



Asignatura: **Redes Eléctricas I**

Código : **ELSP01**

	Guía de Ejercicios en Aula: N° 1	
	Tema: LEY DE COULOMB.	Docente: EDUARDO BRAVO CHORCHO

Unidad de Aprendizaje N° : 2

Aprendizajes Esperados

- Aplica los fundamentos y leyes básicas de la electricidad en el análisis y cálculo de potencial, diferencia de potencial e intensidad de corriente, a través solución de ejercicios y forma grupal guías de trabajo.

Objetivo:

- Determinar mediante la ecuación de la Ley de Coulomb, la magnitud y sentido de la fuerza que actúa entre dos cargas puntuales o, sobre una carga determinada en una configuración de tres cargas ubicadas en forma colineal.

Esta ley estableció nuevos principios eléctricos. La ley se formuló tras efectuar algunos experimentos donde se demostró que esta ley postula que la fuerza eléctrica entre dos partículas cargadas estacionarias es:

- **Inversamente proporcional al cuadrado aplicado a la separación d entre las partículas y está dirigida a lo largo en la línea que las une.**
- **Proporcional al producto en las cargas q_1 y q_2 .**
- **Atractiva si las cargas tienen signo opuesto y repulsiva si las cargas tienen igual signo.**

Esta ley también se expresa en forma de ecuación como:

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

En el sistema de unidades MKS (metro, kilogramo, segundo) o Sistema Internacional, SI, la unidad de carga se define de forma independiente a la Ley de Coulomb, y se llama coulomb, denotada por la letra C. Sin entrar en discusión de cómo esta unidad es definida en términos de la unidad fundamental de corriente eléctrica, indicaremos que la **carga elemental** “e”, que es la magnitud de la cantidad de carga eléctrica que tiene cualquier electrón o protón, equivale a

$$1 e = 1,602 * 10^{-19} C$$

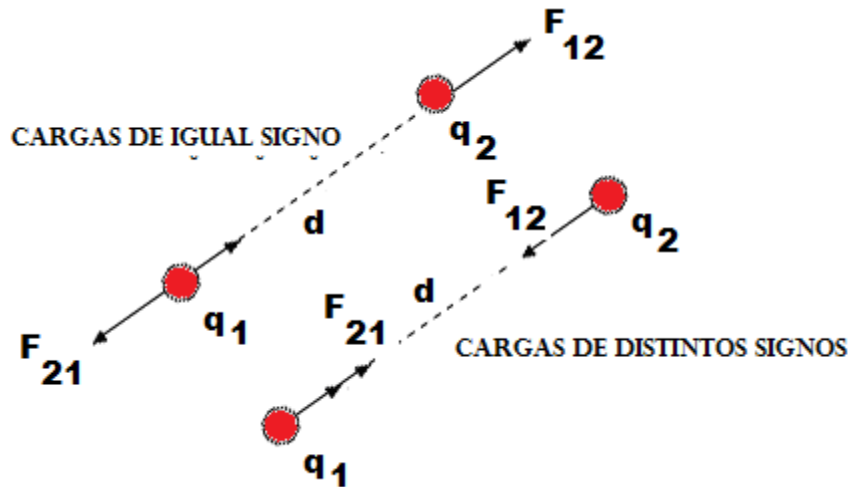
Así, una carga con 1 Coulomb es aproximadamente igual a

$$1 C = 6,25 * 10^{18} \text{ electrones o protones}$$

La elección de unidad de carga en forma independiente a la Ley de Coulomb hace que la constante ya no sea necesariamente uno. El valor experimental de la constante K que se ha obtenido cuando las cargas se encuentran en el “vacío”, es:

