

1

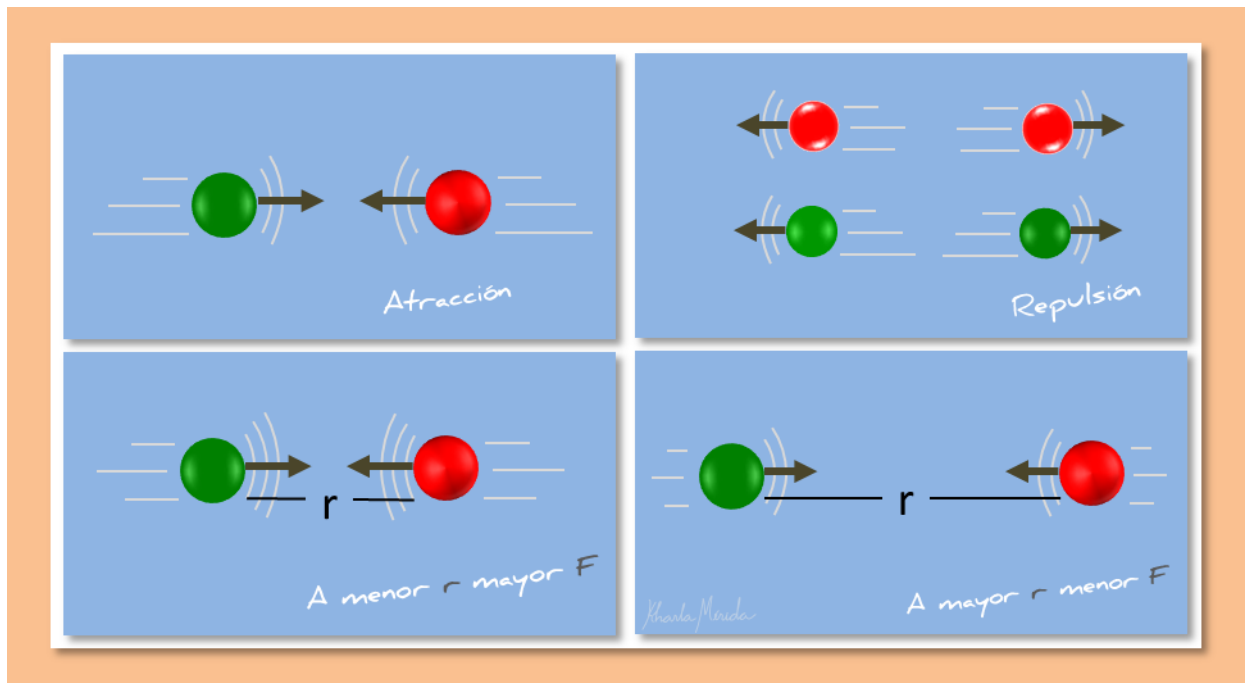
1ra Unidad

Electrostática

1.2 Fuerza Eléctrica, Ley de Coulomb.
Ejercicios.

La voluntad es una fuerza humana capaz de mover y hacer imposibles. Nutrir cada día nuestra voluntad nos hace personas capaces de lograr grandes cosas.

Descripción



Este objetivo nos permite conocer y manejar las leyes matemáticas (Fórmulas) que rigen el fenómeno físico llamado Fuerza Eléctrica. Así como las propiedades que caracterizan este fenómeno, para poder estudiar diversos casos con aplicaciones a la vida cotidiana, y a la producción y desarrollo de tecnología. Acompáñanos en este nuevo estudio.

Conocimientos Previos Requeridos

Simplificación de Potencia, Operaciones de Unidades, Conversión de Unidades, Vectores, Fuerza Eléctrica, Ley de Coulomb (Teoría).

Contenido

Ley de Coulomb, Ejercicios

Videos Disponibles

[LEY DE COULOMB. Ejercicio 1](#)

[LEY DE COULOMB. Ejercicio 2](#)

[LEY DE COULOMB. Ejercicio 3](#)

[LEY DE COULOMB. Ejercicio 4](#)

[LEY DE COULOMB. Ejercicio 5](#)

[LEY DE COULOMB. Ejercicio 6](#)

[LEY DE COULOMB. Ejercicio 7](#)

Se sugiere la visualización de los videos por parte de los estudiantes previo al encuentro, de tal manera que sean el punto de partida para desarrollar una dinámica participativa, en la que se use eficientemente el tiempo para familiarizarse con los conceptos nuevos y fortalecer el lenguaje operativo.

