

# Ley de Coulomb

Juan Pablo Guerrero Escudero

01 abril, 2024

**Electromagnetismo:** Inició aproximadamente en 1800. En el curso, serán 2 semanas de Electroestática, y dos semanas de Magnetoestática.

Unidades de éste módulo

1. SI o Sistema Internacional (kg, m, s, k)
2. CGS (cm, g, s).

En el CGS no hay constante de proporcionalidad, en el SI sí lo hay.

## Ley de Coulomb

En electromagnetismo usualmente mides la carga eléctrica. Entonces, con la ley de Coulomb puedes medir la fuerza entre cargas eléctricas. Ésta ley experimental nos dice que las cargas opuestas se **atraen** y que las cargas similares se **repelen**.

Existe una fuerza de atracción entre dos cargas a lo largo de una recta que las une ( $r$ ):

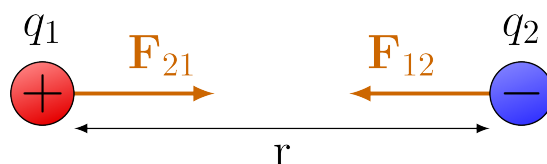


Figura 1: Representación Ley de Coulomb

Obs: la fuerza **siempre** va en la dirección de la línea que une las cargas.

Después, la ley de Coulomb dice que la Fuerza es directamente proporcional al producto de las cargas  $Q_1$  y  $Q_2$ , y es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia  $R^2$  entre ellas.

Entonces la fórmula es:

$$F \propto k \left( \frac{Q_1 Q_2}{R^2} \right)$$

$$F = \left( \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right) \left( \frac{Q_1 Q_2}{R^2} \right).$$

Aquí,  $\epsilon_0$  representa la permitividad del vacío. La fórmula de Fuerza se mide en Newtons. Ahora, como la Fuerza es un vector, necesita la dirección también ( $\vec{F}$ ), entonces:

$$\vec{F} = \left( \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right) \left( \frac{Q_1 Q_2}{R^2} \right) (\hat{a}_R).$$

Donde  $\hat{a}_R$  es el vector unitario, es decir  $|\hat{a}_R| = 1$ .

**Vector Separación:** El vector separación  $\vec{R}$  es el vector de la distancia entre dos cargas. Se calcula de la siguiente manera:  $\vec{R} = \vec{R}_2 - \vec{R}_1$ , siendo  $\vec{R}_2$  y  $\vec{R}_1$  el vector desde el origen a cada carga  $Q_1$  y  $Q_2$ .

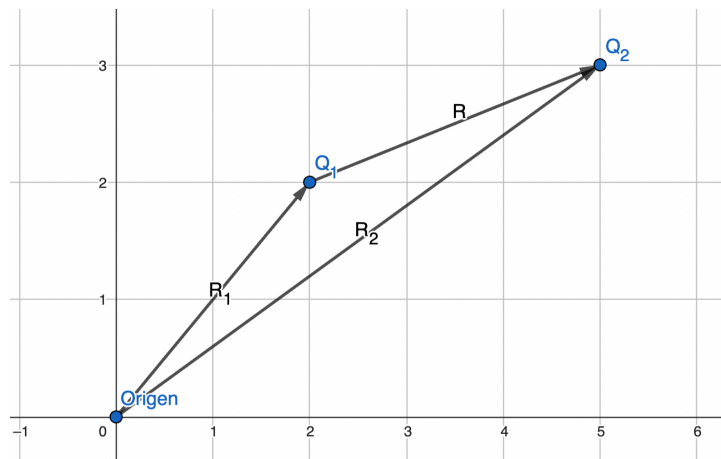


Figura 2: Vector  $\vec{R}$  de separación

Se puede intuir la fórmula usando el cálculo vectorial, reconociendo que  $\vec{R}_1 + \vec{R} = \vec{R}_2$ , y despejando  $\vec{R} = \vec{R}_2 - \vec{R}_1$ . Para saber cuál restar primero, se resta el vector donde "llegas" menos el vector "de donde sales".

Después, se puede calcular la separación entre las cargas, la cuál es  $|\vec{R}| = R$ , y por lo tanto el vector unitario  $\hat{a}_R = \frac{\vec{R}}{R}$ , donde  $\vec{R}$  es el vector y  $R$  es la magnitud. **Obs:** Se utilizan vectores unitarios para dejar la fuerza intacta. Entonces, la fórmula final de la Ley de Coulomb resulta:

$$\vec{R} = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right) \left(\frac{Q_1 Q_2}{R^2}\right) \left(\frac{\vec{R}}{R}\right)$$

$$\vec{R} = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right) \left(\frac{Q_1 Q_2}{R^3}\right) (\vec{R})$$

**Principio de superposición:**  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_n = \vec{F}_{neta}$ .