

## 1

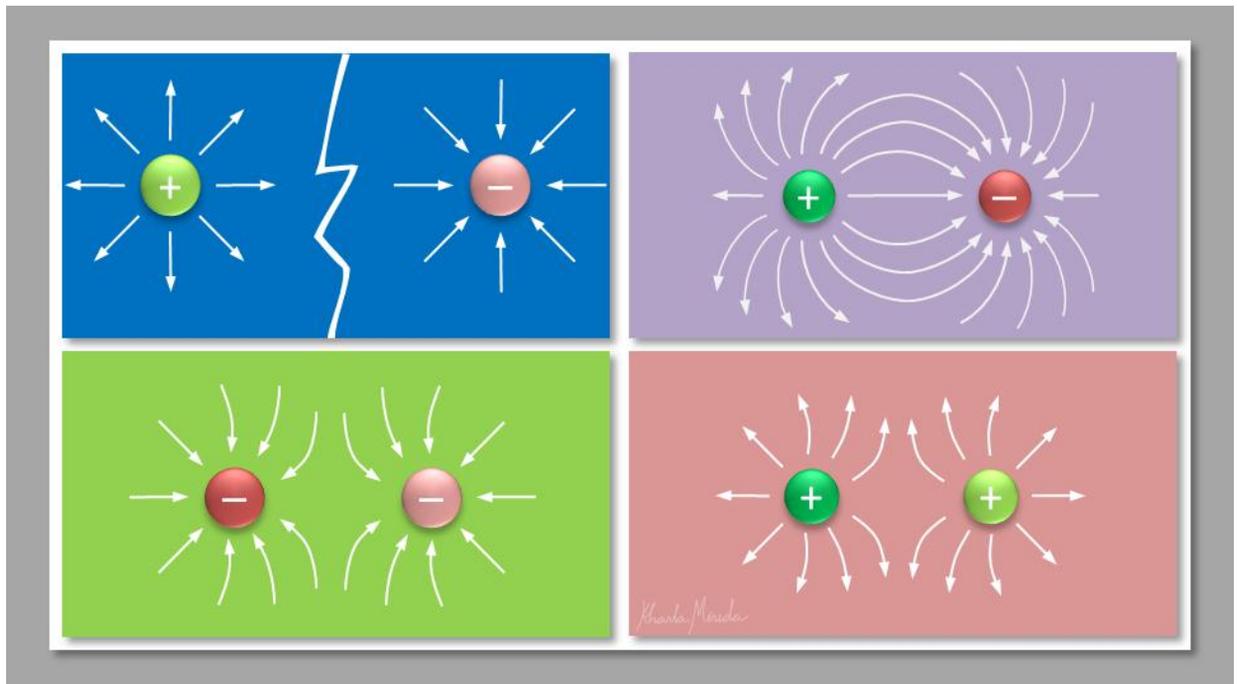
## 1ra Unidad

# Electricidad y Magnetismo

## 1.3 Campo Eléctrico

*Nuestra manera de ver al mundo, los fenómenos que ocurren y de asumirlos para nosotros mismos, nos definen como individuos, y nos hace capaces de atraer (o repeler) lo positivo y edificante a nuestra vida.*

### Descripción



Entre los fenómenos naturales que nos envuelven y determinan toda forma de vida en el planeta, por decir algo vital, están los campos de fuerza. Tres campos de fuerza notables son objetos de nuestro estudio a nivel básico: Gravitacional, Eléctrico y Magnético. Hasta ahora hemos conocido y trabajado con el campo gravitacional, que determina el peso de los cuerpos y la energía potencial que adquieren los cuerpos al distanciarse del suelo. Acompáñanos a conocer qué es campo eléctrico y su influencia en el fenómeno eléctrico.

## Conocimientos Previos Requeridos

Simplificación de Potencia, Operaciones de Unidades, Conversión de Unidades, Vectores, Fuerza Eléctrica, Ley de Coulomb.

## Contenido

Definición de Campo Eléctrico, Líneas de Campo Eléctrico, Ejercicios de Campo Eléctrico.

## Guiones Didácticos

## Guiones Didácticos

### ▶ ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO. Campo Eléctrico. Definición

Un fenómeno que forma parte de nuestra realidad, y en el que rara vez pensamos, es la Gravedad. Sabemos que todo cuerpo que entra a la atmósfera, o se encuentra en ella, está afectado por la Gravedad.

