

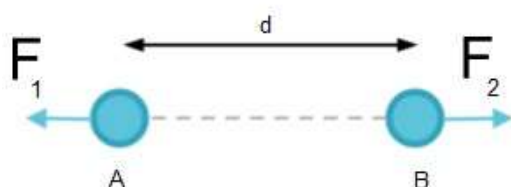
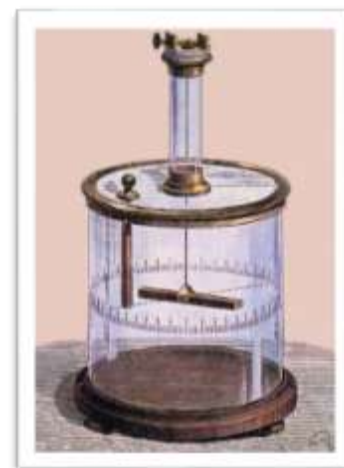


# FUERZAS ELÉCTRICAS

Cuando interactúan cuerpos cargados eléctricamente se producen fenómenos de atracción y repulsión, cuyas principales características hemos señalado. Estos fenómenos indican que entre dichos cuerpos se establecen fuerzas de origen eléctrico o sea *fuerzas eléctricas*. Sin embargo, hasta ahora la descripción ha sido solo cualitativa y como en física son indispensables las mediciones, aún falta identificar las *relaciones cuantitativas* que existen entre esas fuerzas.

En 1785, Charles de Coulomb estudió las fuerzas de atracción y repulsión que producen las cargas eléctricas por medio de ingeniosas mediciones efectuadas con una balanza de torsión muy sensible.

Así pudo comprobar, experimentalmente que, si se consideran dos cuerpos muy pequeños, prácticamente puntuales (**A** y **B**) cargados con igual cantidad de electricidad del mismo signo y separados entre sí por una cierta distancia **d**, en las partículas aparecen las fuerzas opuestas **F<sub>1</sub>** y **F<sub>2</sub>** respectivamente.



Las fuerzas **F<sub>1</sub>** y **F<sub>2</sub>**, son colineales.

Como la fuerza se puede simbolizar con **F** y las cargas eléctricas con **q**, entonces **q<sub>1</sub>** para la partícula **A** y **q<sub>2</sub>** para la **B**.

Si se duplica la carga eléctrica de una de las partículas, por ejemplo, de **A** el módulo de la fuerza **F<sub>1</sub>** se incrementa al doble; si se triplica la carga de dicha partícula, la intensidad de **F<sub>1</sub>** también se triplica, y así sucesivamente. Lo mismo ocurre si la variación del módulo de la carga ocurre en la partícula **B** o si las partículas están cargadas con electricidad de distinto signo.

**Coulomb** dedujo que *la fuerza con que se atrae y repelen dos cuerpos electrizados pequeños es directamente proporcional a sus cargas eléctricas.*

Las observaciones anteriores corresponden a cuerpos que están a la misma distancia, pero al considerar este aspecto, Coulomb pudo establecer que la fuerza con que se



atraen o repelen dos cuerpos electrizados pequeños es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa.

Observó la influencia que ejercen los distintos medios (vacío, agua, aire, etc.) en el módulo de esta fuerza, comprobando que también depende del medio que la rodea. Las observaciones realizadas por Coulomb lo llevaron a formular una ley que lleva su nombre.

---

*LEY DE COULOMB: La fuerza con que se atraen o repelen dos cuerpos electrizados pequeños es directamente proporcional a sus cargas eléctricas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa.*

---

En símbolos:

$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

donde:

**F** = fuerza de atracción o de repulsión entre las cargas, medida en newton (N).

**k** = constante de proporcionalidad que *depende del medio que rodea a las cargas eléctricas* y cuyo valor en el vacío es de  $9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$

**q<sub>1</sub> y q<sub>2</sub>** = cargas eléctricas medidas en Coulomb (C).

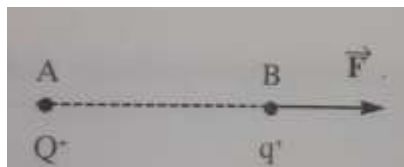
Cuando q<sub>1</sub> y q<sub>2</sub> son del mismo signo, **F** es positiva e indica que entre las cargas hay repulsión. En cambio, si q<sub>1</sub> y q<sub>2</sub> son de diferente signo, **F** es negativa, lo cual implica que entre las cargas hay atracción.

