

EL CAMPO ELECTRICO.

Definición de campo eléctrico escrito por Willys McAllister.

La ley de Coulomb describe las fuerzas que actúan a la distancia entre dos cargas. Por medio del concepto de *campo eléctrico*, podemos reformular el problema al separarlo en dos pasos distintos.

- Piensa que una de las cargas genera un *campo eléctrico* en todo el espacio.
- La fuerza que actúa sobre una carga introducida en el campo eléctrico de la primera es provocada por el campo eléctrico *en la posición* de la carga introducida.

Si todas las cargas están en reposo, obtienes exactamente las mismas respuestas con el campo eléctrico que con la ley de Coulomb. Entonces, ¿acaso este solo va a ser un ejercicio en notación ingeniosa? No. El concepto de campo eléctrico surge por sí mismo cuando las cargas se pueden mover una con respecto a otra. Los experimentos muestran que solo al considerar el campo eléctrico como una propiedad del espacio que se propaga a velocidad finita (la velocidad de la luz), podemos explicar las fuerzas que se observan sobre cargas que se mueven de forma relativa. El concepto de campo eléctrico también es esencial para entender una onda electromagnética que se auto propaga, como la luz, y nos proporciona una manera de describir cómo la luz estelar viaja a través de una gran distancia de espacio vacío para llegar a nuestros ojos.

La idea de una fuerza que "actúa a la distancia" en la ley de Coulomb parece problemática; tal vez la idea de "fuerza provocada por un campo eléctrico" aminore de alguna forma tu incomodidad. Por otro lado, puede que te preguntes si un campo eléctrico es más "real". La "realidad" de un campo eléctrico es un tema para los filósofos. En cualquier caso, real o no, la noción de un campo eléctrico resulta ser muy útil para predecir qué le ocurre a la carga.

Para comprender poco a poco el concepto, inicialmente introducimos el campo eléctrico para cargas en reposo y practicamos con el método de análisis.

El campo eléctrico \vec{E} es una cantidad vectorial que existe en todo punto del espacio. El campo eléctrico en una posición indica la fuerza que *actuaría* sobre una carga puntual positiva unitaria *si* estuviera en esa posición. El campo eléctrico se relaciona con la fuerza eléctrica que actúa sobre una carga arbitraria q con la expresión:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad \text{Las dimensiones del campo eléctrico son Newton/Coulomb (N/C).}$$

Podemos expresar la fuerza eléctrica en términos del campo eléctrico:

$\vec{F} = q\vec{E}$, para una q positiva, el vector de campo eléctrico apunta en la misma dirección que el vector de fuerza.

La ecuación para el campo eléctrico es similar a la ley de Coulomb. Asignamos a una carga q en el numerador de la ley de Coulomb el papel de *carga de prueba*. La otra carga (u otras cargas) en el denominador, q_i , crea el campo eléctrico que queremos estudiar.

$$\text{Ley de Coulomb: } \vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} * \frac{qq_i}{d^2} \text{ Newtons.}$$

$$\text{Campo eléctrico: } \vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} * \frac{q_i}{d^2} \frac{\text{Newtons}}{\text{Coulomb}}.$$

El campo eléctrico es la fuerza eléctrica normalizada. El campo eléctrico representa la fuerza que experimenta una carga de prueba con valor +1.

Una forma de visualizar el campo eléctrico (este es mi modelo mental): imagina una pequeña carga de prueba pegada al final de un palo imaginario (asegúrate de que tu palo imaginario no conduzca electricidad; por ejemplo, que sea de madera o de plástico). Explora el campo eléctrico al colocar tu carga de prueba en varias posiciones. La carga de prueba será jalada o empujada por la carga circundante. La fuerza que experimenta la carga de prueba (magnitud y dirección) dividida entre el valor de su carga es igual al vector de campo eléctrico en esa posición. Aun si quitas la carga de prueba, todavía hay un campo eléctrico en esa posición.

Intensidad del Campo creado por varias cargas puntuales

En el caso de que tengamos varias cargas puntuales y deseemos conocer la intensidad del campo eléctrico en un punto podemos hacer uso del principio de superposición:

El campo eléctrico que generan n cargas puntuales estáticas en un determinado punto del espacio es la suma vectorial de la intensidad de campo creada por cada una de las cargas en dicho punto.