Guiones Didácticos

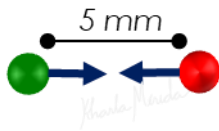
▶ LEY DE COULOMB. Ejercicio 1.

Dos partículas de cargas $q_1 = -6\mu\text{C}$ y $q_2 = 3\mu\text{C}$ están separadas una distancia de 5mm. ¿Cuál es el valor de la fuerza de atracción?

Extraemos los datos del enunciado y ponemos a la vista la ley de coulomb, que nos da la fórmula que define la Fuerza Eléctrica entre cargas puntuales.

Dos partículas de cargas $q_1 = -6\mu\text{C}$ y $q_2 = 3\mu\text{C}$: esto nos da el valor de cada carga, q_1 y q_2 , con sus signos.

están separadas una distancia de 5mm: esto nos da la distancia entre las cargas, r .



Como las cargas son de signo contrario, la fuerza es de atracción

¿Cuál es el valor $F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$ fuerza de atracción?: esto nos indica que la FUERZA ELÉCTRICA entre las cargas es la incógnita, F .

La ley de Coulomb: con $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

De la fórmula conocemos el valor de las dos cargas, q_1 y q_2 , la distancia entre las partículas, r , y el valor de K , que es una constante conocida.

Por otro lado, el prefijo micro (μ) indica que tenemos 10^{-6} veces la unidad indicada:

También tenemos que la distancia está dada en milímetros, pero el valor de K está en función de Newton, metros y coulomb, que corresponde al sistema internacional, así que llevamos la distancia a metros:

Datos

$$q_1 = -6\mu\text{C}$$

$$q_2 = 3\mu\text{C}$$

$$r = 5 \text{ mm}$$

$$F = ?$$

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

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

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

$$r = 5 \text{ mm} = 0,005\text{m}$$

$$r = 5 \cdot 10^{-3}\text{m}$$

Sustituimos los valores conocidos en la fórmula:

$$F = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2} \frac{-6 \cdot 10^{-6}\text{C} \cdot 3 \cdot 10^{-6}\text{C}}{(5 \cdot 10^{-3}\text{m})^2}$$

Aplicamos la propiedad de la potencia de un producto en el denominador

$$F = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2} \frac{-6 \cdot 10^{-6}\text{C} \cdot 3 \cdot 10^{-6}\text{C}}{25 \cdot 10^{-6}\text{m}^2}$$

Efectuamos las operaciones y simplificamos las unidades.

$$F = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \cancel{\text{m}^2} \cdot \cancel{\text{C}^{-2}} \frac{-18 \cdot 10^{-12}\cancel{\text{C}^2}}{25 \cdot 10^{-6}\cancel{\text{m}^2}}$$

La Fuerza de atracción entre las partículas es: $F = -6480\text{N}$

**LEY DE COULOMB. Ejercicio 2.**

¿Qué fuerza actúa sobre dos partículas de cargas $q_1 = +8 \cdot 10^{-6} \text{C}$ y $q_2 = +7 \cdot 10^{-6} \text{C}$ están separadas una distancia de 4cm?

Extraemos los datos del enunciado y ponemos a la vista la ley de Coulomb, que nos da la fórmula que define la Fuerza Eléctrica entre cargas puntuales.

Datos

$$F = ?$$

$$q_1 = +8 \cdot 10^{-6} \text{C}$$

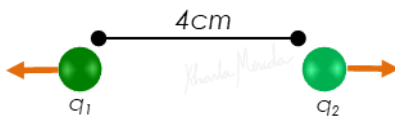
$$q_2 = +7 \cdot 10^{-6} \text{C}$$

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

¿Qué fuerza actúa sobre dos partículas: esto nos indica la incógnita, que es la fuerza eléctrica entre las partículas, F.

de cargas $q_1 = +8 \cdot 10^{-6} \text{C}$ y $q_2 = +7 \cdot 10^{-6} \text{C}$: esto nos da el valor y tipo de ambas cargas.

están separadas una distancia de 4cm?: esto nos da la distancia entre las cargas.



Como ambas cargas son positivas, la fuerza que se genera es de repulsión, es decir alejando a una de la otra.