**d** = distancia que separa a las cargas eléctricas, medida en metros (m).



# Intensidad de un campo eléctrico

Consideremos el caso de una esfera muy pequeña con una cierta carga eléctrica positiva  $Q$ , ubicada en un punto  $A$  del espacio, cuando se coloca en un punto próximo  $B$  otro objeto muy pequeño con una unidad de carga eléctrica positiva  $q$  (**carga exploradora o de prueba**):

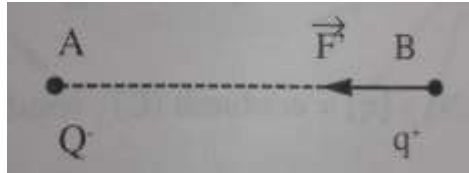


La **carga eléctrica exploradora** permite determinar si existe un campo eléctrico y por convención se ha establecido que debe ser positiva.

Sobre el objeto situado en el punto  $B$  aparece una fuerza eléctrica repulsiva  $F$ .

**Fuerza es una magnitud vectorial** y como tal, para expresarla, se debe indicar su módulo, su punto de aplicación, su dirección y su sentido.

En cambio, si la esfera del punto  $A$  esta cargada con electricidad negativa, el objeto del punto  $B$  es atraído hacia la esfera por una fuerza de igual intensidad  $F$ :



En cualquiera de los casos es importante analizar la relación  $\frac{F}{q}$ . Si se cambia la carga  $q$  del objeto ubicado en el punto  $B$  por otras de mayor intensidad,  $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ , el módulo de  $F$  también se incrementa adquiriendo los valores  $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$ , de modo que el cociente:

$$\frac{F_1}{q_1} = \frac{F_2}{q_2} = \frac{F_3}{q_3} = \dots = \frac{F_n}{q_n} = \text{constante}$$

Entonces, la relación  $\frac{F}{q}$  permanece siempre constante y se denomina **intensidad del campo eléctrico**, representándose del siguiente modo:  $E$ .



Como la carga exploradora  $q$  es positiva, por convención, se puede dar la siguiente definición: *la intensidad de un campo eléctrico ( $\mathbf{E}$ ) en un determinado punto es la fuerza que actúa en dicho punto sobre la unidad de carga eléctrica.* En símbolos:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

$\mathbf{E}$ , es una **magnitud vectorial** porque se obtiene dividiendo el vector fuerza por la carga eléctrica.

En el **vector intensidad del campo eléctrico ( $\mathbf{E}$ )** el **módulo** es igual  $\frac{F}{q}$ ; la **dirección** es la de la línea que une la carga  $Q$  del cuerpo que origina el campo eléctrico con la carga exploradora  $q$ , y el **sentido** es hacia afuera si la carga  $Q$  es positiva y hacia adentro si esa carga es negativa.

#### Unidad de campo eléctrico

Como la intensidad de un campo eléctrico  $\mathbf{E}$  es:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

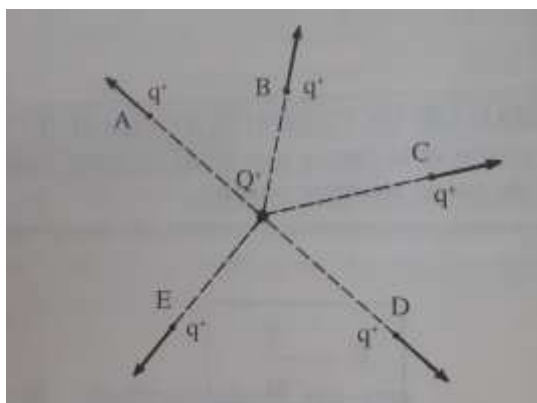
y teniendo en cuenta que en el SIMELA

$[F] = \text{newton (N)}$  y  $[q] = \text{coulomb (C)}$ , resulta:  $[E] = \frac{\text{newton}}{\text{coulomb}} = \frac{\text{N}}{\text{C}}$

Entonces, **la unidad de intensidad del campo eléctrico en un punto es igual a la fuerza de un newton que actúa sobre una carga eléctrica de un coulomb.**

#### Líneas de fuerza en un campo eléctrico

Una esfera muy pequeña con carga eléctrica positiva ( $Q^+$ ) genera a su alrededor un campo eléctrico. Cuando se coloca una carga exploradora ( $q^+$ ), en diferentes puntos (A, B, C, D, E) de dicho campo eléctrico:



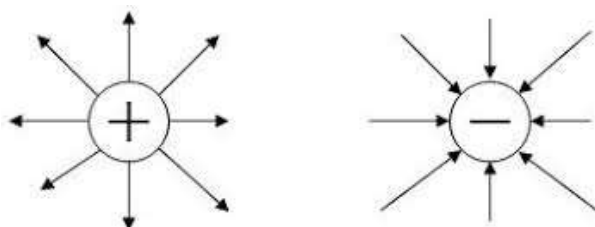


en cada uno de los puntos la carga exploradora es sometida a la acción de **fuerzas repulsivas** que llevan a la dirección de la recta que une a esa carga exploradora, con  $Q^+$  y sentido hacia afuera.

