Liceo Juan XXIII, Villa Alemana
Departamento de Ciencias y matemáticas
Física
Profesor David Valenzuela Z.

Guía de aprendizaje
Electrostática Vectores

www.fisic.ch

La ley de Coulomb es de tipo vectorial, esto significa que la ecuación como tal no es simplemente una igualdad numérica, sino una igualdad de dirección, sentido y magnitud.

$$\vec{F} = k\frac{q_1 q_2}{r^2}\hat{r}$$

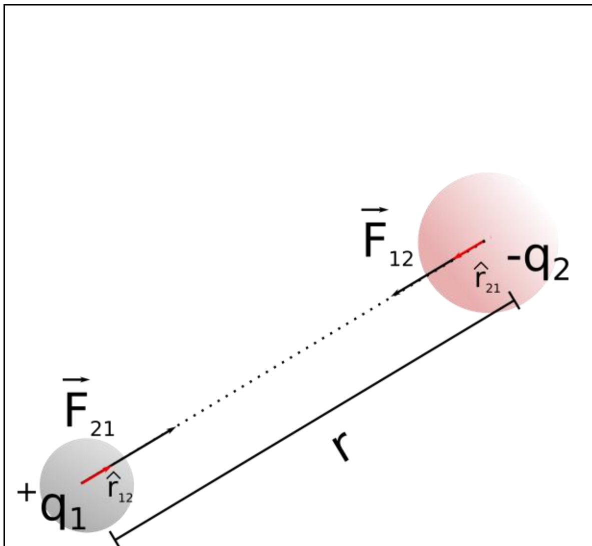
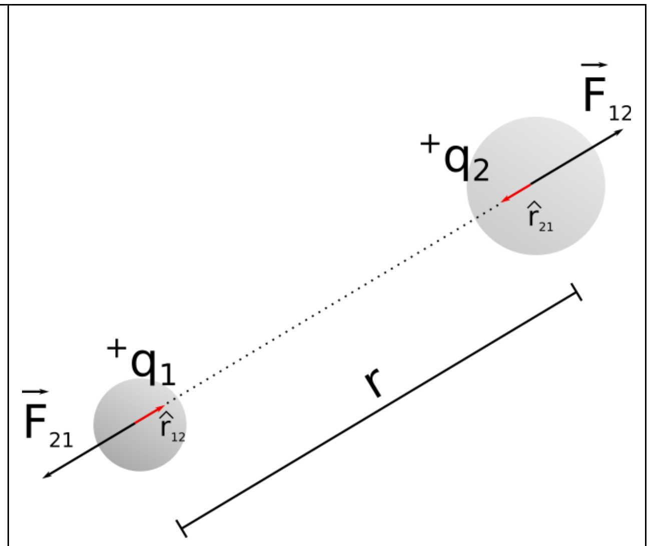
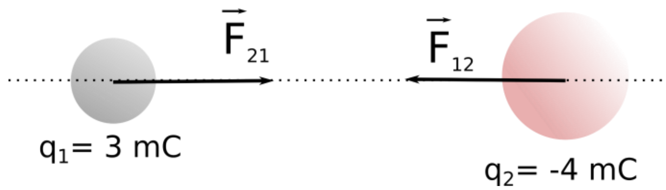
	

Imagen 1: Muestra la fuerza de atracción entre dos cargas de signos opuestas.	**Imagen 2:** Muestra la fuerza de repulsión entre dos cargas de signos opuestas.

En la imagen 1 indica la fuerza $\vec{F}_{21}$ que corresponde a la fuerza que ejerce la carga q_2 sobre la carga q_1, el vector $\hat{r}_{12}$ es un vector unitario que va desde la carga q_1 a q_2. Note también que la fuerza entre las cargas cumple la tercera ley de Newton, es decir, $\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$, tienen el mismo módulo, dirección, pero sentidos opuestos. Para trabajar el carácter vectorial de la ley de Coulomb, procederemos a dibujar las fuerzas en un diagrama de fuerzas, luego remplazar el vector unitario $\hat{r}$ con un vector unitario $\hat{i}$, $\hat{j}$, $\hat{k}$ del plano cartesiano y con un signo negativo en el caso de apuntar en la dirección negativa del plano cartesiano. Los vectores unitarios se caracterizan porque sólo indican dirección y su módulo siempre es uno. Por ello cualquier vector puede ser escrito como *n* veces el vector unitario. Por ejemplo en el eje x un vector puede ser escrito como n veces un vector unitarios, y podría estar compuesto con otro que es *n* veces un vector unitario, pero en el eje y, de manera que la fuerza neta es la suma vectorial de estas dos.