De la fórmula conocemos el valor de las dos cargas, q_1 y q_2 , la distancia entre las partículas, r , y el valor de K , que es una constante conocida.

La distancia está dada en cm, la llevaremos a metros para que esté en el sistema internacional, como el resto de las cantidades

Sustituimos los valores conocidos en la fórmula:

$$F = 9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2} \frac{8 \cdot 10^{-6} \text{C} \cdot 7 \cdot 10^{-6} \text{C}}{(4 \cdot 10^{-2} \text{m})^2}$$

Aplicamos la propiedad de la potencia de un producto en el denominador

$$F = 9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2} \frac{8 \cdot 10^{-6} \text{C} \cdot 7 \cdot 10^{-6} \text{C}}{16 \cdot 10^{-4} \text{m}^2}$$

Efectuamos las operaciones y simplificamos las unidades.

$$F = 9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \cancel{\text{m}^2} \cdot \cancel{\text{C}^{-2}} \frac{56 \cdot \cancel{10^{-12} \text{C}^2}}{16 \cdot \cancel{10^{-4} \text{m}^2}}$$

La Fuerza de atracción entre las partículas es: **F = 315N**

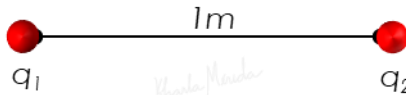


LEY DE COULOMB. Ejercicio 3.

Sobre los extremos de un segmento de 1m de longitud se encuentran ubicadas dos cargas, $q_1 = +4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ y $q_2 = +1 \cdot 10^{-6} \text{ C}$. En qué punto se debe ubicar una tercera carga, $q_3 = +2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, para que quede en equilibrio bajo la acción simultánea de las cargas 1 y 2.

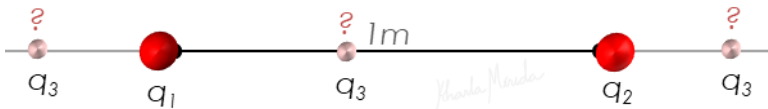
Extraemos los datos del enunciado y ponemos a la vista la ley de Coulomb, que nos da la fórmula que define la Fuerza Eléctrica entre cargas puntuales.

Sobre los extremos de un segmento de 1m de longitud se encuentran ubicadas dos cargas: esto da la distancia entre las cargas, d .

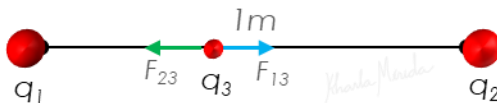


$q_1 = +4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ y $q_2 = +1 \cdot 10^{-6} \text{ C}$: valores de las cargas.

En qué punto se debe ubicar una tercera carga, $q_3 = +2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$: esto nos pide ubicación de otra carga, lo cual se indica con distancia, r . y también nos da el valor de la 3ra carga.

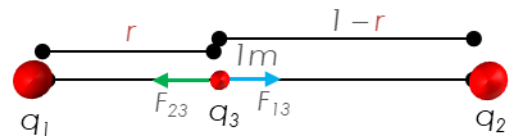


para que quede en equilibrio bajo la acción simultánea de las cargas 1 y 2.: para que q_3 quede en equilibrio bajo la acción de q_1 y q_2 debe ubicarse entre ellas, porque es como puede generarse fuerzas contrarias (igual medida y sentidos contrarios) que se anulen.



La distancia entre q_1 y q_2 es de 1m, representamos con r la distancia desconocida entre las cargas q_1 y q_3 .

Entonces la distancia entre las cargas q_3 y q_2 es $1 - r$.
es necesario conocer estas distancias para aplicar la fórmula.



Ley de Coulomb: $F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$ $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

Sabemos que $F_{13} = F_{23}$ porque están en equilibrio. Aplicamos Ley de Coulomb a cada fuerza e igualamos.

$$F_{13} = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2} \frac{4 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{r^2} \quad F_{23} = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2} \frac{2 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{(1-r)^2}$$

$$9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2} \frac{4 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2} \frac{2 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{(1-r)^2}$$

Datos

$$d = 1 \text{ m}$$

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

$$q_2 = +1 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$r = ?$$

$$q_3 = +2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$F_{13} = F_{23}$$

F_{13} : Fuerza de repulsión

F_{23} : Fuerza de repulsión

Simplificamos factores iguales de lado y lado de la igualdad.

