

Ley de Coulomb

Cuando dos objetos están cargados eléctricamente sienten una fuerza de atracción si las cargas son iguales y de repulsión si son diferentes. La magnitud de esta fuerza fue medida por Charles Coulomb quien hizo experimentos con esferas cargadas que modelan partículas puntuales. Los resultados de Coulomb fueron:

- la fuerza es inversamente proporcional a al cuadrado de la separación r entre las cargas y está dirigida a lo largo de la línea que las une,
- es proporcional al producto de las cargas q_1 y q_2 sobre las dos partículas,
- es atractiva si las cargas son de signo opuesto y repulsiva si las cargas son del mismo signo.

A partir de esas observaciones se puede expresar matemáticamente la fuerza entre dos cargas puntuales viene dada por

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

donde k_e es una constante conocida como constante de Coulomb y en el Sistema Internacional de Medidas tiene un valor de

$$k_e = 8,981 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \approx 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$$

Debe señalarse que al igual que la fuerza gravitatoria, la fuerza entre dos cargas eléctricas no requiere de contacto físico éstas.

Campo Eléctrico

Como se señaló anteriormente la fuerza eléctrica entre dos objetos cargados no requiere que haya contacto físico entre las cargas. En relación a este hecho, Michael Faraday estableció que existe un **campo eléctrico** en la región del espacio que rodea al objeto cargado. Cuando otro objeto cargado (denominado carga de prueba) ingresa a este campo eléctrico, una fuerza eléctrica actúa sobre él. La magnitud de este campo eléctrico en un punto del espacio se define como la fuerza eléctrica por unidad de carga y matemáticamente se expresa,

$$E = \frac{F}{q_0}$$

donde E es la magnitud del campo, F es la fuerza eléctrica que actúa sobre una carga de prueba positiva q_0 . Según lo anterior, el campo eléctrico debido a una carga puntual q viene dada por

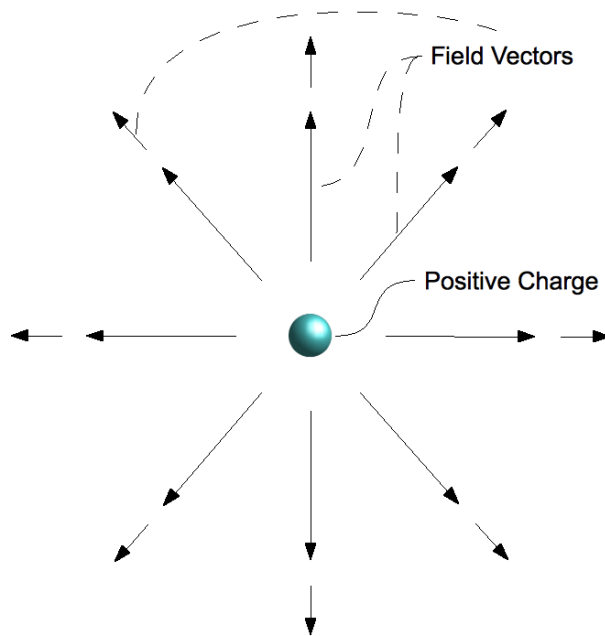
$$E = k_e \frac{q}{r^2}$$

la cual va en la dirección de r .

Para tener una idea gráfica del campo eléctrico, Faraday introdujo las líneas de campo eléctrico. Las reglas generales para construir el diagrama de línea de campo son:

- las líneas de campo salen de cargas positivas y entran en cargas negativas,
- las líneas no se cruzan entre ellas.

A manera de ejemplo, se muestra en la siguiente figura el diagrama de líneas de campo para una carga puntual positiva.



Ejemplo

Calcule el campo eléctrico a una distancia de 4.0mm de una $-2.0\mu\text{C}$ (carga) .
Luego, calcule la fuerza de $-8.0\mu\text{C}$ (carga) colocada en este punto.

Respuesta:

Para calcular el campo eléctrico usaremos la ecuación $E = \frac{kq}{r^2}$. Antes de resolver el campo eléctrico convertiremos todos los valores en las mismas unidades.

$$4.0 \text{ mm} \times \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} = .004 \text{ m}$$

$$-2.0 \mu \text{ C} \times \frac{1 \text{ C}}{1000000 \mu \text{ C}} = -2.0 \times 10^{-6} \text{ C}$$

Ahora que tenemos unidades iguales es que podemos resolver el problema.

$$E = \frac{kq}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \times -2.0 \times 10^{-6} \text{ C}}{(.004\text{m})^2} = -1.1 \times 10^9 \text{ N/C}$$

Para encontrar la fuerza en el punto usaremos la ecuación $F = Eq$.

$$-8.0\mu\text{C} \times \frac{1\text{C}}{1000000\mu\text{C}} = -8.0 \times 10^{-6} \text{ C}$$

Ya sabemos todos los valores, ahora lo único que tenemos que hacer es convertir todos los valores en las mismas unidades y luego sustituir en cada valor.

$$F = Eq = -8.0 \times 10^{-6} \text{ C} \times -1.1 \times 10^9 \text{ N/C} = 9000 \text{ N}$$