

0.1 Ley de Coulomb

La ley de Coulomb establece de la fuerza F entre dos cargas Q_1 y Q_2 son:

- A lo largo de la línea que los une.
- Directamente proporcional al producto $Q_1 Q_2$ de las cargas.
- Inversamente proporcional a la distancia R que los separa

Teorema 0.1 — Ley de Coulomb.

$$F = \frac{kQ_1 Q_2}{R^2} \quad (1)$$

Donde:

- Q : Cargas en Coulombs(C).
- R : Distancia en metros(m).
- F : Fuerza Newtons(N).

Constantes:

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \simeq \frac{10^{-9}}{36\pi} F/m \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \simeq 9 \times 10^9 m/F$$

Si las cargas Q_1 y Q_2 están localizadas en puntos cuyas posiciones están de forma vectorial r_1 y r_2 (figura), así la fuerza de F_{12} ¹ sobre la carga 2 debido a la carga 1 esta dado por:

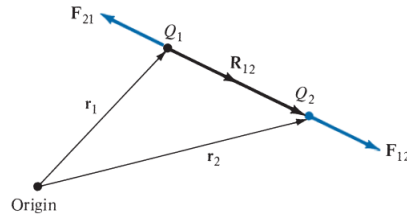
$$F_{12} = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 R^2} \mathbf{a}_{R_{12}} \quad (2)$$

Sean n cargas y se desea hallar la fuerza resultante en una carga Q , se usa el *principio de superposición*. Este principio establece: Si existen N cargas Q_1, Q_2, \dots, Q_N y seas sus vectores posición r_1, r_2, \dots, r_N la fuerza resultante en la carga Q es la sumatoria de las fuerzas de cada una de las cargas:

$$F_Q = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_N$$

o:

$$F = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \sum_{k=1}^N \frac{Q_k(r - r_k)}{|r - r_k|^3} \quad (3)$$



0.2 Intensidad de campo eléctrico

La intensidad de campo eléctrico E es la fuerza que una unidad de carga positiva experimenta cuando se coloca en un campo eléctrico.

Teorema 0.2 — Intensidad de campo eléctrico.

$$E = \frac{F}{Q} \quad (4)$$

¹Se lee: La fuerza de la carga 1 a la carga 2

Donde:

- E: Intensidad de campo eléctrico(N/C) o Volts por metro(V/m).
- F: Fuerza(N)
- Q: Carga(Coulombs).

Para $Q>0$, el E esta en la misma dirección de la fuerza F. La intensidad de campo eléctrico en el punto \mathbf{r} debido a una carga localizada en \mathbf{r}' es obtenido:

$$E = \frac{Q(r-r')}{4\pi\epsilon_0|r-r'|^3} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} a_r \quad (5)$$

Y bajo el mismo principio de superposición, la intensidad de campo eléctrico en el punto \mathbf{r} :

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{k=1}^N \frac{Q_k(r-r_k)}{|r-r_k|^3} \quad (6)$$

0.3 Campo eléctrico creado por una distribución continua de carga en un punto

Las cargas puntuales ocupan un muy pequeño espacio físico. Es posible tener distribuciones continuas: Es costumbre denotar la densidad de carga lineal $\rho_L(\text{C/m})$, la densidad de carga superficial $\rho_S(\text{C/m}^2)$ y la carga volumétrica $\rho_V(\text{C/m}^3)$.²

$$dQ = \rho_L dl = \lambda dl \rightarrow Q = \int_L \rho_L dl \quad (7)$$

$$dQ = \rho_S ds = \sigma ds \rightarrow Q = \int_S \rho_S ds \quad (8)$$

$$dQ = \rho_V dv = \rho dv \rightarrow Q = \int_V \rho_V dv \quad (9)$$

El campo eléctrico debido a cada distribución de carga puede ser tomado como una sumatoria de los campos contribuidos por numerosas cargas:

$$\vec{E} = \int_L k\lambda \frac{dl}{r^2} \vec{u}_r \quad (10)$$

$$\vec{E} = \int_S k\sigma \frac{ds}{r^2} \vec{u}_r \quad (11)$$

$$\vec{E} = \int_V k\rho \frac{dv}{r^2} \vec{u}_r \quad (12)$$

0.4 Densidad de campo eléctrico

Definición 0.1 — Flujo Eléctrico. Se dice que la **densidad de flujo eléctrico** es el número de líneas de fuerza por metro cuadrado de superficie, para una esfera de radio r , esta dada por:

$$\vec{D} = \frac{q}{4\pi r^2} \vec{r} \quad (13)$$

Así para el espacio libre:

$$\vec{D} = \vec{E} \epsilon_0 \quad (14)$$

Donde:

²No confundir este ρ con subíndice con ρ sin subíndice usado en coordenadas cilíndricas.

- E: Campo eléctrico(N/C ó V/m).
- D: Densidad de flujo eléctrico(C/m^2).

Se define **flujo eléctrico** en términos de la densidad de flujo eléctrico, es decir:

$$\Psi = \int_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} \quad (15)$$