

Sesión 3:

Ley de coulomb



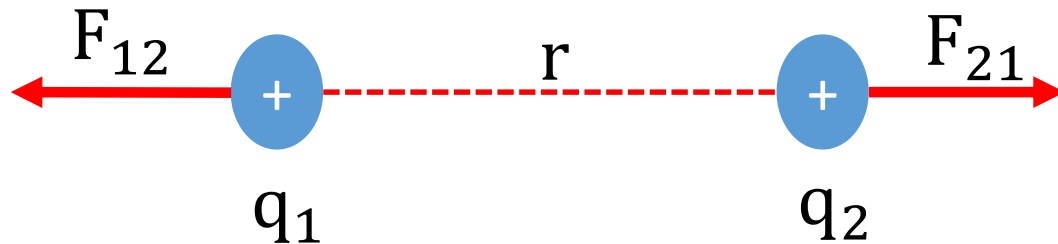
Agustín de Coulomb
1785

Ley de Coulomb

La interacción eléctrica entre dos partículas cargadas se describe en función de las fuerzas que ejercen una sobre la otra.

- La ley de Coulomb establece:
“La fuerza de atracción o repulsión de dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de sus cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa”.

$$F_{12} = F_{21} = k_c \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$



donde:

F_{12} : módulo de la fuerza sobre la carga 1 debido a la carga 2

F_{21} : módulo de la fuerza sobre la carga 2 debido a la carga 1

q_1 : magnitud de la carga 1

q_2 : magnitud de la carga 2

r : distancia entre las cargas 1 y 2

K_c : constante de Coulomb

Ley de Coulomb

K_c : constante de Coulomb

$$K_c = 8,9875 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

también $K_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

$$\epsilon_0 = 8,8542 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$$

Es la permitividad del espacio libre

Valores de K (N m ² / C ²)	
Vacío	9.10 ⁹
Vidrio	1,29.10 ⁹
Glicerina	1,61.10 ⁸
Agua	1,11.10 ⁸

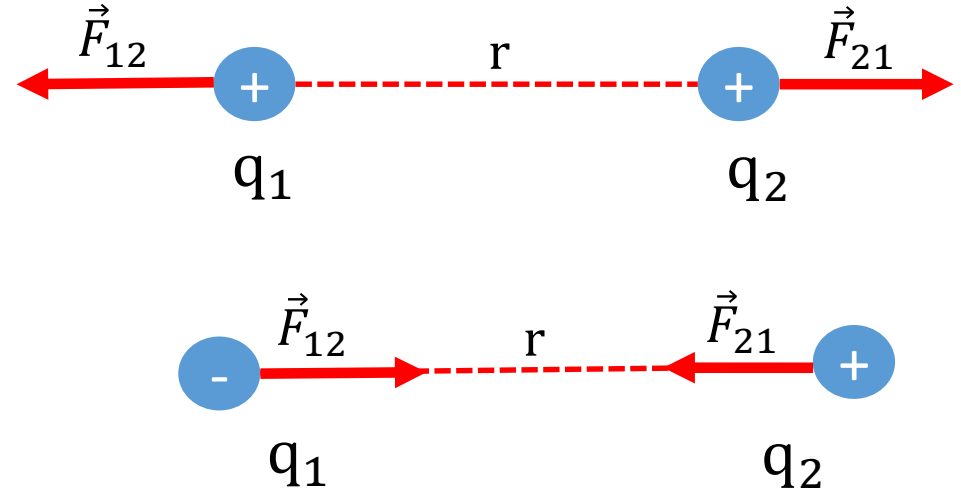
La fuerza es una cantidad vectorial

La fuerza eléctrica ejercida sobre la carga q_1 debido a la carga q_2 , se expresa de la siguiente forma:

$$\vec{F}_{12} = k_c \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \hat{r}_{12}$$

\hat{r}_{12} : es un vector unitario dirigido de q_1 a q_2

$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ debido a que la Ley de Coulomb obedece a la tercera ley de Newton.

