



ELECTROSTÁTICA I

Desde tiempos muy antiguos se conoce la propiedad que poseen algunos cuerpos de atraer a otros cuerpos después de ser frotados. *Ya tales de mileto* (640 – 547 a.c.) hizo experimentos en los que demostró que el ámbar, después de ser frotado con la piel de un animal, atraía ciertas semillas. Este fenómeno se denominó *electricidad*, y la propiedad que se supone que adquirirían los cuerpos al frotarlos, *carga eléctrica*.

La electrostática es la rama de la física que estudia los efectos mutuos que se producen entre dos o más cuerpos en estado de reposo como consecuencia de su carga eléctrica estudia cargas eléctricas en reposo.

Electrización de los cuerpos

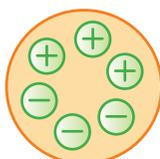
El comportamiento eléctrico de los cuerpos está íntimamente relacionado con la estructura de la materia. Como se sabe, los cuerpos están formados por entidades elementales llamadas átomos. En los *átomos* existen unas partículas cargadas, llamadas protones (carga positiva), *electrones* (carga negativa); así como también partículas sin carga denominados *neutrones*.

Se define que un cuerpo es eléctricamente neutro si posee igual cantidad de electrones y protones. Mientras que un cuerpo se encuentra cargado si ha perdido o ganado electrones.

A continuación se explica básicamente como se establece el signo de la carga eléctrica de un cuerpo.

Cuerpo eléctricamente neutro:

Un cuerpo es eléctricamente neutro si posee igual cantidad de electrones y protones.

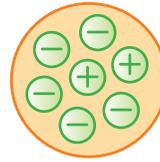


Cuerpo neutro
 $\# e^- = \# p^+$

Representación: $Q = 0$

Cuerpo cargado negativamente:

Un cuerpo se encuentra cargado negativamente si ha ganado electrones.

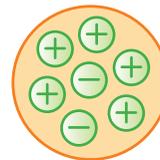


Cuerpo con carga negativa
 $\# e^- > \# p^+$

Representación: $Q < 0$

Cuerpo cargado positivamente:

Un cuerpo se encuentra cargado positivamente si ha perdido electrones.



Cuerpo con carga positiva
 $\# e^- < \# p^+$

Representación: $Q > 0$

Cuantificación de la carga

Para cuantificar la carga eléctrica de un cuerpo se utiliza una magnitud física denominada cantidad de carga eléctrica (Q), cuya unidad en el S.I. es el coulomb (C), y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Q = \pm |e^-| \cdot n$$

Donde las magnitudes y sus respectivas unidades en el S.I. son:

+: Si el cuerpo pierde electrones

-: si el cuerpo gana electrones

Q : cantidad de carga eléctrica (C).

$|e^-|$: valor absoluto del valor de la carga eléctrica del electrón ($1.6 \times 10^{-19}C$).

n : número de electrones ganados o perdidos

Observación: Una carga eléctrica puede expresarse en función a ciertas cantidades equivalentes, por ejemplo:

$$1\text{mC} = 10^{-3}\text{C}$$

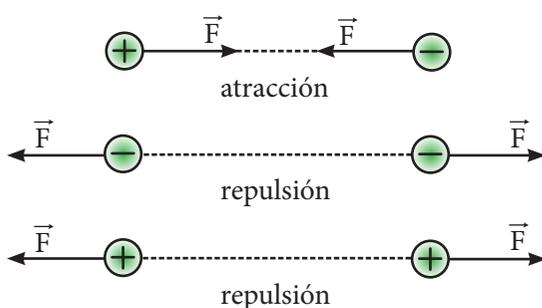
$$1\mu\text{C} = 10^{-6}\text{C}$$

$$1\text{nC} = 10^{-9}\text{C}$$

Leyes de la electrostática

Ley cualitativa

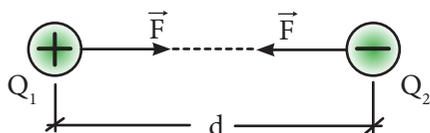
"Cargas del mismo signo se repelen y cargas de signo contrario se atraen"



Ley cualitativa (Ley de Coulomb)

El físico francés **Charles Coulomb** (1736 – 1806), utilizando una balanza de torsión, estudio las fuerzas con las que se atraían o repelían los cuerpos cargados llegando a determinadas conclusiones, las cuales fueron resumidas y establecidas en una ley física denominada ley de coulomb.

