

ELECTROSTÁTICA

INTRODUCCIÓN

Los griegos fueron los primeros en estudiar los fenómenos denominados eléctricos, Tales de Mileto, observó que al frotar un trozo de resina de ámbar con una piel de animal, este elemento adquiriría la propiedad de atraer partículas ligeras como semillas secas, pelusas, etc. El ámbar en griego se denominaba *electro*, de allí la denominación de fenómenos eléctricos.

El estudio de los fenómenos eléctricos fue desarrollado por William Gilbert en el año 1600 y más tarde continuado por Galván, Du Fay, Benjamín Franklin, Charles Coulomb, Volta y otros.

Hoy en día para explicar los fenómenos eléctricos, es necesario conocer la estructura atómica y molecular de las sustancias donde el comportamiento del electrón y el protón vislumbran el misterio de la carga eléctrica.

1. ELECTROSTÁTICA

Es una parte de la física que estudia las propiedades y fenómenos de los cuerpos cargados eléctricamente en reposo o equilibrio.

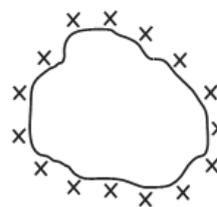
2. CARGA ELÉCTRICA

Es aquella propiedad fundamental de la materia que nos indica el exceso o carencia de electrones que posee un cuerpo. Si un átomo pierde electrones se dice que su carga es positiva y si gana electrones su carga es negativa. Todo átomo que tiene igual número de electrones y protones tiene carga cero.



Las cargas siempre son múltiplos de $1,6 \times 10^{-19} \text{C}$.

Un coulomb representa la cantidad de carga eléctrica de $6,25 \times 10^{18}$ electrones. Dada la indivisibilidad del electrón, se ha planteado que la menor cantidad de carga eléctrica detectable corresponde a la del electrón o protón.



Cuerpo Cargado

$$Q = n \cdot e$$

Q : carga del cuerpo
n : número entero
e : carga fundamental
 $= 1,6 \times 10^{-19} \text{C}$

3. DATOS HISTÓRICOS

En 1874, el científico irlandés Jounston Stoney (1826 - 1911) emitió la hipótesis de que la electricidad debía considerarse formada por corpúsculos muy pequeños y todos iguales a las que llamó electrones. La existencia de los electrones fue verificada experimentalmente en 1879 por el físico inglés J.J. Thomson (1856 - 1940) al medir la relación entre la carga y la masa de los electrones.

La carga de un electrón fue medida por primera vez en 1909 por el físico norteamericano Millikan.

Personaje del Tema

Robert von Mayer

Este médico alemán llevó a cabo, entre los años 1840 y 1841, un viaje en barco hacia las Indias Orientales. En Java descubrió que en los trópicos la diferencia de color entre la sangre venosa y arterial era menor en dichas latitudes. En la sangre el oxígeno está ligado a la hemoglobina que es la responsable del color de la sangre. Partiendo de la equivalencia entre la energía calorífica y la energía de movimiento, sobre las que basó sus reflexiones, Mayer inició en el año 1842 la determinación cuantitativa del «equivalente mecánico del calor», cuya determinación conseguiría en el año 1845. En ese mismo año formuló la ley de la conservación de la energía, a pesar de no ser físico.

Datos importantes de las partículas atómicas.

