

Carga y campo eléctrico – Energía electrostática

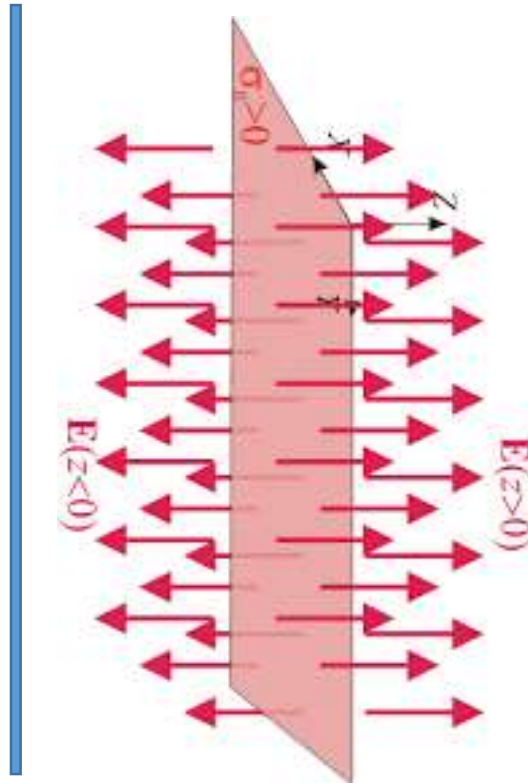
Distribución de cargas

Una carga Q se puede distribuir en:

- a) Volumen \rightarrow distribución volumétrica = Q/V
- b) Superficie \rightarrow distribución superficial $\sigma = Q/A$
- c) Lineal \rightarrow distribución lineal = Q/L

Campo eléctrico de un plano infinito cargado

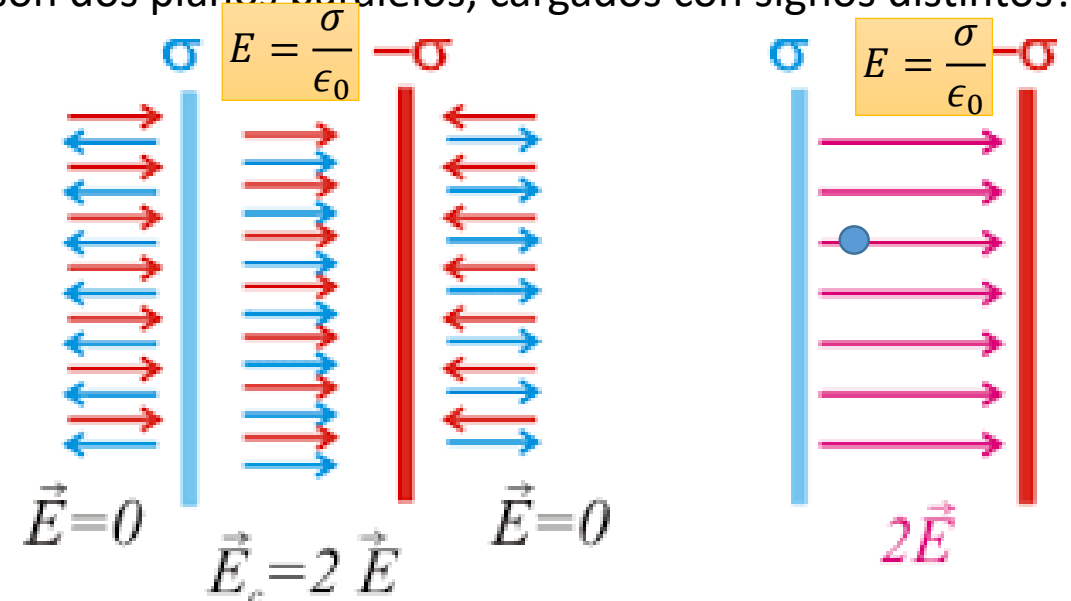
$$\sigma = Q/A$$



- a) Las líneas son perpendiculares al plano
- b) El campo es uniforme

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

Y si son dos planos paralelos, cargados con signos distintos?