La ecuación de ley de coulomb establece que el modulo de la fuerza (\vec{F}) con la que dos cargas (Q_1 y Q_2) se atraen o se repelen, es directamente proporcional al producto de dichas cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia (d) que las separa.



$$|\vec{F}| = \frac{K \cdot |Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2}$$

Donde las magnitudes y sus respectivas unidades en el S.I. son:

$|\vec{F}|$: modulo de la fuerza eléctrica (N).

$|Q_1|$ y $|Q_2|$: Valores de las cargas eléctricas (C).

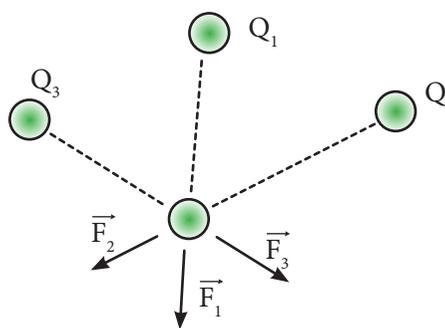
d : Distancia de separación entre las cargas eléctricas (m).

K : Constante eléctrica en el vacío $\approx 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$.

Observación: Las fuerzas eléctricas dependen del medio en el que están situadas las cargas. No es igual la fuerza existente entre dos cargas cuando están en el vacío que cuando están en otro medio material, como el aceite o el agua.

Principio de superposición de las fuerzas eléctricas:

Si un cuerpo electrizado interactúa con varias cargas eléctricas, entonces la fuerza eléctrica resultante que actúa sobre dicho cuerpo es igual a la suma vectorial de todas fuerzas que le ejercen cada partícula cargada.



$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

Trabajando en clase

Integral

- Determina el número de electrones perdidos en una carga eléctrica de $+32 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Resolución:

Aplicando la fórmula:

$$Q = \pm |e| \cdot n$$

Tomando el signo «+» y reemplazando los datos:

$$Q = +32 \times 10^{-19} \text{C y } |e^-| = 1,6 \times 10^{-19} \text{C}$$

$$\Rightarrow 32 \times 10^{-19} = (1,6 \times 10^{-19}) \cdot n$$

$$\therefore n = 20$$

- Calcula el número de electrones perdidos en una carga eléctrica de $+64 \times 10^{-19} \text{C}$.
- Si un cuerpo eléctricamente neutro gana 5×10^{20} electrones, calcula su carga eléctrica (en C).
- Indica las cargas correctas: C

$$Q_1 = -8 \times 10^{-19} \text{C}$$

$$Q_2 = -5 \times 10^{-19} \text{C}$$

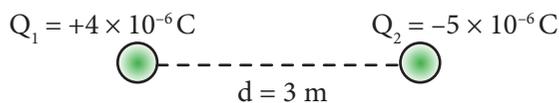
$$Q_3 = +12 \times 10^{-19} \text{C}$$

UNMSM

- Dos cargas de $+4 \times 10^{-6} \text{C}$ y $-5 \times 10^{-6} \text{C}$ se encuentran separadas en una distancia de 3m. ¿Cuál es el módulo de la fuerza (en N) con que se atraen?

Resolución:

Graficando el enunciado:



Aplicando la fórmula: $F_e = \frac{k|Q_1||Q_2|}{d^2}$

Reemplazando los datos:

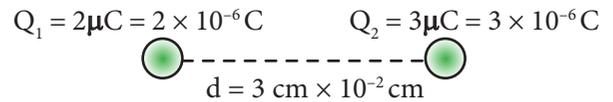
$$F_e = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{(3)^2}$$

$$F_e = 2 \times 10^{-2} \text{N}$$

- Se tienen dos cargas eléctricas de $+4 \times 10^{-5} \text{C}$ y $-3 \times 10^{-5} \text{C}$ separados una distancia de 6 m. Determina el módulo de la fuerza de interacción (en N) entre las cargas.
- Dos cargas eléctricas de $+5 \times 10^{-5}$ y $-9 \times 10^{-5} \text{C}$ se separan una distancia de 3cm. Calcula el módulo de la fuerza eléctrica (en N) entre ellas.
- Se tienen dos cargas de $2 \mu\text{C}$ y $3 \mu\text{C}$ respectivamente y están separadas una distancia de 3 cm. ¿Cuánto vale la fuerza de interacción electrostática (en N) entre ellas?

Resolución:

Graficando el enunciado



Aplicando la fórmula para calcular el módulo de la fuerza eléctrica.