Partícula	Carga eléctrica (C)	Masa (kg)
Electrón	$-1,6 \times 10^{-19}$	$9,11 \times 10^{-31}$
Protón	$+1,6 \times 10^{-19}$	$1,67 \times 10^{-27}$
Neutrón	0	$1,67 \times 10^{-27}$

4. CONDUCTORES Y AISLANTES

Se sabe que un cuerpo está formado por átomos en los cuales se aprecia electrones, neutrones y protones.

a) Conductores eléctricos

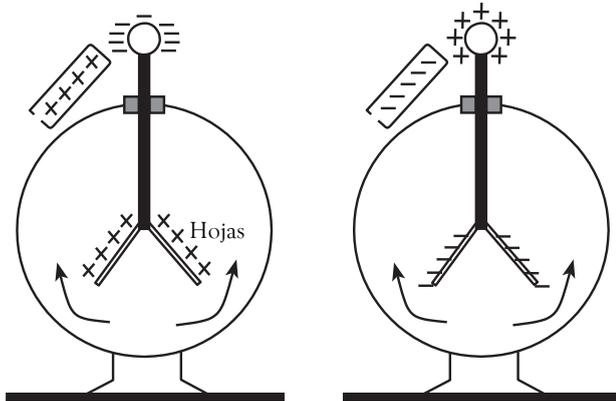
Son cuerpos en cuyo interior se tiene electrones libres, que no permanecen fijos en las órbitas que les corresponden. Estos electrones libres son los que viajan de un punto a otro en un conductor. Un ejemplo de conductores son los metales.

b) Un aislante o dieléctrico

Presenta electrones ligados fuertemente a sus órbitas alrededor de los átomos, y no se aprecia electrones libres, por lo tanto no pueden desplazarse de un punto a otro. Son eléctricos: La madera, el papel, la porcelana, etc.

c) Electroscopio

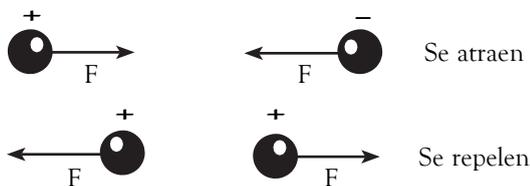
Es un dispositivo que se utiliza para comprobar si un cuerpo está electrizado. Cuando se acerca el inductor I (positivo) a la esfera, los electrones libres acuden a ella cargándose negativamente y las hojas que son muy livianas quedarán cargadas positivamente y se repelerán. Si el inductor I fuera negativo, las hojas se cargarían negativamente y también se repelerían.



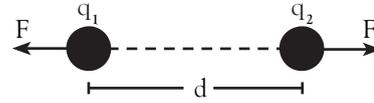
Electroscopio

LEYES DE COULOMB

Ley Cualitativa: Cargas eléctricas del mismo signo se repelen y de signos contrarios se atraen.



Ley Cuantitativa: La fuerza de atracción o repulsión entre dos cargas es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.



$$F = \frac{Kq_1 \cdot q_2}{d^2}$$

K : constante de Coulomb

$$K : 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

Unidades:

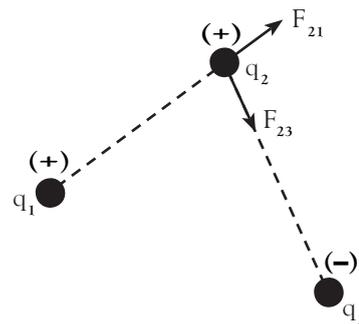
F	q_1	q_2	d
N	C	C	m

Superposición de fuerzas

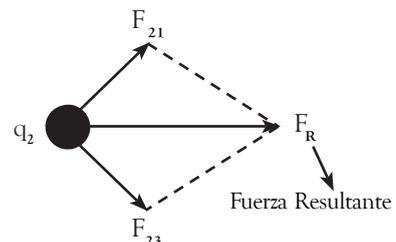
Si tenemos más de dos cargas, para determinar la fuerza eléctrica resultante sobre una de ellas debemos aplicar las leyes de Coulomb entre esta carga y cada una de las demás y finalmente hallar la fuerza resultante.