capacitor/condensador

Ejercicio 4

Indique cuál de las siguientes afirmaciones es la única correcta.

$$F = K \frac{q_1 q_2}{d^2}$$
$$F = E q$$

- La fuerza eléctrica entre 2 cargas puntuales no depende de la distancia que las separa.
- El campo eléctrico que genera una carga puntual positiva adopta el mismo valor en todos los puntos del espacio a su alrededor.
- Dado que la fuerza eléctrica es conservativa, el trabajo que realiza la misma al desplazar una carga en un campo eléctrico uniforme es siempre nulo, sin importar la trayectoria realizada.
- La fuerza eléctrica y el campo eléctrico se representan como vectores que, en cada punto del espacio, siempre tienen la misma dirección y sentido.
- En un campo eléctrico uniforme, una carga puntual siempre experimenta una fuerza de igual módulo, dirección y sentido en cualquier punto del espacio.
- La fuerza eléctrica sobre una carga puntual no realiza trabajo cuando se la desplaza en la misma dirección y sentido del campo eléctrico uniforme en la que se encuentra.

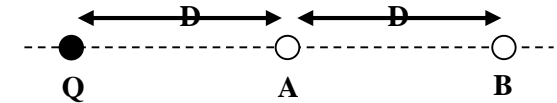
Ejercicio 5

Se coloca una carga puntual de valor $Q = 2\text{mC}$ a 3 m de un plano infinito, cargado con densidad superficial uniforme de carga positiva. La carga experimenta una fuerza de 0,5 N de intensidad. Entonces, midiendo las distancias desde el plano, es verdadero que:

- A 6 m la intensidad de la fuerza sobre la carga será de 0,25 N
- A 6 m la intensidad de la fuerza sobre la carga será de 1 N
- A 6 m la intensidad de la fuerza sobre la carga será de 0,5N
- La intensidad del campo eléctrico que genera el plano a 3 m vale 0,5 N/C
- La intensidad del campo eléctrico que genera el plano a 6 m vale 0,5 N/C
- La intensidad del campo eléctrico que genera el plano a 50 m es casi cero

Una carga eléctrica puntual de módulo Q (representada por un círculo negro) está fija en el espacio. Los puntos A, B y la carga Q se encuentran sobre una línea recta separados una distancia D tal como muestra la figura. Si denominamos E_A y E_B al módulo del campo eléctrico generado por la carga Q en los puntos A y B ¿Cuál es la única afirmación correcta?

- E_A y E_B tienen el mismo valor no nulo.
- el valor de E_A y E_B es cero.
- E_A vale el doble de lo que vale E_B .
- E_A vale 4 veces lo que vale E_B .
- E_A vale el 25% de lo que vale E_B .
- E_A vale el 50% de lo que vale E_B .



$$E_A = k \frac{Q}{D^2}; E_B = \frac{kQ}{(2D)^2} = \frac{kQ}{4D^2}$$

$$\frac{E_B}{E_A} = \frac{\frac{kQ}{4D^2}}{\frac{kQ}{D^2}} = \frac{1}{4}$$

Potencial y trabajo eléctrico

El **trabajo eléctrico** es el trabajo que realiza una fuerza eléctrica sobre una carga que se desplaza desde un punto A hasta otro punto B. Si suponemos que la fuerza es constante durante todo el desplazamiento,

$$L_{Fe} = F_e \times \Delta x \times \cos(\alpha) \quad L_{Fe} = \int \mathbf{F}_e \, d\mathbf{x}$$

$$L_{Fe}(A \rightarrow B) = F_e \times \Delta x \times \cos(\alpha) = E \times q \times \Delta x \Rightarrow E \times \Delta x = \frac{L_{Fe}}{q}$$

$\frac{L_{Fe}}{q}$ (trabajo por unidad de carga, energía electrostática)