$$K = 8,98755 * 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

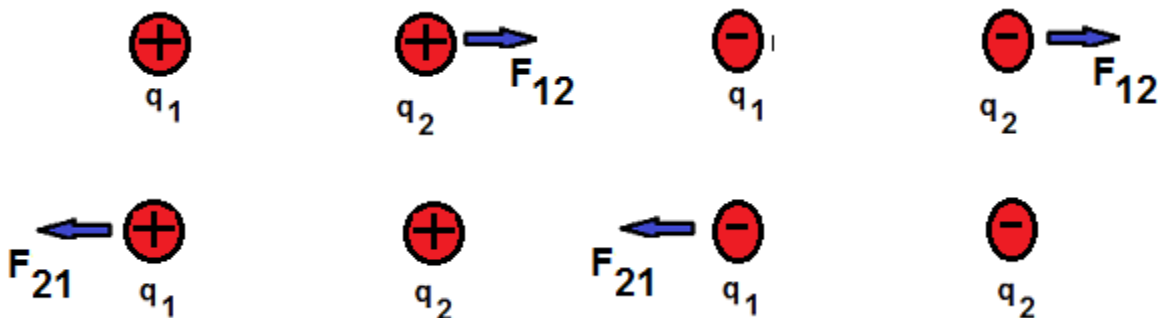
Nótese que la fuerza es una cantidad vectorial, posee magnitud y dirección. Esta ley expresada en forma vectorial para la fuerza eléctrica F_{12} ejercida por una carga q_1 sobre una segunda carga q_2 es (se usa negrita para notar valores vectoriales):



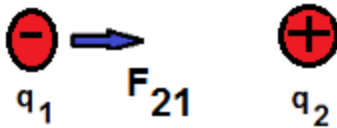
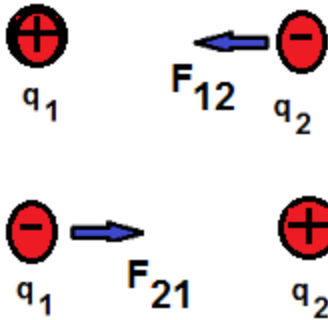
La notación F_{21} significa la Fuerza que ejerce la carga 2 sobre la carga 1 y F_{12} significa la Fuerza que ejerce la carga 1 sobre la carga 2.

En la resolución de estos problemas debe tener presente que el tipo de carga se tiene debido a que cargas iguales se repelen y distintas se atraen, signo negativo de las cargas solo sirve para dar dirección de la fuerza eléctrica, en los cálculos solo se considera el modulo es decir numero positivo.

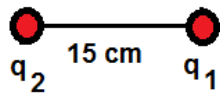
Cargas iguales se repelen



Cargas distintas se atraen.



Problema 1.- Entre 2 cargas negativas separadas 15 cm. se produce una fuerza de repulsión de 12,8 N; si la primera carga tiene un valor de $8 \mu\text{C}$, ¿qué valor tendrá la segunda carga?



Solución: La carga eléctrica se determina a partir de la ley de coulomb

$$F = \frac{K * Q1 * Q2}{d^2}$$

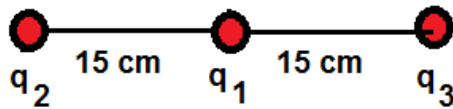
De esta ecuación despejamos la segunda carga.

$$Q2 = \frac{F * d^2}{K * Q1}$$

Remplazando valores tenemos que:

$$Q2 = \frac{12,8 * 0,15^2}{9 * 10^9 * 8 * 10^{-6}} = 4 * 10^{-6} \text{ Coulomb}$$

Problema 2.- Tres cargas eléctricas positivas $Q_1 = 4 \mu\text{C}$, $Q_2 = 8 \mu\text{C}$ y $Q_3 = 6 \mu\text{C}$. Se ubican linealmente en forma horizontal separadas 15 cm un de otra; se pide.



- Fuerza total que actúa sobre la carga Q colocada en el centro.
- Fuerza total que actúa sobre la carga Q ubicada en el extremo derecho, ¿qué sentido tiene?

Solución: La magnitud de la fuerza eléctrica que ejerce una carga sobre la otra se determina usando los módulos de las cargas y se reemplaza en la ley de Coulomb

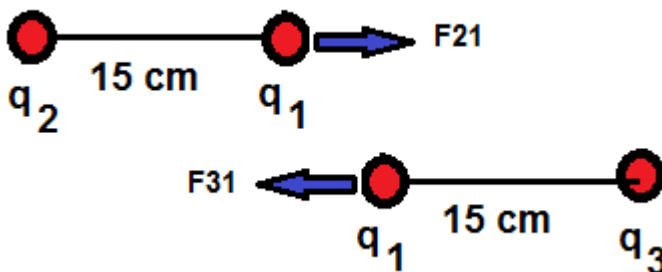
$$F = \frac{K * Q1 * Q2}{d^2}$$

En este caso se deben determinar dos fuerzas que son F_{21} y F_{31}

Reemplazando valores tenemos:

$$F_{21} = \frac{9 * 10^9 * 8 * 10^{-6} * 4 * 10^{-6}}{0,15^2} = 12,8 \text{ Newton}$$

$$F_{31} = \frac{9 * 10^9 * 6 * 10^{-6} * 4 * 10^{-6}}{0,15^2} = 9,6 \text{ Newton}$$