Sentimos estar pegados al piso inevitablemente, y cuando estamos expuestos a la posibilidad de quedar sin piso bajo nuestros pies, experimentamos vértigo y la sensación de caída inminente.

Entendemos que la Gravedad es una **Fuerza de Campo** que atrae hacia el centro de la tierra toda materia que se encuentra en la atmósfera.

**Fuerzas de Campo.** Son fuerzas generadas por un cuerpo, y que actúan sobre otros cuerpos sin necesidad de estar en contacto directo con ellos.

Entonces los **campos de fuerza** son espacios en los que un cuerpo tiene influencia sobre otros, bajo la acción de un fenómeno físico determinado.

Son buenos ejemplos, la gravedad que ya analizamos, y el magnetismo de un imán.

Ahora que hemos conocido la Fuerza Eléctrica, nos resultará más comprensible la idea de un **Campo Eléctrico**.

**Campo Eléctrico, E.** Se define como la fuerza eléctrica  $F_e$ , que actúa sobre una carga de prueba positiva  $q_o$ , colocada en un punto en el espacio, dividida entre la magnitud de la carga de prueba  $q_o$ .

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

El **Campo Eléctrico** de una carga,  $Q$ , produce una fuerza eléctrica que actúa sobre cualquier punto dentro de él. **La fuerza de este campo disminuye con la distancia.**

**Nota:** El **Campo Eléctrico** no depende de la presencia o valor de alguna carga dentro de él. Es una propiedad del espacio que rodea la carga que lo genera,  $Q$ .

Sabemos que la Fuerza Eléctrica entre las cargas  $Q$  y  $q_o$  se calcula con la fórmula de la Ley de Coulomb:

$$\vec{F} = K \frac{Q \cdot q_o \vec{U}}{r^2}$$

Sustituyendo  $F$  en la fórmula de Campo Eléctrico:

$$\vec{E} = \frac{K \frac{Q \cdot q_o \vec{U}}{r^2}}{q_o}$$

Intensidad de Campo Eléctrico:  $\vec{E} = K \frac{Q}{r^2} \vec{U}$

### Principio de Superposición:

El campo eléctrico generado por varias cargas, en un punto del espacio, resulta se la suma vectorial de los campos generados por cada carga.

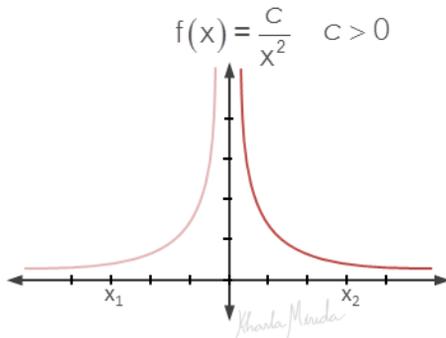
### Características del Campo Eléctrico:

Independientemente del valor o signo de la carga generadora existen propiedades que caracterizan a los Campos Eléctricos.

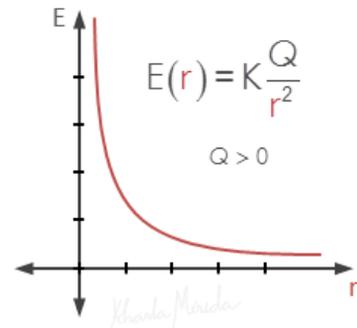
Si consideramos conocido el valor de la carga generadora, la fórmula del módulo de la Intensidad de Campo Eléctrico queda como una función de la distancia,  $r$ .

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

Ésta es una función de la forma  $f(x) = \frac{C}{x^2}$ , cuyo gráfico es:

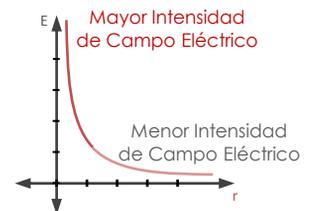


Para la función Campo Eléctrico consideramos sólo la parte positiva del gráfico (valores positivos de  $r$ )



### ¿Qué información podemos obtener del gráfico?

- Mientras más próximo a la carga generadora sea el punto que consideremos ( $r$  muy próximo a cero), mayor es la Intensidad de Campo Eléctrico.
- A mayor distancia de la carga generadora, menor es la Intensidad del Campo Eléctrico.
- La intensidad de campo eléctrico depende sólo de la carga generadora y la distancia a la que se encuentre el punto de observación de ella.