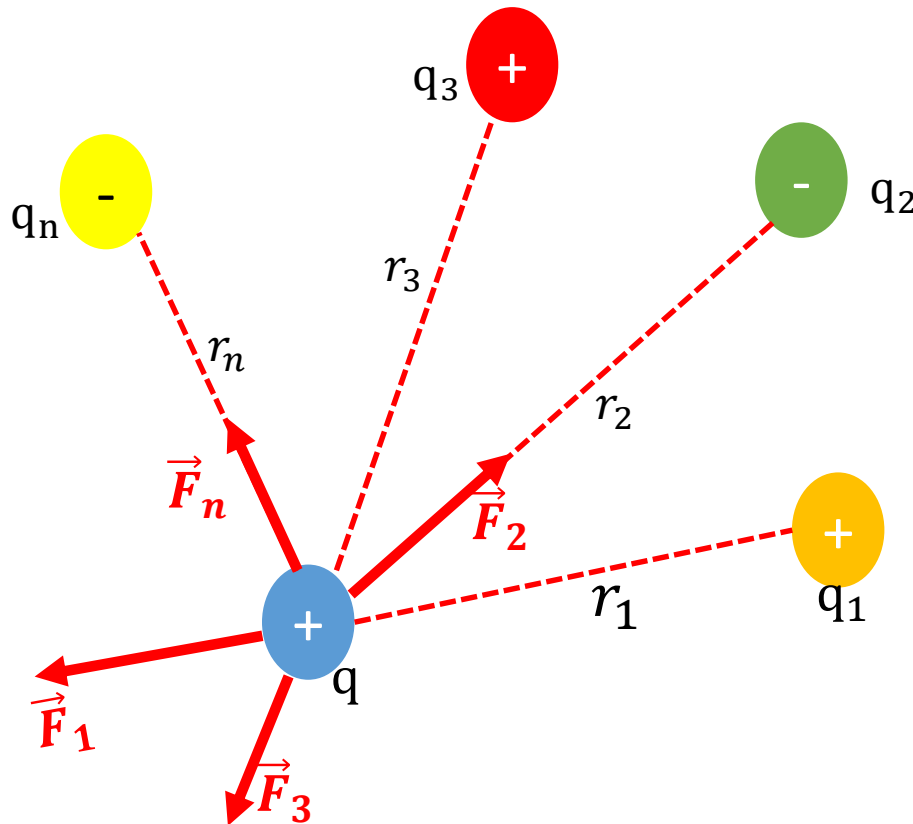


si q_1 y q_2 tienen el mismo signo \longrightarrow la fuerza es de **repulsión**.

si q_1 y q_2 tienen diferente signo \longrightarrow la fuerza es de **atracción**.

Principio de superposición

Se ha comprobado también experimentalmente que las fuerzas eléctricas se comportan de forma aditiva: “la fuerza eléctrica sobre una carga q , debida a un conjunto de cargas $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$, es igual a la suma vectorial de las fuerzas F_i , que cada carga q_i , ejerce separadamente sobre la carga q ”



$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$$

Ejemplos:

1. Dos cargas puntuales $q_1 = 4 \times 10^{-6} \text{ C}$ y $q_2 = -8 \times 10^{-6} \text{ C}$, están separadas 4 m, determinar la fuerza eléctrica con que se atraen.