Veamos un ejemplo

Una carga q_1 de 3 μC es colocada a 4 m al lado izquierdo de una carga negativa q_2 de -4 μC. Según esta disposición ¿cuál es la fuerza que siente q_1 y q_2?



Como puedes ver, podemos ubicar un plano cartesiano, es decir, un observador en cualquier posición. Obviamente lo colocamos en una posición conveniente en donde las fuerzas queden en uno de los ejes de coordenadas de manera de no tener que hacer descomposición de vectores. Aplicamos la ley de Coulomb para la fuerza que siente la carga q1

$$\vec{F}_{21} = k\frac{q_1 q_2}{r^2}\hat{r}$$

$$\vec{F}_{21} = 9x10^9 \frac{Nm^2}{C^2}\frac{3\cdot 10^{-3}[C]\,4\cdot 10^{-3}[C]}{(4[m])^2}\hat{i}$$

$$\vec{F}_{21} = 6.750\hat{i}[N]$$

La fuerza que siente finalmente q_1 producto de la presencia de la carga q_2 es de $6.750\,\hat{i}\,[N]$. Si queremos calcular la fuerza que siente la carga q_2 producto de la presencia de q_1, podríamos pensar simplemente que la tercera ley de Newton se cumple, por lo tanto, es la misma fuerza, pero en sentido contrario $-6.750\,\hat{i}\,[N]$. Si procediéramos usando la ley de Coulomb, tendríamos que:

$$F_{12} = k\frac{q_1 q_2}{r^2}\hat{r}$$

$$\vec{F}_{12} = -9x10^9 \frac{Nm^2}{C^2}\frac{3\cdot 10^{-3}[C]\,4\cdot 10^{-3}[C]}{(4[m])^2}\hat{i}$$

$$\vec{F}_{12} = -6.750\hat{i}[N]$$

Vemos que la única diferencia la da el vector unitario, pues si vemos el diagrama de fuerzas que hemos dibujado, la dirección de $\vec{F}_{12}$ es hacia la izquierda de un plano cartesiano, por lo tanto, lleva el signo negativo.

Ejercicios propuestos

A continuación, se dan un conjunto de ejercicios en los que, mediante el diagrama de fuerza, el proceder de una manera lógica secuencial y el uso de la matemática son importantes para tener éxito.

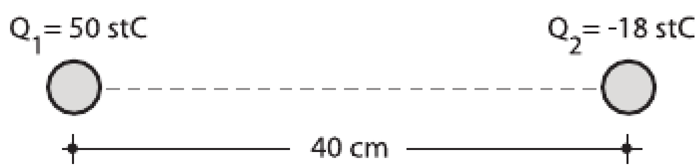
E-1. Calcule la distancia a la que se debe colocar dos cargas puntuales de 3 μC y 6 μC para que q_2 experimente una fuerza de repulsión de $-5.000\,\hat{\imath}\,[N]$. Haga un diagrama de fuerza que represente dicha situación.

E-2. Dos cargas puntuales Q_1 = 4 μC y Q_2 = -8 μC están separadas 4 [m]. ¿Qué fuerza experimenta una tercera carga colocada en el centro de las dos cargas anteriores? ¿En qué dirección se movería?

E-3. Se tienen dos cargas "+q" y "+4q" separadas una distancia "d"; en la recta que las une se ubica una tercera carga, de tal manera que en dicha condición el sistema esté en equilibrio. Calcular el signo, la magnitud y la posición de esta tercera carga. Inicialmente el sistema está en equilibrio

E-4. Dos cargas se encuentran separadas a una distancia d. Si entre ambas cargas se ubica una tercera de manera que la fuerza sobre ella sea nula. ¿Cuál es la distancia que se debe colocar la tercera carga? Todas las cargas son positivas y tienen la misma carga. Dibuje el diagrama y demuestre matemáticamente la respuesta.

E-5. Determinar la posición de una carga situada en la línea recta que une dos cargas concentradas de +50 y −18 stC separadas 40 cm de tal manera que todo el sistema se encuentra en equilibrio horizontal.



E-6. En una recta se encuentran tres cargas: una positiva q y dos negativas: -Q. ¿Para qué relación de valores de las cargas, estas últimas estarán en equilibrio?

E-7. Se tienen dos cargas "+q" y "+4q" separadas una distancia "d"; en la recta que las une se ubica una tercera carga, de tal manera que en dicha condición el sistema esté en equilibrio. Calcular el signo, la magnitud y la posición de esta tercera carga. Inicialmente el sistema está en equilibrio.