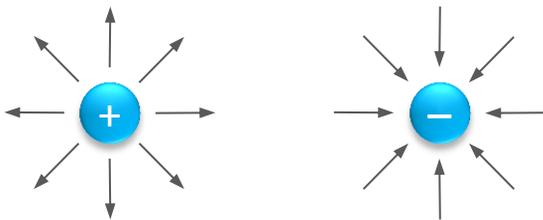


## ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO. Líneas de Campo Eléctrico

A simple vista no podemos visualizar el campo eléctrico generado por una carga. Sin embargo, gracias a experimentos se ha podido identificar el comportamiento de estos campos de fuerza, permitiendo dar forma al campo eléctrico con lo que se conoce como Líneas de Campo Eléctrico.

**Líneas de Campo Eléctrico.** Señalan o representan las posibles trayectorias que describiría una carga de prueba positiva liberada en distintos puntos en presencia de una carga generadora.

### Cargas Puntuales Aisladas



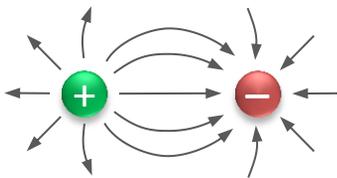
Cuando se trata de cargas puntuales aisladas, las líneas de campo son radiales.

Dirigidas hacia fuera de la carga cuando es positiva, y dirigidas hacia la carga cuando es negativa,

**Nota:** si colocamos una carga de prueba positiva en el campo de una carga generadora positiva será rechazada, en cambio si se coloca en el campo de una carga generadora negativa será atraída.

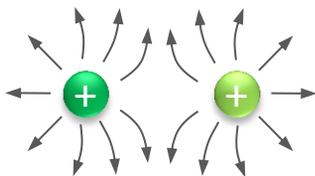
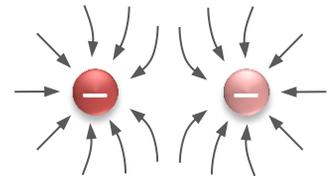
### Cargas Puntuales Próximas

Tenemos tres casos:



Cuando dos cargas de signos contrarios se aproximan, las líneas de campo van dirigidas de la positiva a la negativa.

Las líneas de campo de ambas cargas se rechazan, de tal manera que van dirigidas hacia cada carga.

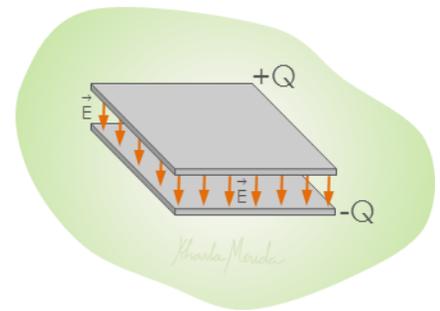


Las líneas de campo de ambas cargas se rechazan, de tal manera que van dirigidas hacia afuera de cada carga.

**Nota:** Las líneas de campo no se intersectan o cruzan en ningún punto del espacio. Y su densidad (cantidad de líneas por unidad de área) depende de la intensidad del campo eléctrico.

## Campo Eléctrico Uniforme

Un campo uniforme es el que tiene el mismo módulo dirección y sentido en cada punto del espacio. Un ejemplo de esto es un condensador de placas planas, que consiste en dos placas planas con cargas opuestas (iguales en módulo pero signo contrario)



### Características

- Las placas deben ser conductoras, y la distancia entre ellas debe ser mucho menor que el largo y que el ancho de ellas.
- Entre las placas se coloca un material dieléctrico que permite modificar la intensidad del campo.
- Las líneas de campo son paralelas entre sí, y se distribuyen a espacios equidistantes.

## ▶ ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO. Campo Eléctrico. Ejercicios 1 y 2

**E1:** Una carga de  $+7\mu\text{C}$  es colocada en un campo eléctrico, experimentando una fuerza eléctrica de  $6 \cdot 10^{-4}\text{N}$ . Hallar el módulo de la intensidad del campo eléctrico.