Hay que tener en cuenta que la carga que se desplaza lo puede hacer en el sentido de la fuerza eléctrica u opuesto. Si es el opuesto se necesita una fuerza externa para realizarse:

$$L_{Fe} = - L_{\text{fuerza externa}}$$

Potencial y trabajo eléctrico

En mecánica vimos que hay un energía potencia gravitatoria $L_P(A \rightarrow B) = -\Delta E_{PG} = E_{PG}^B - E_{PG}^A$

En electrostática podemos definir una energía potencial electrostática y un potencial eléctrico

$$L_{Fe}(A \rightarrow B) = -\Delta E_{pe}(A \rightarrow B) = E_{pe}(A) - E_{pe}(B)$$

$$\frac{L_{Fe}(A \rightarrow B)}{q} = -\Delta V_e(A \rightarrow B) = V_A - V_B$$

$$-\frac{L_{Fe}(A \rightarrow B)}{q} = V_B - V_A$$

La unidad del potencial es el Volt (V) y $1V = 1J/C$

Ejercicio 6

Un **electrón** se mueve siguiendo la trayectoria ABC que indica la figura bajo la acción de un plano infinito cargado positivamente. Si llamamos L al trabajo de la fuerza eléctrica sobre el electrón al desplazarse entre dos puntos, se cumple que:

$$L_{BC} > 0$$

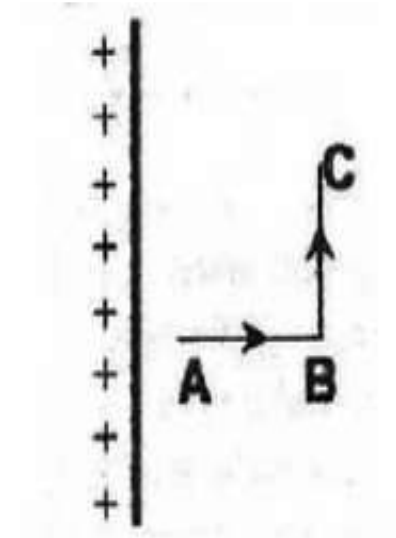
$$L_{BC} < 0$$

$$L_{AB} < 0$$

$$L_{AB} = 0$$

$$L_{ABC} = 0$$

$$L_{ABC} > 0$$



$$L_{ABC} = F_{AB} \times AB \times \cos(\alpha) + F_{BC} \times BC \times \cos(\alpha)$$

$$F_{BC} \times BC \times \cos(90) = 0$$

$$F_{AB} \times AB \times \cos(\alpha) = E \times -q \times AB \times \cos(0) < 0$$

Ejercicio 7

Una carga de $+2 \cdot 10^{-8}$ C se coloca (en reposo) en un campo eléctrico uniforme, cuya intensidad es 5×10^4 V/m. Se considera que la carga está sometida únicamente a la fuerza eléctrica. Cuando la carga se haya desplazado 8 cm, su energía cinética:

- Habrá aumentado 4×10^{-5} J
- Habrá disminuido 4×10^{-5} J
- Habrá aumentado 8×10^{-5} J
- Habrá disminuido 8×10^{-5} J
- Habrá aumentado 16×10^{-5} J
- Habrá disminuido 16×10^{-5} J

$$\Delta E_C = L F_R = E \times q \times \Delta x$$

Capacitores

- Dos planos cargados y enfrentados se denomina capacitor.
- Se dice que los capacitores almacenan cargas eléctricas Q .
- Si se pone una carga dentro de las placas, esta se acelera y por lo tanto se realiza un trabajo sobre la misma. Por lo tanto, el capacitor almacena energía.
- Entre las dos placas aparece una diferencia de potencial (ΔV)

$$Q = C \times \Delta V$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times \frac{10^{-12} \text{C}^2}{\text{Nm}^2}$$

Donde C es la capacidad del capacitor y depende de la geometría y del material dentro.

