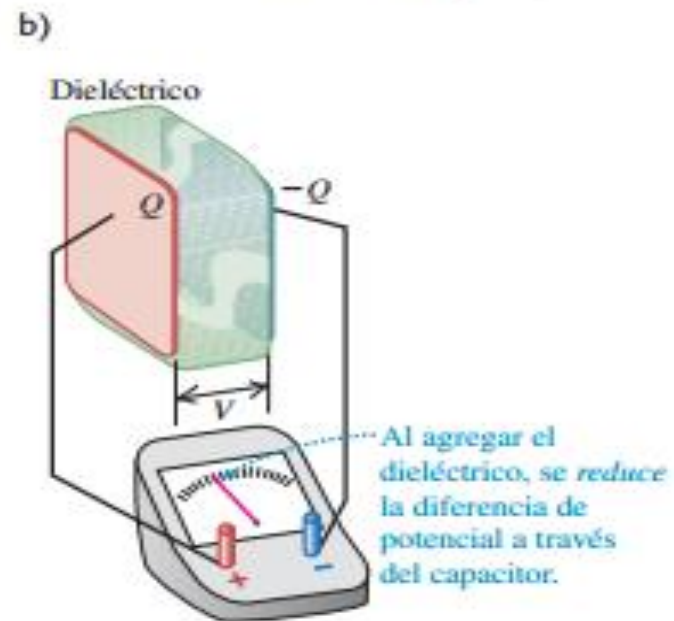
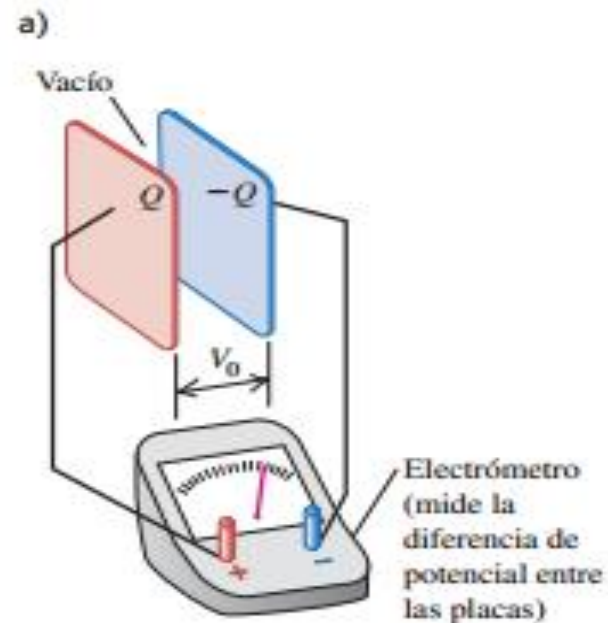


**24.15** Líneas de campo eléctrico cuando entre las placas hay a) vacío y b) un dieléctrico.



Para una densidad de carga dada  $\sigma$ , las cargas inducidas en las superficies del dieléctrico reducen el campo eléctrico entre las placas.

**24.14** Efecto de un dieléctrico entre las placas paralelas de un capacitor. a) Con una carga dada, la diferencia de potencial es  $V_0$ . b) Con la misma carga pero con un dieléctrico entre las placas, la diferencia de potencial  $V$  es menor que  $V_0$ .



La carga  $Q_p$  origina un campo eléctrico  $E_p$  que al superponerse al campo original  $E_0$  da lugar a un nuevo campo  $E$ , cuyo modulo puede expresarse como

$$E = \frac{E_0}{\epsilon_r},$$

donde  $\epsilon_r$  es una constante adimensional positiva mayor que la unidad que dependerá del material y que denominaremos **permitividad relativa o constante dieléctrica K del material**.

Si la capacidad del condensador de placas paralelas en vacío venía dada por

$$C_0 = \frac{Q_0}{V_0} = \epsilon_0 \frac{S}{d},$$

al introducir el material dieléctrico se reduce el valor del campo entre las placas del condensador y, en consecuencia, también se reducirá la diferencia de potencial entre las mismas,

$$V = Ed = \frac{V_0}{\epsilon_r}.$$

Así la capacidad del condensador con dieléctrico es

$$C = \frac{Q_0}{V} = \frac{Q_0}{V_0/\epsilon_r} = \epsilon_r C_0 = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d},$$

Mayor que  $C_0$  pues  $\epsilon_r$  es mayor que 1

Globalmente, el efecto de introducir el material dieléctrico homogéneo e isótropo ha quedado reflejado en la sustitución de  $\epsilon_0$  por  $\epsilon_0 \cdot \epsilon_r$

De esta forma, la capacidad de un condensador de placas paralelas

$$C = \epsilon \frac{S}{d},$$

siendo

$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r,$$

la permitividad dieléctrica del material.

## Permitividad relativa de algunos materiales

Material	Permitividad relativa
Vacío	1
Aire	1.00059
Agua (20 <sup>0</sup> C)	80
Papel	3.7
Porcelana	7
Vidrio	5.6
Neopreno	6.9
Poliestireno	2.55

# Ruptura dieléctrica

Cuando un material dieléctrico se somete a un campo eléctrico suficientemente intenso, tiene lugar **la ruptura del dieléctrico** y entonces el dieléctrico se convierte en conductor

Esto ocurre cuando el campo eléctrico es tan intenso que arranca los electrones de sus moléculas y los lanza sobre otras moléculas, con lo cual se liberan aún más electrones. Esta avalancha de carga en movimiento, que forma una chispa o descarga de arco, suele iniciarse de forma repentina.

La magnitud máxima de campo eléctrico a que puede someterse un material sin que ocurra la ruptura se denomina **rigidez dieléctrica**.

Esta cantidad se ve afectada de manera significativa por la temperatura, las impurezas, las pequeñas irregularidades en los electrodos metálicos y otros factores que son difíciles de controlar.