### Extracción de Datos:

Una carga de  $+7\mu\text{C}$  es colocada en un campo eléctrico. Esto nos da el valor de la carga de prueba sometida al campo eléctrico

experimentando una fuerza eléctrica de  $6 \cdot 10^{-4}\text{N}$ . Esto nos da F

Hallar el módulo de la intensidad del campo eléctrico. La incógnita es E

### Datos:

$$q_0 = +7\mu\text{C}$$

$$F = 6 \cdot 10^{-4}\text{N}$$

$$E = ?$$

### Fórmulas:

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

$$\vec{E} = k \frac{Q}{r^2} \vec{U}$$

Conocemos la carga de prueba y la fuerza que ésta experimenta, debemos usar la 1ra Fórmula.

Sustituimos los valores conocidos en la fórmula:

$$E = \frac{6 \cdot 10^{-4}\text{N}}{7 \cdot 10^{-6}\text{C}}$$

Intensidad del Campo Eléctrico

$$E = 86 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

**E2:** Hallar la intensidad de campo eléctrico generada por una carga de +3C en puntos ubicados a 2cm, 5cm y 10cm respectivamente.

### Extracción de Datos:

**Hallar la intensidad de campo eléctrico.** La incógnita es E  
**generada por una carga de +3C.** Carga generadora, Q.

**en puntos ubicados a 2cm, 5cm y 10cm.** Tenemos 3 valores para r, tres casos.

### Datos:

$$E = ?$$

$$Q = +3C$$

$$r_1 = 2\text{cm}$$

$$r_2 = 5\text{cm}$$

$$r_3 = 10\text{cm}$$

### Fórmulas:

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

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

Conocemos la carga generadora y la distancia de cada punto de observación, debemos usar la 2da Fórmula.

Para  $r = 2\text{cm}$

Transformamos a metros la distancia  $r = 2\text{cm} = 2 \cdot 10^{-2}$

Sustituimos los valores conocidos en la fórmula:

$$E_1 = 9 \cdot 10^9 \text{N.m}^2\text{C}^{-2} \frac{+3\text{C}}{(2 \cdot 10^{-2}\text{m})^2}$$

Intensidad de Campo Eléctrico de  $Q_1$ :

$$E_1 = 6,75 \cdot 10^{13} \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

Para  $r = 5\text{cm}$

Transformamos a metros la distancia  $r = 5\text{cm} = 5 \cdot 10^{-2}$

Sustituimos los valores conocidos en la fórmula:

$$E_2 = 9 \cdot 10^9 \text{N.m}^2\text{C}^{-2} \frac{+3\text{C}}{(5 \cdot 10^{-2}\text{m})^2}$$

Intensidad de Campo Eléctrico de  $Q_2$ :

$$E_2 = 5,4 \cdot 10^{13} \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

Para  $r = 10\text{cm}$

Transformamos a metros la distancia  $r = 10\text{cm} = 10 \cdot 10^{-2}$

Sustituimos los valores conocidos en la fórmula:

$$E_3 = 9 \cdot 10^9 \text{N.m}^2\text{C}^{-2} \frac{+3\text{C}}{(10 \cdot 10^{-2}\text{m})^2}$$

Intensidad de Campo Eléctrico de  $Q_3$ :

$$E_3 = 2,7 \cdot 10^{13} \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

**Nota:** Estos resultados se corresponde con la propiedad del campo eléctrico que habla de su intensidad: a mayor distancia, menor es la intensidad del campo eléctrico.

## ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO. Campo Eléctrico. Ejercicio 3

**E3:** Dos cargas  $q_1 = +1,7 \cdot 10^{-5} \text{C}$  y  $q_2 = +2,1 \cdot 10^{-5} \text{C}$  están separadas 0,85m. Hallar el campo eléctrico en un punto ubicado a 0,35m de la primera carga.

**Datos:**

**Dos cargas  $q_1 = +1,7 \cdot 10^{-5} \text{C}$  y  $q_2 = +2,1 \cdot 10^{-5} \text{C}$ .** Cargas Generadoras.

$$Q_1 = +1,7 \cdot 10^{-5} \text{C}$$

$$Q_2 = +2,1 \cdot 10^{-5} \text{C}$$

$$d = 0,85 \text{m}$$



**están separadas 0,85m.** Distancia de referencia entre las cargas generadoras.

**Hallar el campo eléctrico en un punto ubicado a 0,35m de la primera carga.** Distancia del punto de observación a la primera carga generadora.

$$E = ?$$

$$r_1 = 0,35 \text{m}$$



Hallamos la distancia de P a  $Q_2$ :

$$r_2 = 0,85 \text{m} - 0,35 \text{m}$$

$$r_2 = 0,50 \text{m}$$

**Fórmulas:**

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

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

Conocemos las cargas generadoras y la distancia del punto de observación a las cargas generadoras, debemos usar la 2da Fórmula.

