

FUERZA SOBRE CARGAS ELÉCTRICAS: LEY DE COULOMB.

Según la ley de Coulomb, la fuerza que una carga q_1 , situada en un punto A (a,b), ejerce sobre otra carga q_2 , que se encuentra en B(c,d) viene dada por la expresión:

$$\vec{F} = \frac{Kq_1q_2}{r^2}\vec{u}_r = |\vec{F}|\vec{u}_r$$

Siendo \vec{u}_r un vector unitario que tiene la dirección y sentido del vector \vec{AB} (si la fuerza entre las dos cargas es de repulsión) y la del vector \vec{BA} (si la fuerza es de atracción).

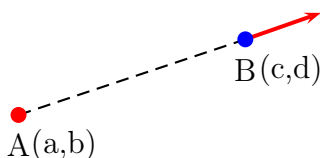
El vector unitario se hallará de la siguiente forma:

$$\vec{u}_r = \frac{(c-a)\vec{i} + (d-b)\vec{j}}{|\vec{AB}|} = \frac{(c-a)\vec{i} + (d-b)\vec{j}}{\sqrt{(c-a)^2 + (d-b)^2}} \quad (\text{repulsión})$$

$$\vec{u}_r = \frac{(a-c)\vec{i} + (b-d)\vec{j}}{|\vec{AB}|} = \frac{(a-c)\vec{i} + (b-d)\vec{j}}{\sqrt{(a-c)^2 + (b-d)^2}} \quad (\text{atracción})$$

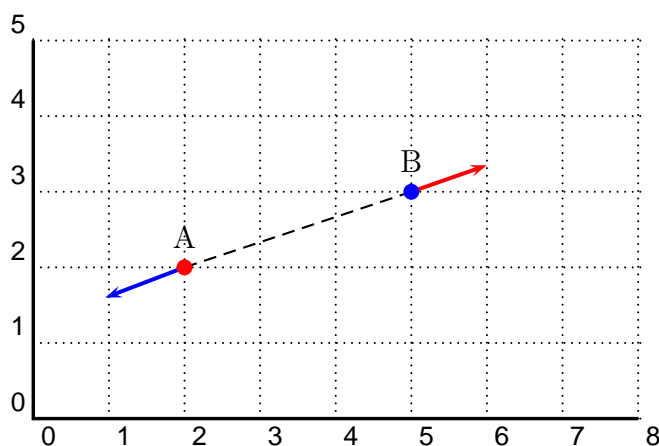
El valor de r coincide con la distancia entre los puntos A y B, es decir:

$$r = \sqrt{(c-a)^2 + (d-b)^2}$$



Para calcular la fuerza que la carga situada en A ejerce sobre la que se encuentra en B, hallamos el módulo de dicha fuerza (siempre con signo positivo) y multiplicamos por el vector unitario correspondiente. Veamos a continuación algunos ejemplos de cálculo de fuerzas ejercidas por una o más cargas sobre otra.

Problema nº 1: Dos cargas de 20 y 30 μC se encuentran situadas en los puntos A(2,2) y B(5,3), respectivamente. Calcular la fuerza que cada una de ellas ejerce sobre la otra.



La distancia entre las dos cargas será:

$$r = \sqrt{(5-3)^2 + (3-1)^2} = \sqrt{8}$$

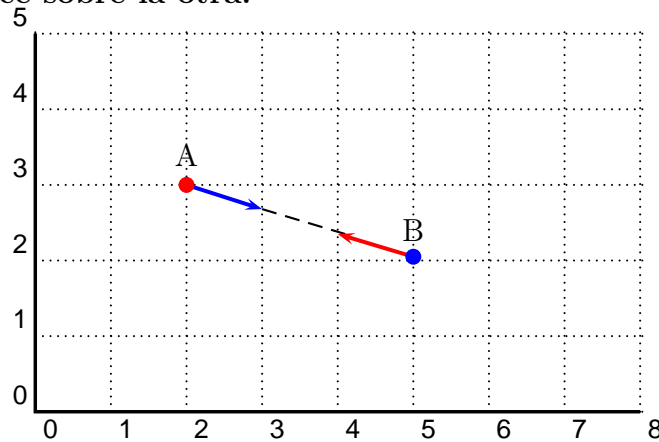
El módulo de la fuerza que cada una de las cargas ejerce sobre la otra será:

$$|\vec{F}| = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-5} \cdot 3 \cdot 10^{-5}}{8} = 0,675$$

Los vectores unitarios \vec{u}_1 (fuerza sobre q_2) y \vec{u}_2 (fuerza sobre q_1) serán, respectivamente:

$$\vec{u}_1 = \frac{(5-3)\vec{i} + (3-1)\vec{j}}{\sqrt{8}} = \frac{\vec{i} + \vec{j}}{\sqrt{2}} \quad \text{y} \quad \vec{u}_2 = \frac{(3-5)\vec{i} + (1-3)\vec{j}}{\sqrt{8}} = \frac{-\vec{i} - \vec{j}}{\sqrt{2}}$$

Problema nº 2: Una carga de $30 \mu\text{C}$ se encuentra situada en el punto A(2,3), y una segunda carga de $-40 \mu\text{C}$ se encuentra en el punto B(5,2). Calcular la fuerza que cada carga ejerce sobre la otra.