$$\cancel{9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2} \cdot \frac{\cancel{4 \cdot 10^{-6} \text{ C}} \cdot \cancel{2 \cdot 10^{-6} \text{ C}}}{r^2} = \cancel{9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2} \cdot \frac{\cancel{2 \cdot 10^{-6} \text{ C}} \cdot \cancel{1 \cdot 10^{-6} \text{ C}}}{(1-r)^2}$$

Nos queda una igualdad de fracciones con la incógnita, r , en el denominador.

$$\frac{4}{r^2} = \frac{1}{(1-r)^2}$$

Nota: r debe ser distinto de cero y de uno. Si $r = 0$, q_3 estaría ubicada en el punto correspondiente a q_1 , y si $r = 1$, q_3 estaría ubicada en el punto correspondiente a q_2 .

Pasamos cada denominador multiplicando al otro lado.

$$4(1-r)^2 = r^2$$

Desarrollamos el producto notable.

$$4(1-2r+r^2) = r^2$$

Aplicamos propiedad distributiva

$$4-8r+4r^2 = r^2$$

Ahora reunimos todos los términos en el 1er lado, de la igualdad.

$$4-8r+4r^2-r^2=0$$

Simplificamos y ordenamos para llevarlo a la forma general de una ecuación de 2do grado.

$$3r^2-8r+4=0$$

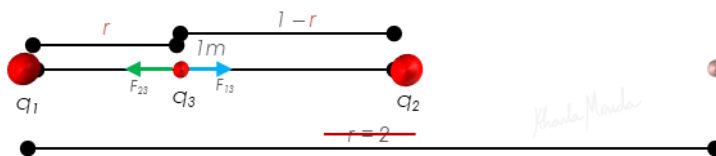
Aplicamos la fórmula resolvente obtenemos dos valores.

$$r = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$r = \frac{-(-8) \pm \sqrt{(-8)^2 - 4 \cdot 3 \cdot 4}}{2 \cdot 3} \quad r = 2$$

$$r = \frac{2}{3}$$

r no puede tomar el valor 2 porque q_3 estaría 1 metro a la derecha de q_2 .



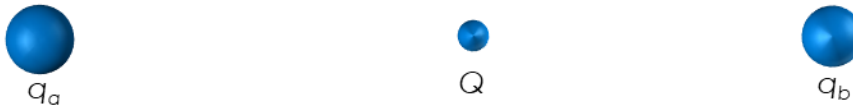
Solución: $r = \frac{2}{3}\text{ m}$

Hemos suprimido las explicaciones detalladas de las operaciones básicas porque en este nivel se entiende que manejamos con destreza las operaciones entre números y las simplificaciones de expresiones. Pero recuerda que siempre puedes consultarnos para aclarar dudas.

▶ LEY DE COULOMB. Ejercicio 4.

Determine dónde se debe colocar una partícula Q para que la fuerza eléctrica total que actúa sobre ella, debido a las otras dos cargas sea cero. Las tres cargas son del mismo signo.

Tenemos una partícula de carga Q que será colocada entre dos partículas de cargas q_1 y q_2 . En el enunciado no se dan valores, esto significa que debemos trabajar todo con letras que representen cada valor.



Ley de Coulomb: $F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$ $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

Nota: Para aplicar la fórmula asumimos que las tres cargas son valores dados, así como la distancia entre las cargas iniciales, de modo que operaremos las letras que representan cada valor como cantidades conocidas y no como incógnitas.

Datos

Q : Valor dado

q_a : Valor dado

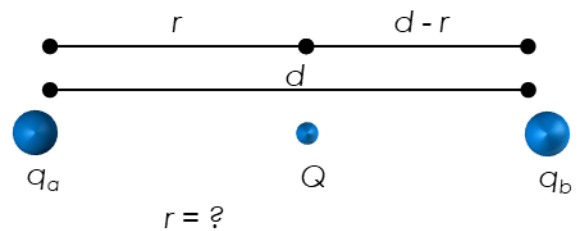
q_b : Valor dado

d : Valor dado



Ahora, ubicación de la carga Q es la incógnita, de modo que la distancia de esta carga a las otras dos cargas son incógnitas. Si una es r la otra es d menos r .