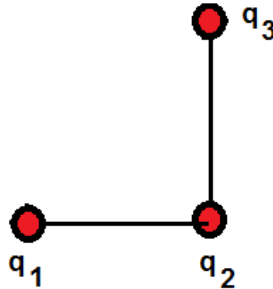
Como podemos ver las fuerzas son de sentido contrario por esta razón las debemos restar. Por lo tanto la $F_T = 3,2 \text{ Newton}$ con dirección hacia la izquierda.

Problema 3.- Tres cargas eléctricas $Q_1 = 5\mu\text{C}^{(+)}$, $Q_2 = 8\mu\text{C}^{(+)}$ y $Q_3 = 6\mu\text{C}$ (negativa) se ubican en las siguientes coordenadas dadas en metros de un plano cartesiano.

$$Q_1 = (-3,0)$$

$$Q_2 = (0,0)$$

$$Q_3 = (0,5)$$



Se pide:

- c) Calcule la fuerza total que actúa sobre la carga colocada en el origen del sistema.
- d) Dibuje el diagrama vectorial de fuerzas

Solución.- De acuerdo a la distribución de cargas se debe calcular dos fuerzas que actúan sobre la carga 2 que son q_1 sobre q_2 y q_3 sobre q_2

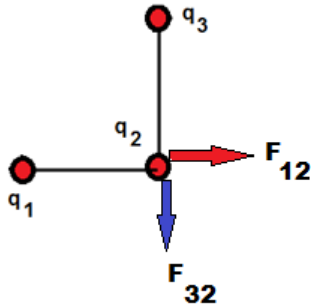
Cálculos de fuerzas.

$$F = \frac{K * Q_1 * Q_2}{d^2}$$

$$F_{12} = \frac{9 * 10^9 * 5 * 10^{-6} * 8 * 10^{-6}}{3^2} = 0,04 \text{ Newton}$$

$$F_{32} = \frac{9 * 10^9 * 6 * 10^{-6} * 8 * 10^{-6}}{5^2} = 0,017 \text{ Newton}$$

Ahora vemos que las direcciones de estas fuerzas son.



De acuerdo a estas direcciones las cuales forman un ángulo recto, aplicamos Pitágoras para determinar el módulo de la Fuerza total

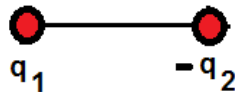
$$(F_T)^2 = (F_{12})^2 + (F_{32})^2$$

$$(F_T)^2 = (0,04)^2 + (0,017)^2$$

$$(F_T)^2 = 1,889 * 10^{-3}$$

$$F_T = 0,043 \text{ Newton.}$$

Problema 4.- Se tienen 2 cargas Q_1 positiva de $5 \mu C$ y Q_2 negativa de $4 \mu C$; entre ellas actúa una fuerza de 72 Newton. Determinar:



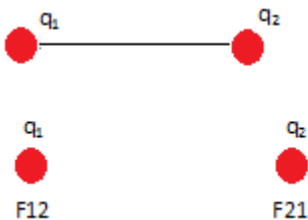
- a) Distancia que separa las cargas.
- b) Tipo de fuerza (atracción o repulsión)

Respuestas.- 20 mts y es una fuerza de atracción.

Problema 5.- Dos cargas $q_1 = 4 \mu C = 4 * 10^{-6} C$ y $q_2 = -8 \mu C$ están separadas a una distancia de 4 mm.

¿Determinar con que fuerza se atraen?

Dibuje la dirección de los vectores F_{12} y F_{21}



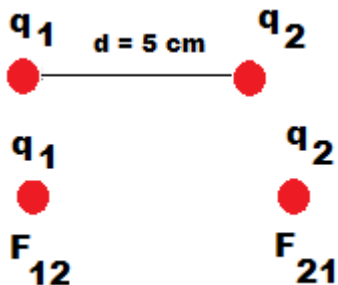
Respuesta: $F = 18.000$ Newton (Atracción)

Nota.- El signo de la carga eléctrica solo se usa para determinar si las fuerzas “F “ son de atracción o repulsión

Problema 6.- Dos cargas $q_1 = 1\mu\text{C} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ y $q_2 = 2,5 \mu\text{C}$ están separadas a una distancia de 5 cm.