El concepto de **líneas de fuerza** fue propuesto por **Michael Faraday** (1791-1867).

Se acostumbra representar la dirección de la fuerza que se manifiesta en cada punto por medio de líneas imaginarias, llamadas **líneas de fuerza**.

Estas líneas salen radialmente de la superficie del cuerpo puntual si éste está cargado con electricidad positiva o se dirigen hacia el centro cuando dicho cuerpo tiene electricidad negativa.

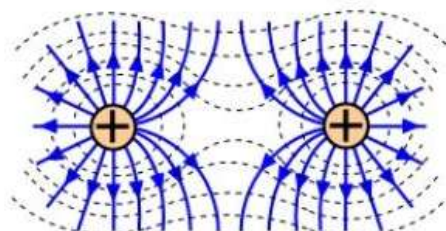


Cuando la intensidad de campo eléctrico  $E$  es grande, las líneas de fuerza están muy cercanas, mientras que, si  $E$  es pequeña, se hallan muy separadas.

La intensidad del campo eléctrico disminuye al aumentar la distancia a la carga  $Q$ , lo cual se pone de manifiesto en las líneas de fuerza que incrementan su separación cuando están más lejos de dicha carga. Para todos los puntos que están a la misma distancia del centro de la carga  $Q$ , la intensidad del campo eléctrico es igual por razones de simetría.

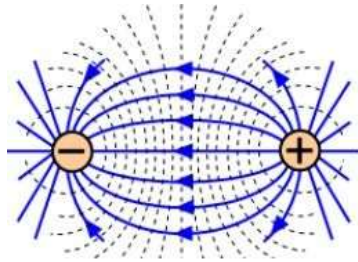
Cuando interactúan dos cargas iguales, las líneas de fuerza presentan trayectorias diferentes, según que dichas cargas sean:

**a) De igual signo:**





**b) De signo diferente:**

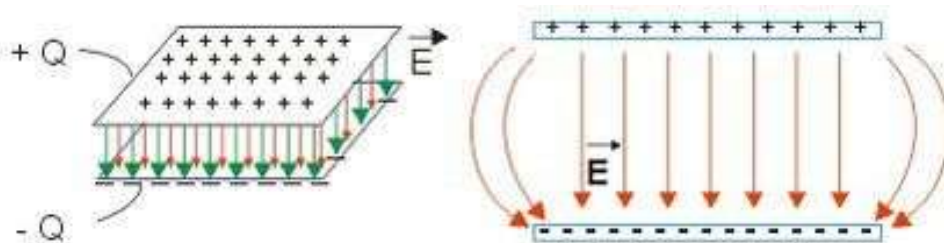


Dirección de Campo Eléctrico: <https://www.youtube.com/watch?v=8wd4mZllp9U>

**Campo eléctrico uniforme**

Cuando la intensidad del campo eléctrico **E** entre dos cargas eléctricas es constante, en todos sus puntos se dice que existe un **campo eléctrico uniforme**. En este caso las líneas de fuerza se representan por líneas rectas paralelas igualmente distanciadas.

Es posible obtener un campo eléctrico uniforme conectando las terminales de una batería a dos laminas metálicas paralelas y próximas entre sí. Cuando el espacio entre las laminas es pequeño con relación a sus tamaños, el campo será uniforme, salvo cerca de los bordes.



La **INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO**, en un punto, se define como la fuerza eléctrica que ejercería la carga que crea el campo sobre la unidad de carga positiva colocada en ese punto:

$$E = \frac{F}{q} \text{ y se mide el vector campo Eléctrico en } \frac{N}{C} = \frac{\text{Newton}}{\text{Coulomb}}$$

Conocida la intensidad de campo en un punto se puede calcular la fuerza que actuaría sobre una carga  $q$  colocada en ese punto mediante:

$$F = E \cdot q$$



Por lo que, el valor del campo eléctrico en un punto debido a una carga  $Q$ , se podrá obtener colocando una carga  $q$  en ese punto y calculando la fuerza que se ejercería sobre la unidad de carga colocada en ese punto:

$$E = \frac{K Q}{r^2}$$

Expresión que nos indica que el campo eléctrico en un punto creado por una carga  $Q$  tiene las siguientes propiedades:

- Es directamente proporcional al valor de la carga que lo crea e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, por lo tanto se trata de un campo central.
- Su sentido depende del signo de  $Q$ . Si la carga es negativa, el campo eléctrico se dirige hacia la carga; si es positiva se aleja de ésta.