Las fuerzas pedidas en el enunciado son:

$$\vec{F}_1 = |\vec{F}_1| \vec{u}_1 \quad \text{y} \quad \vec{F}_2 = |\vec{F}_2| \vec{u}_2$$

Siendo:

$$|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = \frac{Kq_1q_2}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-5} \cdot 4 \cdot 10^{-5}}{(2-5)^2 + (3-2)^2} = 1,08 \text{ N}$$

El vector unitario \vec{u}_1 será:

$$\vec{u}_1 = \frac{\vec{BA}}{|\vec{BA}|} = \frac{(2-5)\vec{i} + (3-2)\vec{j}}{\sqrt{(2-5)^2 + (3-2)^2}} = \frac{-3\vec{i} + \vec{j}}{\sqrt{10}}$$

El vector unitario \vec{u}_2 , al tener la misma dirección y sentido contrario que \vec{u}_1 , tendrá las mismas componentes que éste, pero de signos contrarios, es decir:

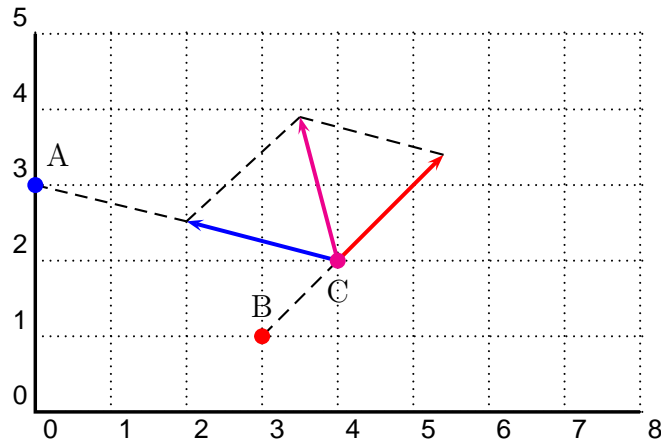
$$\vec{u}_2 = \frac{3\vec{i} - \vec{j}}{\sqrt{10}}$$

Con estos valores, tendremos:

$$\vec{F}_1 = |\vec{F}_1| \vec{u}_1 = 1,08 \frac{-3\vec{i} + \vec{j}}{\sqrt{10}} = -1,02\vec{i} + 0,34\vec{j}$$

$$\vec{F}_2 = |\vec{F}_2| \vec{u}_2 = 1,08 \frac{3\vec{i} - \vec{j}}{\sqrt{10}} = 1,02\vec{i} - 0,34\vec{j}$$

Problema nº 3: Una carga q_1 de $-130 \mu C$ se encuentra en el punto A(0,3). Una segunda carga, q_2 , de $15 \mu C$ está situada en B(3,1), mientras que una tercera carga, q_3 , de valor $10 \mu C$ se localiza en el punto C(4,2). Calcular la fuerza que q_1 y q_2 ejercen sobre q_3 .



A partir de la imagen anterior, podemos deducir lo siguiente:

$$\vec{u}_1 = \frac{\vec{CA}}{|\vec{CA}|} = \frac{(0-4)\vec{i} + (3-2)\vec{j}}{\sqrt{(0-4)^2 + (3-2)^2}} = \frac{-4\vec{i} + \vec{j}}{\sqrt{17}} \quad \vec{u}_2 = \frac{\vec{BC}}{|\vec{BC}|} = \frac{(4-3)\vec{i} + (2-1)\vec{j}}{\sqrt{(4-3)^2 + (2-1)^2}} = \frac{\vec{i} + \vec{j}}{\sqrt{2}}$$

$$|\vec{F}_1| = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1,3 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-5}}{(0-4)^2 + (3-2)^2} = 0,688 \text{ N} \quad |\vec{F}_2| = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-5}}{(4-3)^2 + (2-1)^2} = 0,675 \text{ N}$$

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = |\vec{F}_1| \vec{u}_1 + |\vec{F}_2| \vec{u}_2$$

$$\vec{F} = -0,667\vec{i} + 0,167\vec{j} + 0,477\vec{i} + 0,477\vec{j} = -0,19\vec{i} + 0,644\vec{j}$$