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

Unidades

- La Capacidad se mide en unidades de Faradios (F) o en sus múltiplos

$$1mF = 10^{-3}F$$

$$1\mu F = 10^{-6}F$$

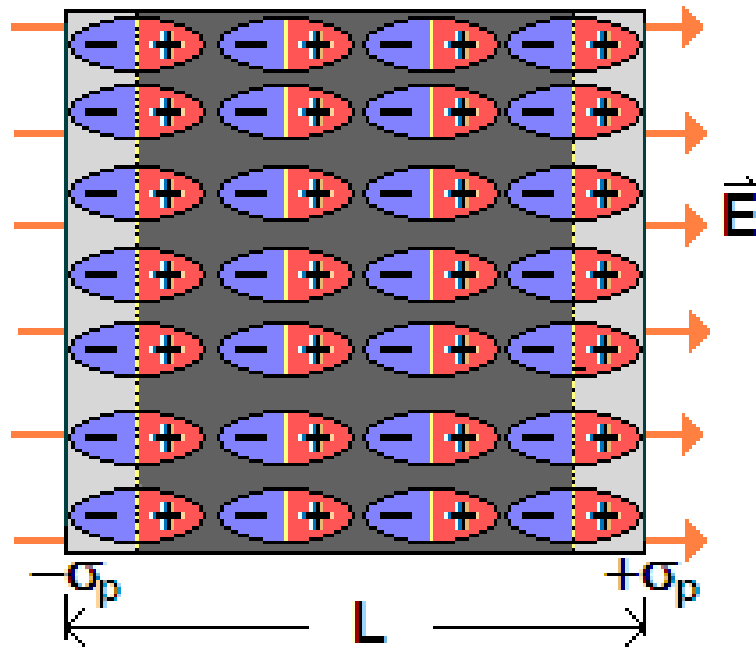
$$1nF = 10^{-9}F$$

$$1pF = 10^{-12}F$$

$$\mu F \times V = \mu C \quad mF \times V = mC$$

Medio dieléctrico

- Entre las placas de un capacitor, se puede poner un medio dieléctrico (aislante) para cambiar la capacidad.



$$\epsilon_r = \frac{\epsilon_{dielectrico}}{\epsilon_0} > 1$$

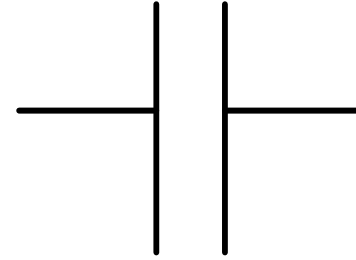
$$C_{dielectrico} = \epsilon_r \epsilon_0 \times \frac{A}{d}$$

$$C_{dielectrico} > C_{vacio}$$

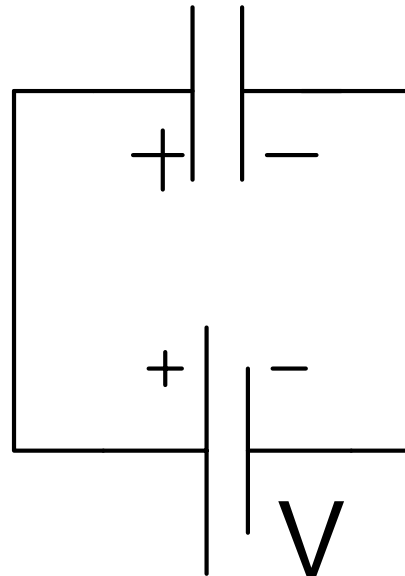
ϵ_r permitividad relativa del medio dieléctrico

Capacitores

Un capacitor se puede representar como:



Cuando un capacitor se conecta a una batería o pila, éste se carga con $Q = C V$, donde C es la capacidad y V la diferencia de potencial de la batería



Ejercicio 8

Un capacitor plano de placas paralelas está en equilibrio conectado a una batería. Sin desconectar la batería, se introduce entre las placas un dieléctrico de constante dieléctrica relativa 25, que llena el espacio entre ellas. Cuando se alcance el nuevo equilibrio:

