

## LEY DE COULOMB

1. Calcula con qué fuerza se repelen dos cargas eléctricas de  $+5\mu\text{C}$  y  $+3\mu\text{C}$  situadas en el vacío a una distancia de  $3\text{mm}$ .

Datos:

$$q_1 = 5\mu\text{C} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = 3\mu\text{C} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$d = 3\text{mm} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$K_{\text{vacío}} = 9 \cdot 10^9$$

$$F = K_{\text{vacío}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-3})^2} = 1,5 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Valor de la constante $K$ para distintos medios	
Medio	$K$ ( $\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ )
Vacío	$9 \cdot 10^9$
Aire	$8,98 \cdot 10^9$
Agua	$1,12 \cdot 10^8$
Vidrio	$1,16 \cdot 10^9$
PVC	$2,5 \cdot 10^9$

2. Determina la fuerza eléctrica existente entre las dos cargas del ejercicio anterior si ahora se encuentran inmersas en agua.

Datos:

$$q_1 = 5\mu\text{C} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = 3\mu\text{C} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$d = 3\text{mm} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$K_{\text{agua}} = 1,12 \cdot 10^8$$

$$F = K_{\text{agua}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} = 1,12 \cdot 10^8 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-3})^2} = 1,9 \cdot 10^2 \text{ N}$$

3. Justifica cómo varía la fuerza eléctrica entre dos cargas si la distancia entre ellas:
- a) Se reduce a la mitad.

La interacción electrostática, por su parte, queda descrita por la Ley de Coulomb, cuya expresión matemática en el vacío es:

$$F = K_{\text{vacío}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

Ahora si  $d' = d/2$ :

$$F' = K_{\text{vacío}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d'^2} = K_{\text{vacío}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{\left(\frac{d}{2}\right)^2} = 2^2 \cdot K_{\text{vacío}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} = 4 \cdot F$$

La fuerza eléctrica se ha hecho 4 veces mayor.

- b) Aumenta al doble de su valor.

Ahora si  $d' = 2 \cdot d$ :

$$F' = K_{\text{vacío}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d'^2} = K_{\text{vacío}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{(2 \cdot d)^2} = K_{\text{vacío}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{2^2 d^2} = \frac{F}{4}$$

La fuerza eléctrica se ha hecho 4 veces menor.

4. Calcula la fuerza eléctrica con que se atraen dos cargas eléctricas de  $+3\mu\text{C}$  y  $-4\mu\text{C}$  situadas en el vacío a una distancia de 20cm.

Datos:

$$q_1 = 3\mu\text{C} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = -4\mu\text{C} = -4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$d = 20\text{cm} = 20 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$K_{\text{vacío}} = 9 \cdot 10^9$$

$$F = K_{\text{vacío}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot (-4 \cdot 10^{-6})}{(20 \cdot 10^{-2})^2} = -3\text{N}$$

El signo negativo obtenido tiene significado físico; indica que la fuerza entre ambos iones, positivo y negativo, es de atracción.

5. Calcula con qué fuerza se repelen dos cargas eléctricas iguales de  $+0,8\mu\text{C}$  situadas en el vidrio a 25cm de distancia.

Datos:

$$q_1 = 0,8\mu C = 0,8 \cdot 10^{-6} C$$

$$q_2 = 0,8\mu C = 0,8 \cdot 10^{-6} C$$

$$d = 25m = 25 \cdot 10^{-2}m$$

$$K_{agua} = 1,16 \cdot 10^9$$

$$F = K_{agua} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} = 1,16 \cdot 10^9 \cdot \frac{0,8 \cdot 10^{-6} \cdot 0,8 \cdot 10^{-6}}{(25 \cdot 10^{-2})^2} = 0,01N$$

6. Calcula la fuerza de atracción eléctrica entre el protón y el electrón de un átomo de hidrógeno, sabiendo que la distancia entre ellos es  $5,3 \cdot 10^{-11}m$ .