Ejemplo :

Halla la fuerza resultante sobre " q_2 ":



Sobre " q_2 "



Fórmulas

Ley cuantitativa

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

n : número de electrones

e : carga eléctrica

Principio de conservación

$$Q_{\text{neta}} = \text{cte.} \quad Q_{\text{neta inicio}} = Q_{\text{neta final}}$$

Fuerza eléctrica

$$F_e = K \frac{|q_1| |q_2|}{d^2} \quad K = \frac{1}{4\pi \epsilon_0}$$

K : Constante de Coulomb

q_1/q_2 : Cargas eléctricas

d : Distancia

F_e : Fuerza eléctrica

ϵ_0 : Permitividad eléctrica del vacío

Unidades de medida

Símbolo	Magnitud	Unidad de medida	
Q	carga eléctrica	coulomb	C
e^-	carga de un electrón	coulomb	C
n	número de electrones	adimensional	
d	distancia	metro	m
F_e	fuerza eléctrica	newton	N
K	constante de Coulomb	newton metro cuadrado por coulomb al cuadrado	$\frac{N \cdot m^2}{C^2}$

Ejercicios Resueltos

1. Halla el número de electrones en un cuerpo de carga $q = -48 \mu\text{C}$.

Resolución:

Sabemos : $Q = ne^-$

$$\begin{aligned} \text{Donde: } q &= -48 \mu\text{C} \\ &= -48 \times 10^{-6} \text{C} \\ e^- &= -1,6 \times 10^{-19} \text{C} \\ n &= ? \end{aligned}$$

Luego:

$$-48 \times 10^{-6} = -1,6 \times 10^{-19} n$$

$$\frac{48 \times 10^{-6}}{1,6 \times 10^{-19}} = n$$

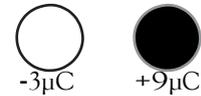
$$30 \times 10^{13} = n$$

$$3 \times 10^{14} = n_{\text{J}}$$

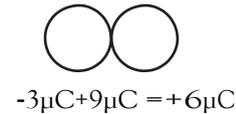
2. Dos esferas del mismo radio de cargas $-3 \mu\text{C}$ y $+9 \mu\text{C}$ se juntan y luego se separan. ¿Cuál será la carga final de una de ellas?

Resolución:

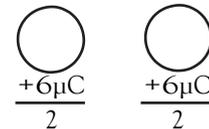
Haciendo un gráfico de las esferas:



Al juntarlas se tiene:



Luego al separarlas nuevamente la carga se distribuye de manera proporcional.



Lo que quiere decir que cada una adquiere una carga de $+3 \mu\text{C}$.

Finalmente: $q = +3 \mu\text{C}_{\text{J}}$

3. Se tienen dos cargas iguales de $8 \mu\text{C}$ cada una, separadas 30cm. ¿Cuál es el módulo de la fuerza de repulsión entre ellas?

Resolución:

Sabemos que: $F = \frac{K q_1 q_2}{d^2}$

Donde: $K = 9 \times 10^9$

$$q_1 = 8 \mu\text{C} = 8 \times 10^{-6} \text{C}$$

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

$$d = 30 \text{ cm} = 30 \times 10^{-2} \text{ m}$$

Luego:

$$F = 9 \times 10^9 \frac{8 \times 10^{-6} \times 8 \times 10^{-6}}{(30 \times 10^{-2})^2}$$

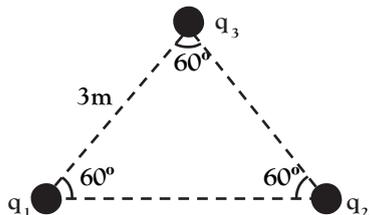
$$F = \frac{9 \times 10^9 \times 64 \times 10^{-12}}{900 \times 10^{-4}}$$

$$F = \frac{64 \times 10^{-3}}{10^{-2}} \rightarrow F = 64 \times 10^{-1}$$

$$F = 6,4 \text{ N}_{\text{J}}$$

Resolviendo en clase

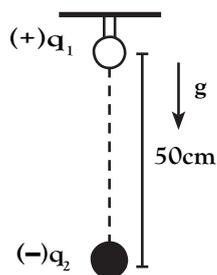
- 1 Halla la fuerza resultante sobre " q_2 " si $q_1=6\mu\text{C}$; $q_2=5\mu\text{C}$ y $q_3=10\mu\text{C}$.