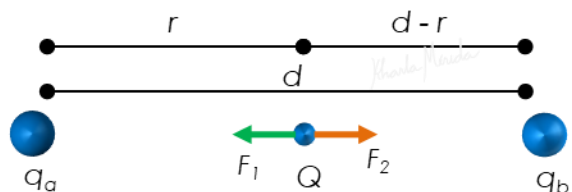
Recordemos que d se tratará como un valor conocido, mientras r es una incógnita



Fuerzas que interactúan:

F_1 : Fuerza de q_b sobre Q

F_2 : Fuerza de q_a sobre Q



Para que la fuerza eléctrica total sea cero, es necesario que las dos fuerzas que actúan sobre Q sean de sentido opuesto pero de igual módulo.

$$F_1 = F_2$$

Aplicamos la Fórmula de Ley de Coulomb a ambas fuerzas.

F_1 es la fuerza que actúa de q_b hacia Q entonces usamos q_b y Q como cargas, y $d - r$ como distancia.

$$F_1 = K \frac{q_b \cdot Q}{(d-r)^2}$$

F_2 es la fuerza que actúa de q_a hacia Q entonces usamos q_a y Q como cargas, y r como distancia.

$$F_2 = K \frac{q_a \cdot Q}{r^2}$$

Establecemos la igualdad de las fuerzas. En ambos lados tenemos factores comunes que podemos simplificar.

$$K \frac{q_b \cdot Q}{(d-r)^2} = K \frac{q_a \cdot Q}{r^2}$$

Recordemos que las cargas son valores dados, igual que la distancia d , la incógnita es r . Entonces debemos despejarla.

$$\frac{q_b}{(d-r)^2} = \frac{q_a}{r^2}$$

Pasamos ambos denominadores al otro lado de la igualdad,

$$q_b r^2 = q_a (d-r)^2$$

Efectuamos el producto notable y aplicamos propiedad distributiva

$$q_b r^2 = q_a (d^2 - 2dr + r^2)$$

$$q_b r^2 = q_a d^2 - 2q_a dr + q_a r^2$$

La incógnita r está presente en tres términos de la igualdad, dos términos de grado 2 y un término de grado 1. Esto es una ecuación de 2do grado.

$$q_b r^2 = q_a d^2 - 2q_a dr + q_a r^2$$

Pasamos todos los términos a un solo lado de la igualdad

$$q_b r^2 - q_a r^2 + 2q_a dr - q_a d^2 = 0$$

Nota: Debemos siempre tener presente que la incógnita es r , y que las demás letras debemos manejarlas como valores conocidos.

Agrupamos términos semejantes y ordenamos la expresión de 2do grado.

$$(q_b - q_a)r^2 + 2q_a dr - q_a d^2 = 0$$

Los coeficientes del trinomio son:

$$a = q_b - q_a, \quad b = 2q_a d, \quad c = -q_a d^2$$

Aplicamos la resolvente y obtenemos r

$$r = \frac{d}{1 - \sqrt{\frac{q_a}{q_b}}}$$

Todos los procedimientos necesarios para aplicar la resolvente y llegar a este resultado son operaciones básicas que hemos aprendido durante nuestros estudios básicos.

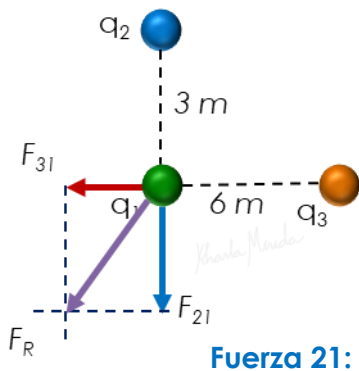


LEY DE COULOMB. Ejercicio 5.

En el diagrama de la figura se ven 3 cargas:
 $q_1 = 1 \times 10^{-3} \text{ C}$, $q_2 = 3 \times 10^{-4} \text{ C}$, $q_3 = 16 \times 10^{-4} \text{ C}$.
 Calcular la fuerza resultante que actúa sobre q_1 .

Calcularemos el valor de cada fuerza, para luego hallar el vector suma.