¿Determinar con que fuerza se atraen?

Dibuje la dirección de los vectores F_{12} y F_{21}

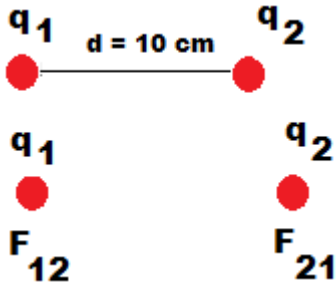


Respuesta.- 9 Newton (Repulsión)

Problema 7.- Dos cargas $q_1 = - 1,25 \text{ nC} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ y $q_2 = 2 \mu\text{C}$ están separadas a una distancia de 10 cm.

¿Determinar con que fuerza se atraen?

Dibuje la dirección de los vectores F_{12} y F_{21}

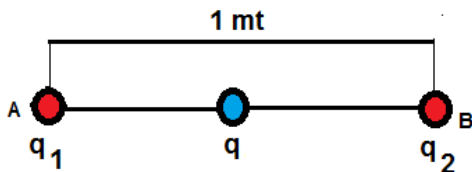


Respuesta.- $2,25 \cdot 10^{-2}$ Newton (Atracción)

Problema 8.- Sobre los extremos de una línea recta se ubican dos cargas puntuales separadas a 1 mt, una de $q_1 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ C}$ sobre el punto A y la otra q_2 de $1 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ sobre el punto B.

Se pide ubicar una tercera carga de $q = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ entre AB de modo que quede en equilibrio bajo la acción simultánea de las dos carga dadas.

Se pide determinar la distancia entre q_1 y q , también dibujar la dirección de los vectores F_{1q} y F_{2q}



Respuesta.- Para resolver el ejercicio debe considerar que en equilibrio la Fuerza total es cero. Como la distancia de q_1 a la carga q es desconocida considerar como X y la distancia de q a q_2 es $1 - X$.

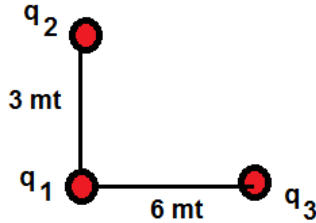
Respuesta.- La carga q debe quedar a 0,34 mt del punto A.

Problema 9.- Hay dos esferas metálicas neutras e idénticas a una de ellas se le entrega 10^{15} electrones y a la otra se le extrae $3 \cdot 10^{16}$ electrones; ¿Qué fuerza experimentan si se separan a 1,6 mt.?

Considere que al extraer electrones la carga queda positiva y al agregar carga queda negativa.

Respuesta.- Fuerza desarrollada es de 2700 Newton

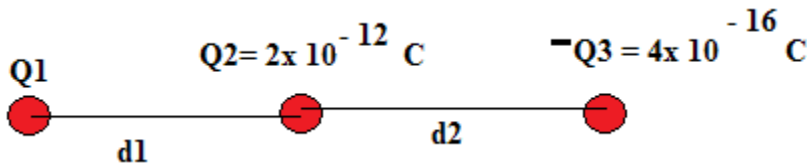
Problema 10.- Se tienen 3 cargas como muestra la figura donde $q_1 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ C}$, $q_2 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ C}$ y $q_3 = 16 \cdot 10^{-4} \text{ C}$ Determine el módulo de la fuerza total en q_1



Respuesta.- Determinar F_{21} y F_{31} luego la por Pitágoras determine el $F_T = 500 \text{ Newton}$

Problema 11.- Se disponen tres cargas Q_1 , Q_2 y Q_3 , tal como se indican en la figura. Suponga que la distancia entre Q_2 y Q_3 es $d_1 = 0,4 \times 10^{-10}$ metros y la distancia entre Q_1 y Q_2 es $d_2 = 0,6 \times 10^{-10}$ metros.

- Calcule la fuerza que ejerce la carga Q_2 sobre la carga Q_3 .
- determine el valor y la polaridad de la carga Q_1 , para que la carga Q_3 permanezca en reposo.