Resolución:

Rpta:

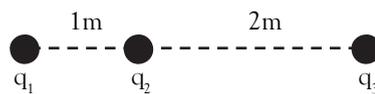
- 2 Halla el valor de la carga eléctrica " q_2 " si se encuentra en equilibrio por la acción de $q_1=4\mu\text{C}$. Además el peso de q_2 es 0,18N.



Resolución:

Rpta:

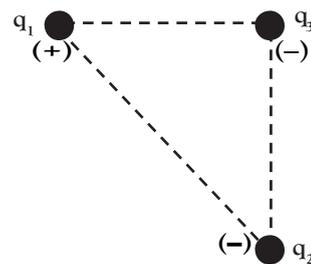
- 3 En la figura mostrada, halla la fuerza resultante sobre la carga " q_2 " si se sabe que $q_1 = 2\mu\text{C}$; $q_2=-5\mu\text{C}$; $q_3 = 12\mu\text{C}$.



Resolución:

Rpta:

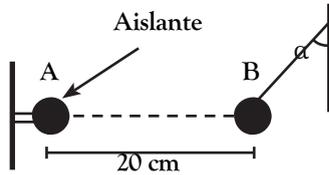
- 4 Indica aproximadamente la dirección de la fuerza resultante sobre la carga q_3 :



Resolución:

Rpta:

- 5 En la figura mostrada la carga "B" de 6N se encuentra en equilibrio por la acción de la carga A. Halla el ángulo "α" si $q_A = 5\mu\text{C}$ y $q_B = -4\mu\text{C}$.



Resolución:

Rpta:

Ahora en tu cuaderno

7. Se dispone de tres cargas eléctricas "A", "B" y "C" tal que al acercarlas se observa que "A" y "B" se repelen, y que "B" y "C" se atraen. Si "C" tiene un exceso de electrones, ¿de qué signo es la carga de "A"?

8. Cuatro cargas iguales positivas de módulo "Q" se colocan en los vértices de un cuadrado de lado "L". Si una carga negativa "-q", se coloca en el centro del cuadrado, ¿cuál es la fuerza resultante sobre la carga negativa?

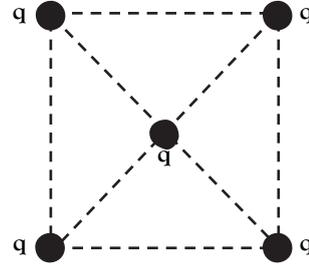
9. ¿Cuál de las siguientes cargas existe?

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

$$Q_2 = 20 \times 10^{-19} \text{C}$$

$$Q_3 = 6 \times 10^{-18} \text{C}$$

- 6 Si el lado del cuadrado es de 20cm, halla la fuerza eléctrica resultante sobre la carga ubicada en el centro. Todas las cargas son iguales a "q".



Resolución:

Rpta:

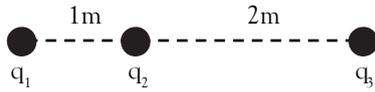
10. Cinco cargas eléctricas positivas "q" se colocan sobre un aro de radio "R", distribuidas simétricamente y además una sexta carga "-q" se coloca en el centro del aro. Halla la fuerza eléctrica resultante sobre la carga ubicada en el centro.

11. Se tiene dos cargas iguales a $4\mu\text{C}$ cada una, separadas 20cm. ¿Cuál es el módulo de la fuerza de repulsión entre ellas?