Los datos del sistema son:



Fuerza 21:

$$F_{21} = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2 \text{C}^{-2} \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ C} \cdot 3 \cdot 10^{-4} \text{ C}}{(3\text{m})^2}$$

$$F_{21} = 3 \cdot 10^2 \text{ N}$$

Ley de Coulomb:

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ a la } 9 \text{ N.m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

Fuerza 31:

$$F_{31} = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2 \text{C}^{-2} \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ C} \cdot 16 \cdot 10^{-4} \text{ C}}{(6\text{m})^2}$$

$$F_{31} = 4 \cdot 10^2 \text{ N}$$

Ahora centraremos nuestra atención en la suma de las dos fuerzas que actúan sobre q_1 , para obtener la fuerza resultante

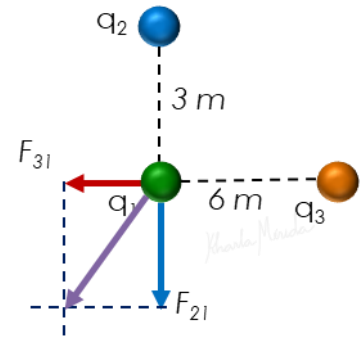
Debemos visualizar el triángulo de fuerzas para aplicar Pitágoras, donde la hipotenusa es F_R , y los catetos son F_{21} y F_{31} .

Teorema de Pitágoras $h^2 = a^2 + b^2$

$$F_R^2 = F_{21}^2 + F_{31}^2 \quad F_R = \sqrt{F_{21}^2 + F_{31}^2}$$

$$F_R = \sqrt{(3 \cdot 10^2)^2 + (4 \cdot 10^2)^2}$$

$$F_R = 3 \cdot 10^2 \text{ N}$$



Datos:

$$q_1 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ C}$$

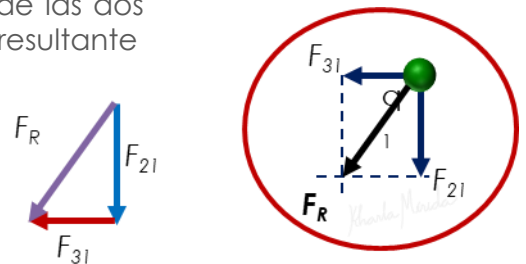
$$q_2 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

$$q_3 = 16 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

$$d_{12} = 3 \text{ m}$$

$$d_{13} = 6 \text{ m}$$

$$F_R = ?$$

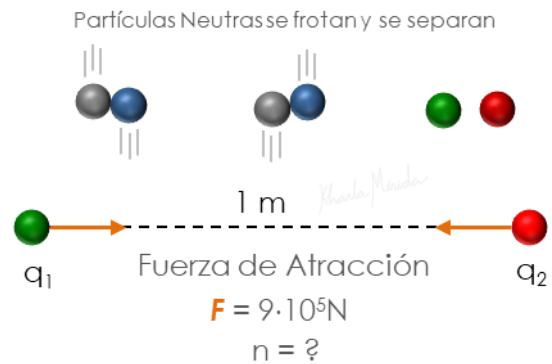




LEY DE COULOMB. Ejercicio 6.

Dos pequeñas partículas neutras son frotadas mutuamente y luego separadas 1 m, observándose una fuerza de atracción de $9 \cdot 10^5$ N.

¿Cuántos electrones pasan de una partícula a la otra durante la frotación?



En la primera lección de este tema, vimos dos conclusiones valiosas que obtuvo Robert Millikan con su experimento de la gota de aceite:

- El valor de la carga eléctrica fundamental es la de un electrón, $e^- = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
- Toda carga eléctrica es múltiplo de la carga eléctrica fundamental: $q = n \cdot e^-$.

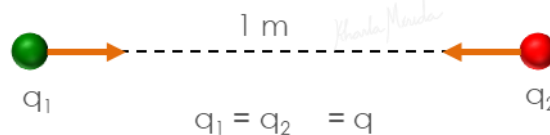
Nota: al frotar dos partículas, ambas quedan con cargas del mismo valor pero signos contrarios, razón por la cual se atraen.