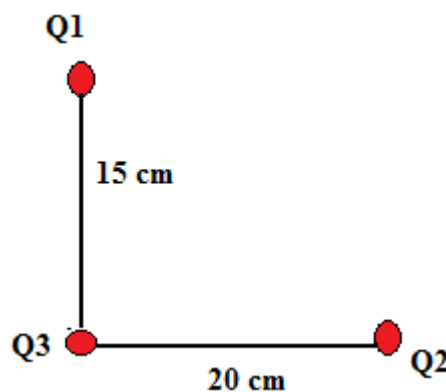


Respuesta.- a) 4500 Newton b) $- 1,25 \cdot 10^{-11} \text{ Coulomb}$

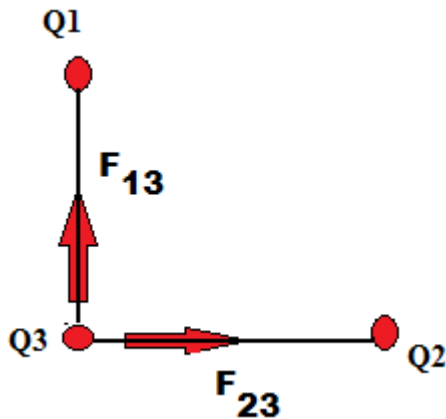
Problema 12.- Sea un triángulo rectángulo en cuyos vértices se ubican cargas eléctricas como indica la figura:

- Dibujar las fuerza que ejerce la carga Q_1 sobre Q_3 (F_{13}) y la fuerza que ejerce Q_2 sobre Q_3 (F_{23})
- Calcular el valor de las fuerzas F_{13} y F_{23} .
- Dibujar la fuerza total sobre la carga Q_3 (F_3).
- Calcular el valor de la fuerza F_3 .

$$Q_1 = 5 \mu\text{C} \quad Q_2 = 1 \mu\text{C} \quad Q_3 = - 15 \mu\text{C}$$



Respuestas.-



$$F_{13} = 30 \text{ Newton} \quad F_{23} = 3,37 \text{ Newton} \quad F_T = 30,18 \text{ N}$$

Problema 13.- Sean dos cargas puntuales Q1 y Q2 separadas una distancia d. Entonces la fuerza eléctrica es una fuerza:

- a) Directamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa
- b) Inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa
- c) Que depende del valor inverso de las cargas y de la distancia de separación entre ellas
- d) Mayor en Q1 que en Q2.
- e) Mayor en Q2 que en Q1.

Respuesta.- Alternativa b

Problema 14.- Sean dos cargas Q1 y Q2 en el vacío separadas una distancia d, entonces la dirección de la fuerza eléctrica sobre la carga Q2:

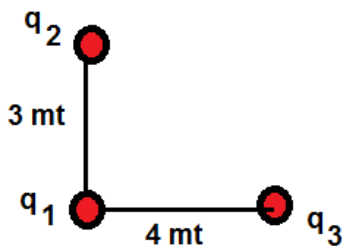
- a) Es de repulsión.
- b) Es de atracción.
- c) Depende del valor de Q2 y de la distancia entre cargas.
- d) Depende del valor de Q1 y de la distancia entre cargas.
- e) Depende del valor de las cargas Q1 y Q2 .

Respuesta.- Alternativa e

Problema 15.- La distancia entre dos cargas se duplica, entonces la fuerza entre ellas:

- a) Aumenta al doble
- b) disminuye a la mitad
- c) se mantiene
- d) ninguna de las anteriores

Problema 16.- Se tienen tres cargas puntuales como se muestra en la figura $q_1 = 25 \cdot 10^{-4} \text{ C}$ $q_2 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ y $q_3 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ C}$. Calcular las fuerza que se ejercen en q_3 y dibujar su dirección.



Respuesta.- Se debe calcular inicialmente la distancia de q_2 q_3 , luego las F_{13} y F_{23}

$$F_{13} = 360 \text{ Newton} \quad F_{23} = 9 \text{ Newton}$$

Ambas fuerzas son de repulsión

Problema 17.- Dos cargas q_1 y q_2 cuando se combinan dan una carga total de 6.0 uC . Cuando están separadas una distancia de 3.0 m la fuerza ejercida por una carga sobre la otra tiene un valor de 8.0 mN . Halla q_1 y q_2 si (a) ambas son positivas de modo que se repelen entre sí.

Resp. (a) 4.0 uC y 2.0 uC ,