12. Halla la fuerza de atracción entre una carga de $8\mu\text{C}$ y otra de $-5\mu\text{C}$, separadas 3m.

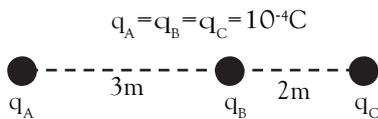
Para reforzar

1. Halla la fuerza resultante sobre la carga q_3 , si se sabe que:
 $q_1=5\mu\text{C}$, $q_2=-2\mu\text{C}$ y $q_3=-6\mu\text{C}$.



- a) 0,001 N b) 0,25 N
 c) 0,003 N
 d) 0,030 N e) N.A.
2. Se tiene dos cargas puntuales cuyos valores son $5\mu\text{C}$ y $-9\mu\text{C}$. Si se ponen en contacto y se separan 1m, ¿cuál será la fuerza de repulsión entre ellas?
- a) 3×10^{-3} N b) 4×10^{-3} N
 c) 2×10^{-3} N
 d) 5×10^{-3} N e) 36×10^{-3} N
3. Se tienen dos átomos separados 10^{12} m. Si el primero pierde 4 electrones y el segundo pierde 5 electrones, ¿con qué fuerza se repelen los átomos?
- a) 2.3×10^{-3} N b) 1.6×10^{-3} N
 c) 4.6×10^{-5} N
 d) 4.6×10^{-4} N e) 4.6×10^{-3} N

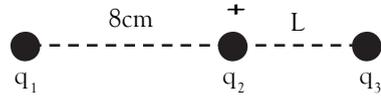
4. En el gráfico mostrado, calcula la fuerza resultante sobre q_B si se sabe que:



- a) 25 N b) 37,5 N c) 12,5 N
 d) 50 N e) Cero
5. Se tiene dos cargas de $2\mu\text{C}$ y $-6\mu\text{C}$ separadas 2cm. ¿Cuál es la fuerza de atracción entre las cargas?
- a) 300 N b) 540 N c) 54 N
 d) 27 N e) 270 N
6. Halla la fuerza de repulsión que existe entre dos cargas de 1C, separadas 3m.

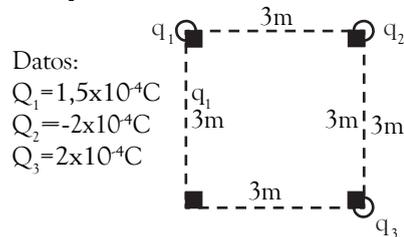
- a) 10^9 N b) 10^8 N c) 10^6 N
 d) 10^5 N e) 10^4 N

7. Si $q_3=9q_1$, halla "L" para que la resultante sobre q_2 sea cero.



- a) 16 cm b) 24 cm c) 10 cm
 d) 20 cm e) 8 cm

8. En la figura mostrada, calcula la fuerza resultante sobre q_2 .



- a) 30 N b) 40 N c) 50 N
 d) 25 N e) 10 N

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

- a) 10 c) 200 b) 20
 d) 2 e) 2000

10. Indica las cargas correctas:

$$Q_1=+64 \times 10^{-19}\text{C} \quad Q_2=-8 \times 10^{-19}\text{C}$$

$$Q_3=-5 \times 10^{-19}\text{C} \quad Q_4=+12 \times 10^{-19}\text{C}$$

- a) Q_1 y Q_3 b) Q_2 y Q_4 c) Q_1 y Q_2
 d) Q_3 y Q_4 e) Q_2 y Q_3

11. Calcula la distancia que separa a dos cargas eléctricas de $+20\mu\text{C}$ y $+5\mu\text{C}$ si se repelen con una fuerza de 10N.

- a) 90 cm b) 6 cm c) 3 cm
 d) 25 cm e) 30 cm

12. Se tienen dos cargas $q_1=2q_2$ que se repelen con 80N. Si la distancia entre ellas es 6 cm, halla q_2 .

- a) $4 \mu\text{C}$ b) $8 \mu\text{C}$ c) $12 \mu\text{C}$
 d) $6 \mu\text{C}$ e) $2 \mu\text{C}$