Datos:

$$q_1 = 1,602 \cdot 10^{-19} C$$

$$q_2 = -1,602 \cdot 10^{-19} C$$

$$d = 5,3 \cdot 10^{-11}m$$

$$K_{vacío} = 9 \cdot 10^9$$

$$F = K_{vacío} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1,602 \cdot 10^{-19} \cdot (-1,602 \cdot 10^{-19})}{(5,3 \cdot 10^{-11})^2} = -8,2 \cdot 10^{-8}N$$

El signo negativo obtenido tiene significado físico; indica que la fuerza entre ambos iones, positivo y negativo, es de atracción.

7. Halla el valor de dos cargas negativas iguales que se encuentran separadas en el vacío por una distancia de 12cm y que se repelen con una fuerza de 0,02N.

Datos:

$$q_1 = q_2 = q$$

$$d = 12cm = 12 \cdot 10^{-2}m$$

$$F = 0,02N$$

$$K_{vacío} = 9 \cdot 10^9$$

$$F = K_{vacío} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} = K_{vacío} \cdot \frac{q^2}{d^2}$$
$$0,02 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{q^2}{(12 \cdot 10^{-2})^2} \rightarrow \frac{0,02 \cdot (12 \cdot 10^{-2})^2}{9 \cdot 10^9} = q^2$$
$$3,2 \cdot 10^{-14} = q^2 \rightarrow q = \sqrt{3,2 \cdot 10^{-14}} = 1,8 \cdot 10^{-7}C = 0,18 \cdot 10^{-6}C = 0,18\mu C$$

Como dice que son negativas:  $q_1 = q_2 = -0,18\mu C$

8. Calcula a qué distancia se encuentran en el vacío dos cargas iguales de  $+1,5\mu C$  que se repelen con una fuerza de 1,5N.

Datos:

$$q_1 = q_2 = +1,5\mu C = +1,5 \cdot 10^{-6} C$$

$$F = 1,5N$$

$$K_{\text{vacío}} = 9 \cdot 10^9$$

$$F = K_{\text{vacío}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} \rightarrow 1,5 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1,5 \cdot 10^{-6} \cdot 1,5 \cdot 10^{-6}}{d^2}$$

$$1,5 \cdot d^2 = 9 \cdot 10^9 \cdot 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot 1,5 \cdot 10^{-6} = 2,025 \cdot 10^{-2}$$

$$d^2 = \frac{2,025 \cdot 10^{-2}}{1,5} = 0,0135 \rightarrow d = \sqrt{0,0135} = 0,116m$$

9. Calcula la fuerza eléctrica con que se repelen los dos protones del núcleo de helio, sabiendo que la distancia entre ellos es  $10^{-15}m$ .

Datos:

$$q_1 = q_2 = +1,602 \cdot 10^{-19} C$$

$$d = 10^{-15}m$$

$$K_{\text{vacío}} = 9 \cdot 10^9$$

$$F = K_{\text{vacío}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}}{(10^{-15})^2} = 230N$$

10. Calcula la fuerza eléctrica con que se atraen dos cargas eléctricas de  $+1\mu C$  y  $-6\mu C$  que distan  $3cm$ :

a) En el vacío

Datos:

$$q_1 = 1\mu C = 1 \cdot 10^{-6} C$$

$$q_2 = -6\mu C = -6 \cdot 10^{-6} C$$

$$d = 3cm = 3 \cdot 10^{-2}m$$

$$K_{\text{vacío}} = 9 \cdot 10^9$$

$$F = K_{\text{vacío}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-6} \cdot (-6 \cdot 10^{-6})}{(3 \cdot 10^{-2})^2} = -60N$$

El signo negativo obtenido tiene significado físico; indica que la fuerza entre ambos iones, positivo y negativo, es de atracción.

b) En el agua

Datos:

$$q_1 = 1\mu C = 1 \cdot 10^{-6} C$$

$$q_2 = -6\mu C = -6 \cdot 10^{-6} C$$

$$d = 3\text{cm} = 3 \cdot 10^{-2}\text{m}$$

$$K_{\text{agua}} = 1,12 \cdot 10^8$$

$$F = K_{\text{agua}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} = 1,12 \cdot 10^8 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-6} \cdot (-6 \cdot 10^{-6})}{(3 \cdot 10^{-2})^2} = -0,75\text{N}$$

c) En PVC

Datos:

$$q_1 = 1\mu\text{C} = 1 \cdot 10^{-6}\text{C}$$

$$q_2 = -6\mu\text{C} = -6 \cdot 10^{-6}\text{C}$$

$$d = 3\text{cm} = 3 \cdot 10^{-2}\text{m}$$

$$K_{\text{PVC}} = 2,5 \cdot 10^9$$

$$F = K_{\text{PVC}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} = 2,5 \cdot 10^9 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-6} \cdot (-6 \cdot 10^{-6})}{(3 \cdot 10^{-2})^2} = -17\text{N}$$