- La carga en las placas y la diferencia de potencial entre ellas quedan multiplicadas por 25.
- La carga se mantiene constante y la diferencia de potencial queda multiplicada por 25.
- La carga queda multiplicada por 25 y la diferencia de potencial se mantiene constante.
- La carga se mantiene constante y la energía almacenada queda multiplicada por 25.
- La carga queda multiplicada por 25 y la energía almacenada se mantiene constante.
- La carga se mantiene constante y la energía almacenada queda dividida por 25.

Energía de un capacitor

- Un **capacitor** (o condensador) es un dispositivo que **almacena energía eléctrica** en forma de un **campo eléctrico** entre sus placas. Cuando se aplica una diferencia de potencial (voltaje) entre ellas, se acumula carga positiva en una placa y carga negativa en la otra.
- La **energía almacenada** en el capacitor proviene del trabajo que realiza la fuente de voltaje para mover las cargas eléctricas y separarlas contra la atracción eléctrica.
- La energía U que se almacena en un capacitor se expresa como:

$$U = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} QV = \frac{Q^2}{2C}$$

- Cuál debería ser la capacidad de un capacitor para almacenar 350 mJ cuando se conecta a una batería de 10 V.

$$U = \frac{1}{2} C V^2$$

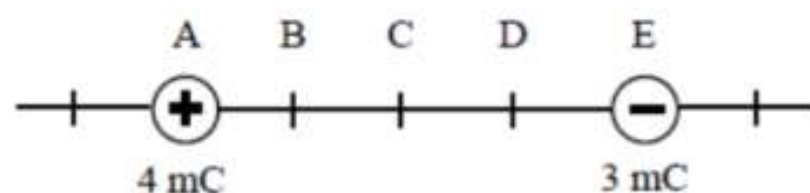
$$C = \frac{2U}{V^2} = 2 \times 0.350 \frac{J}{(10 V)^2} = 7 \times 10^{-3} F = 7 mF$$

Qué carga almacena el capacitor?

$$Q = C V \Rightarrow 0.007 F \times 10 V = 0.07 C$$

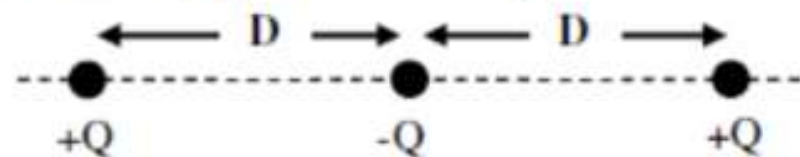
$$Q = C V \Rightarrow 7 mF \times 10 V = 70 mC$$

Ejercicio 5. El esquema muestra dos cargas eléctricas fijas. El espacio entre ellas está dividido en cuatro partes de igual longitud. ¿Dónde habría que poner una tercera carga para que estuviera en equilibrio bajo la acción de las otras dos?



- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> a la izquierda de A | <input type="checkbox"/> entre A y B |
| <input type="checkbox"/> entre B y C | <input type="checkbox"/> entre C y D |
| <input type="checkbox"/> entre D y E | <input type="checkbox"/> a la derecha de E |

Ejercicio 6. Tres cargas eléctricas de módulo Q (representadas por círculos negros) están fijas en el espacio formando una línea recta ($D =$ distancia entre cargas). Dos cargas son de igual signo y la tercera no. ¿Cuál es la única afirmación correcta respecto de la fuerza resultante (F_R) sobre cada carga?



- Las cargas positivas tienen $F_R = 0$.
- Las cargas positivas tienen F_R de diferente módulo.
- Las tres cargas tienen F_R de diferente módulo.
- La carga negativa tiene F_R no nula.
- Las tres cargas tienen F_R con idéntica dirección y sentido.
- Las cargas positivas tienen F_R con idéntica dirección y sentido contrario.