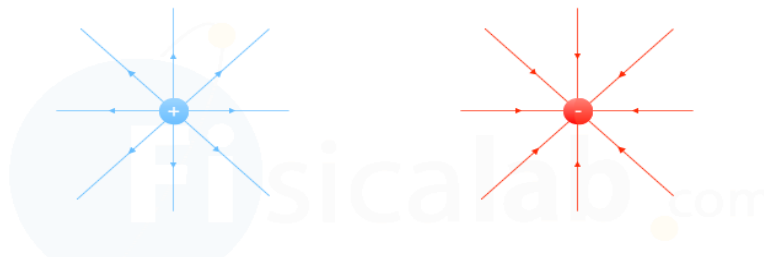
$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i$$

Líneas de Campo

Para poder visualizar gráficamente el campo eléctrico, Michael Faraday (1791-1867) propuso una representación por medio de líneas denominadas líneas de campo o líneas de fuerza. Al trazar estas líneas debes tener en cuenta lo siguiente:

- Cada línea se trata de una flecha cuya dirección y sentido es el de la fuerza eléctrica que actuaría sobre una carga testigo positiva. En cada punto de la línea la intensidad del campo eléctrico (E) es tangente en dicho punto.
- Las líneas no pueden cruzarse en ningún punto.
- Las líneas parten de las cargas positivas y entran en las cargas negativas, de ahí que a las cargas positivas se les denomine fuentes del campo y a las negativas sumideros.
- El número de líneas que salen o entran en la carga es proporcional al valor de esta.
- Cuantas más juntas estén las líneas, más intenso será el campo.
- En el caso en que las líneas de campo sean paralelas, el valor del campo eléctrico es constante.

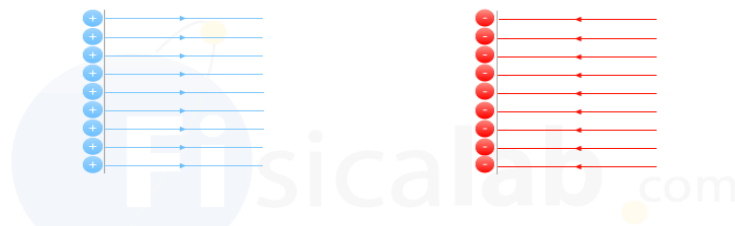
Líneas de campo originadas por cargas puntuales



Líneas de campo originada por cargas puntuales

En la figura se muestran las líneas de campo creadas de forma independiente por una carga puntual positiva y otra negativa. Observa que las líneas son radiales y en la positiva las flechas van "hacia afuera" y en las negativas "hacia dentro".

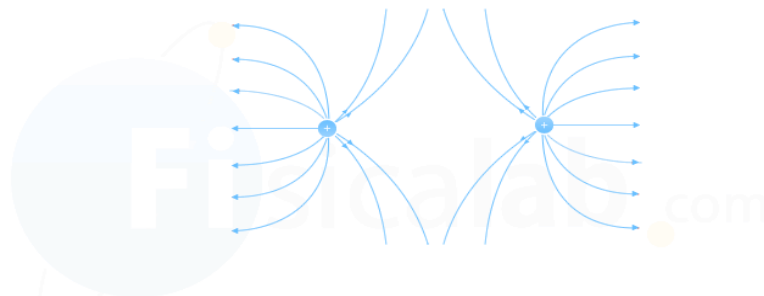
Líneas de campo originadas por conductores planos cargados



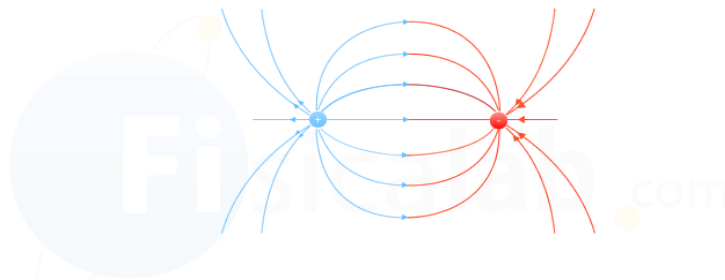
Líneas de campo originadas por láminas cargadas

En la figura se muestran las líneas de campo creadas de forma independiente por una lámina conductora cargada positivamente y otra negativamente. Observa que las líneas son paralelas, lo que indica que el campo es uniforme (constante).

Líneas de campo originadas por dos cargas puntuales (dipolo)



Líneas de campo originada por dos cargas del mismo signo



Líneas de campo originada por dos cargas de distinto signo