11. Amplía en Internet tus conocimientos sobre la vida y la obra de Coulomb. Enumera las aportaciones de Coulomb a la ciencia, además de sus famosas leyes sobre las fuerzas eléctricas.

Coulomb inventó la balanza de torsión para medir la fuerza de atracción o repulsión que ejercen entre sí dos cargas eléctricas, y estableció la función que liga esta fuerza con la distancia. Fue el primero en establecer las leyes cuantitativas de la electrostática, además de realizar muchas investigaciones sobre magnetismo, rozamiento y electricidad. Entre otras teorías y estudios se le debe la teoría de torsión recta y un análisis del fallo del terreno dentro de la mecánica de suelos.

12. Completa el texto utilizando las palabras: *balanza, cargas eléctricas, constante de proporcionalidad, fuerzas eléctricas, inversamente proporcional, medio natural.*

Para cuantificar las \_\_\_\_\_, el científico francés Coulomb utilizó una \_\_\_\_\_ de torsión. Comprobó que la fuerza entre dos \_\_\_\_\_ es directamente proporcional al valor de las cargas e \_\_\_\_\_ al cuadrado de la distancia entre ellas. La fuerza eléctrica varía con el tipo de \_\_\_\_\_ existente entre las cargas; el vacío es el medio que tiene mayor valor de la \_\_\_\_\_.

Para cuantificar las **fuerzas eléctricas** el científico francés Coulomb utilizó una **balanza** de torsión. Comprobó que la fuerza entre dos **cargas eléctricas** es directamente proporcional al valor de las cargas e **inversamente proporcional** al cuadrado de la distancia entre ellas. La fuerza eléctrica varía con el tipo de **medio**

material existente entre las cargas; el vacío es el medio que tiene mayor valor de la constante de proporcionalidad.

13. Dos cargas puntuales idénticas de  $-0,1\text{mC}$  se encuentran en el vacío a  $10\text{cm}$  de distancia. Halla:

a) La fuerza de repulsión entre ellas.

Datos:

$$q_1 = q_2 = -0,1\text{mC} = -0,1 \cdot 10^{-3} \text{ C}$$

$$d = 10\text{cm} = 10 \cdot 10^{-2}\text{m}$$

$$K_{\text{vacío}} = 9 \cdot 10^9$$

$$F = K_{\text{vacío}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(-0,1 \cdot 10^{-3}) \cdot (-0,1 \cdot 10^{-3})}{(10 \cdot 10^{-2})^2} = 9 \cdot 10^{-3}\text{N}$$

b) La distancia a la que deberían situarse en un medio acuoso para que la fuerza fuese la misma.

Datos:

$$q_1 = q_2 = -0,1\text{mC} = -0,1 \cdot 10^{-3} \text{ C}$$

$$F = 9 \cdot 10^{-3}\text{N}$$

$$K_{\text{agua}} = 1,12 \cdot 10^8$$

$$F = K_{\text{agua}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} \rightarrow 9 \cdot 10^{-3} = 1,12 \cdot 10^8 \cdot \frac{(-0,1 \cdot 10^{-3}) \cdot (-0,1 \cdot 10^{-3})}{d^2}$$

$$9 \cdot 10^{-3} \cdot d^2 = 1,12 \cdot 10^8 \cdot (-0,1 \cdot 10^{-3}) \cdot (-0,1 \cdot 10^{-3}) = 0,0112 \cdot 10^2$$

$$d^2 = \frac{0,0112 \cdot 10^2}{9 \cdot 10^{-3}} = 124,44 \rightarrow d = \sqrt{124,44} = 11,16\text{m}$$