Entonces q_1 y q_2 son iguales y las representamos con q solamente. $q_1 = q_2 = q$

Ley de Coulomb:

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ a } 9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$



Sustituimos q en ambas cargas en la fórmula,

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad q_1 = q_2 = q \quad F = K \frac{q \cdot q}{r^2}$$

Despejamos q .

$$F = K \frac{q^2}{r^2} \quad q = \sqrt{\frac{F \cdot r^2}{K}}$$

Sustituimos los valores de F , r y K en la fórmula de q obtenida.

$$q = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot (1 \text{ m})^2}{9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}}}$$

Simplificamos valores y unidades.

$$q = \sqrt{\frac{1}{10^4 \text{ C}^{-2}}} = \frac{1}{10^2} \text{ C}$$

$$q = 0,01 \text{ C}$$

Aplicamos la fórmula: $q = n \cdot e^-$ y despejamos n

$$0,01 \text{ C} = n \cdot 1,6022 \cdot 10^{-19} \quad n = \frac{0,01 \text{ C}}{1,6022 \cdot 10^{-19}}$$

$$n = 6,24 \cdot 10^{16}$$

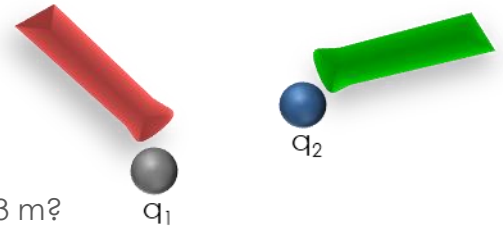
¿Qué tan grande es este valor?

$$6,24 \cdot 10^{16} = 62.400.000.000.000.000$$

Pasaron de una partícula a la otra Sesenta y dos mil cuatrocientos billones de electrones.

**LEY DE COULOMB. Ejercicio 7.**

A esferas metálicas neutras e idénticas, se les altera la carga, entregándole a una 10^{15} electrones, y extrayéndole a la otra $2 \cdot 10^{16}$ electrones.



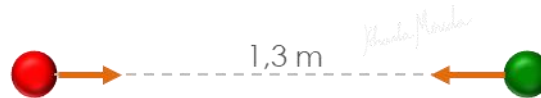
¿Qué fuerza eléctrica experimentan si se les separa 1,3 m?

Datos

$$n_1 = -10^{15}$$

$$n_2 = +2 \cdot 10^{16}$$

$$F = ?$$



Sabemos que:

- **A la esfera 1 se le cargó agregándole 10^{15} electrones.**

Esto significa que su carga es negativa. Para hallar su valor, aplicamos la fórmula carga igual a n por el valor de la carga fundamental efectuamos el producto de potencias de 10 y obtenemos el valor de la carga 1.

$$n_1 = 10^{15} \quad q_1 = -n_1 \cdot e$$

$$q_1 = -10^{15} \cdot 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$q_1 = -1,6022 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

- **A la esfera 2 se le cargó extrayéndole $2 \cdot 10^{16}$ electrones.**

Esto significa que su carga es negativa. Para hallar su valor, aplicamos la fórmula carga igual a n por el valor de la carga fundamental efectuamos el producto de potencias de 10 y obtenemos el valor de la carga 1.

$$n_2 = 2 \cdot 10^{16} \quad q_2 = n_2 \cdot e$$

$$q_2 = 2 \cdot 10^{16} \cdot 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$q_2 = 3,2044 \cdot 10^{-3} \text{ C}$$

Ley de Coulomb:

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ a la } 9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$


$$F = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2} \frac{1,6022 \cdot 10^{-4} \text{ C} \cdot 3,2044 \cdot 10^{-3} \text{ C}}{(1,3 \text{ m})^2}$$

Fuerza eléctrica que experimentan: $F = 2734 \text{ N}$

A Practicar

1. Dos cargas puntuales de $5\mu\text{C}$ y $-2\mu\text{C}$ se encuentran separadas a una distancia de 15 cm. Haz un diagrama vectorial de fuerzas y calcula el módulo de la fuerza indicando si la fuerza es de atracción o de repulsión.
2. Dos cargas iguales y de distinto signo se encuentran en el vacío separadas por un distancia de 50 centímetros. La fuerza eléctrica de atracción entre ellas es 0,9 N. Calcula la magnitud de las cargas.
3. Dos cargas puntuales se separan a una distancia tres veces mayor que la que tenían inicialmente. ¿Cómo cambia el módulo de la fuerza eléctrica entre ellas? Explica.

¿Lo Hicimos Bien?

1.  Se tiene una fuerza de atracción, $F = -4\text{N}$.
2. $5\mu\text{C}$
3. La Fuerza inicial es 9 veces mayor que la fuerza final. $F_i = 9F_f$