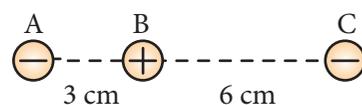
$$F_e = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2}$$

$$\therefore F_e = 60 \text{ N}$$

- Dos cargas eléctricas de $7 \mu\text{C}$ y $3 \mu\text{C}$ se separan una distancia de 3 cm. Calcula el módulo de la fuerza eléctrica (en N) entre las cargas.
- Dos esferas conductoras idénticas, pequeñas, cuyas cargas son $+35 \mu\text{C}$ y -9mC se encuentran separados una distancia de 90 cm. ¿Cuál es ahora la fuerza de interacción (en N) entre ellas?
- Dos partículas puntuales con cargas q_1 y q_2 se atraen con una fuerza de magnitud F_{12} . Si la carga q_2 se aumenta al triple y también se triplica la distancia entre ellas, determine la nueva fuerza electrostática en función de F_{12} .
- Dos cargas de $+4 \times 10^{-3} \text{C}$ y $-2 \times 10^{-6} \text{C}$ se encuentran separadas una distancia de 2m. ¿Cuál es el módulo de la fuerza (en N) con que se atraen?
- Dos cargas de $-7 \times 10^{-2} \text{C}$ y $-4 \times 10^{-7} \text{C}$ se encuentran separadas una distancia de 3 m. Calcula el módulo de la fuerza (en N) con que se atraen?
- Se tienen dos cargas eléctricas de $+7 \times 10^{-8} \text{C}$ y $-6 \times 10^{-1} \text{C}$ separados una distancia de $\sqrt{9} \text{m}$. Determina el módulo de la fuerza de interacción en newton.

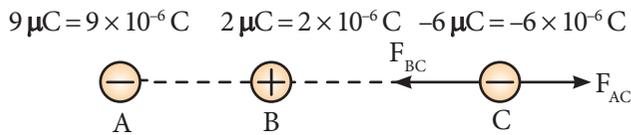
UNI

- Se tienen tres cargas eléctricas puntuales cuyos valores son $q_A = -9 \mu\text{C}$; $q_B = +2 \mu\text{C}$; $q_C = -6 \mu\text{C}$ dispuestas como se muestra en la figura, determina el módulo de la fuerza eléctrica resultante (en N) sobre la carga «C».



Resolución:

Analizando el gráfico y las fuerzas sobre la carga «C».



Piden el módulo de la fuerza resultante, por vectores:

$$F_R = |F_{BC} - F_{AC}| \dots \textcircled{1}$$

Luego calculando F_{AB} y F_{AC}

$$\Rightarrow F_{BC} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 6 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} = 30 \text{ N}$$

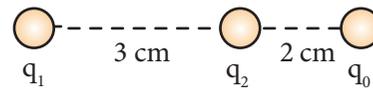
$$\Rightarrow F_{AC} = \frac{9 \times 10^9 \times 9 \times 10^{-6} \times 6 \times 10^{-6}}{(9 \times 10^{-2})^2} = 60 \text{ N}$$

Entonces reemplazando los valores de F_{BC} y F_A en la ecuación $\textcircled{1}$ se tiene:

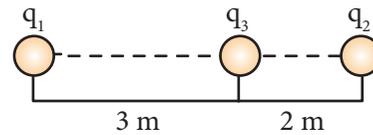
$$F_R = |30 - 60| \quad \therefore F_R = 30 \text{ N}$$

- 16.** Se tienen tres cargas eléctricas puntuales cuyos valores son $q_0 = 2 \mu\text{C}$, $q_1 = 50 \mu\text{C}$, $q_2 = -40 \mu\text{C}$,

dispuestas como se muestra en la figura, determina el módulo de la fuerza eléctrica resultante (en N) sobre la carga « q_0 ».



- 17.** Determina el módulo de la fuerza resultante (en N) sobre la carga « q_3 ». Si los valores de las cargas eléctricas son $q_1 = q_2 = q_3 = 2 \times 10^{-4} \text{ C}$.



- 18.** Un cuerpo de 20 gramos de masa tiene una carga Q y reposa sobre una superficie plana horizontal aislada. Si le acercamos verticalmente desde abajo otro cuerpo con la misma cantidad de carga Q hasta una distancia de 20cm, el peso del primer cuerpo se hace cero. Calcula el valor de la carga Q . ($k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$; $g = 10,0 \text{ m/S}^2$).