Solución

Se tiene:

$$q_1 = 4 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = -8 \times 10^{-6} \text{ C}$$

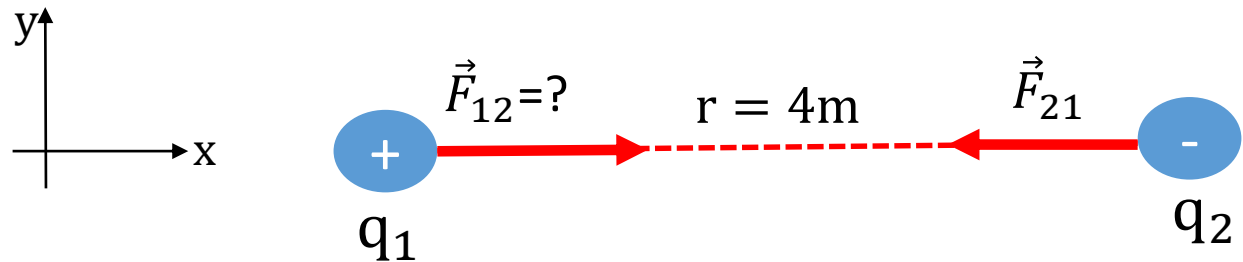
$$r = 4 \text{ m}$$

$$K_c = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

$$\hat{r}_{12} = \vec{l} \text{ (vector unitario en la dirección del eje x)}$$

Sabemos:

$$\vec{F}_{12} = k_c \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \hat{r}_{12}$$



Reemplazando:

$$\vec{F}_{12} = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \frac{(4 \times 10^{-6} \text{ C})(8 \times 10^{-6} \text{ C})}{(4 \text{ m})^2} \vec{l}$$

$$\vec{F}_{12} = 18 \times 10^{-3} \vec{l} \text{ Newton}$$

2. Una esfera de aluminio de 10^{-3}m de diámetro esta debajo de otro del mismo tamaño cargado positivamente de $2 \times 10^{-11}\text{C}$, ambos están en el vacío.

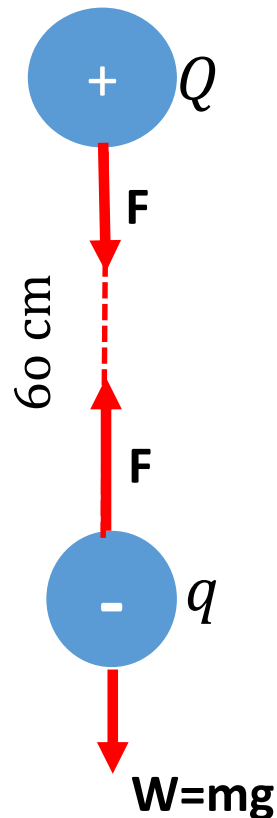
Cuál será la carga negativa de la esfera que está debajo a 60 cm para que por atracción, por la de arriba se mantenga en equilibrio.
(densidad $Al = 2.7 \text{ gr/cm}^3$)

$$D = 10^{-3} \text{ m}$$

$$d = 60 \text{ cm} = 0.6 \text{ m}$$

$$Q = 2 \times 10^{-11} \text{ C}$$

$$q = ?$$



$$\text{Volumen de la esfera: } v = \frac{\pi d^3}{6} = \frac{\pi (10^{-3})^3}{6} = 0.52 \times 10^{-9} \text{ m}^3$$

Masa de la esfera:

$$\text{sabemos } \rho = \frac{m}{v} \rightarrow m = v \rho_{Al}$$

$$m = 0.52 \times 10^{-9} \text{ m}^3 \left(2.7 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right) \left[\frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ gr}} \cdot \frac{(100 \text{ cm})^3}{1 \text{ m}^3} \right]$$

$$m = 1,404 \times 10^{-9} \text{ kg}.$$

Peso de la esfera:

$$w = mg = (1404 \times 10^{-9} \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)$$

$$\text{pero } F = w = 13760 \times 10^{-9} \text{ kgm/s}^2 = 13760 \times 10^{-9} \text{ N}$$

Sabemos que :

$$F = k \frac{Qq}{d^2} \rightarrow q = \frac{Fd^2}{kQ}$$

$$q = \frac{13760 \times 10^{-9} \text{ N} \cdot (0.6 \text{ m})^2}{9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot 2 \times 10^{-11} \text{ C}} = 0.2752 \times 10^{-7} \text{ C}$$