**Principio de Superposición:**  $\vec{E}_R = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

En este caso, para indicar el sentido de cada campo usaremos los signos, + y -:

- $Q_1$  genera un campo dirigido a la derecha (sobre la línea imaginaria que separa las cargas). Entonces  $E_1$  resulta positivo.
- $Q_2$  genera un campo dirigido a la izquierda (sobre la línea imaginaria que separa las cargas). Entonces  $E_2$  resulta negativo.

Sustituimos los valores conocidos en la fórmula:

$$E_1 = 9 \cdot 10^9 \text{N.m}^2 \text{C}^{-2} \frac{+1,7 \cdot 10^{-5} \text{C}}{(0,35 \text{m})^2}$$

$$E_2 = -9 \cdot 10^9 \text{N.m}^2 \text{C}^{-2} \frac{+2,1 \cdot 10^{-5} \text{C}}{(0,50 \text{m})^2}$$

$$E_1 = 1,25 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$E_2 = -7,56 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

Aplicamos Superposición  $E_R = E_1 + E_2$

$$E_R = 4,94 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

## ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO. Campo Eléctrico. Ejercicio 3

**E4:** Cuatro cargas  $Q_1 = +2 \cdot 10^{-5} \text{C}$ ,  $Q_2 = -3 \cdot 10^{-5} \text{C}$ ,  $Q_3 = +2 \cdot 10^{-5} \text{C}$  y  $Q_4 = +3 \cdot 10^{-5} \text{C}$  están ubicadas como en el diagrama, con centímetros como unidad de longitud. Hallar el campo eléctrico en el origen.

**Datos:**

$$Q_1 = +2 \cdot 10^{-5} \text{C}$$

$$Q_2 = -3 \cdot 10^{-5} \text{C}$$

$$Q_3 = -2 \cdot 10^{-5} \text{C}$$

$$Q_4 = +3 \cdot 10^{-5} \text{C}$$

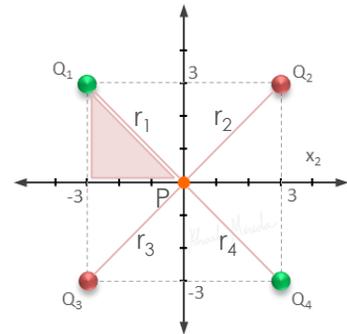
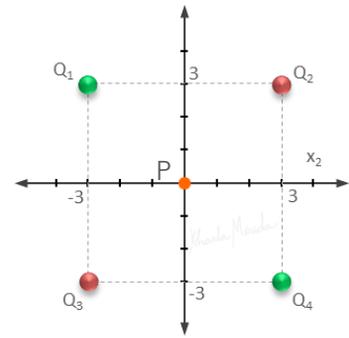
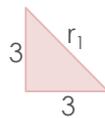
$$E_o = ?$$

Hallamos las distancias de cada Carga Generadora a P. Todas son iguales.

Aplicamos Pitágoras:

$$r = \sqrt{3^2 + 3^2} \quad r = 3\sqrt{2} \text{cm}$$

$$r = 3\sqrt{2} \cdot 10^{-2} \text{m}$$



**Fórmulas:**

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_o} \quad \vec{E} = K \frac{Q}{r^2} \vec{U}$$

**Fórmulas:**

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_o} \quad \vec{E} = K \frac{Q}{r^2} \vec{U}$$

Conocemos las cargas generadoras y la distancia de cada una al punto de observación, debemos usar la 2da Fórmula.

Para  $Q_1$

Sustituimos los valores conocidos en la fórmula:

$$E_1 = 9 \cdot 10^9 \text{N.m}^2 \text{C}^{-2} \frac{+2 \cdot 10^{-5} \text{C}}{(3\sqrt{2} \cdot 10^{-2} \text{m})^2}$$

$$E_1 = 1 \cdot 10^8 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$E_2 = 9 \cdot 10^9 \text{N.m}^2 \text{C}^{-2} \frac{-3 \cdot 10^{-5} \text{C}}{(3\sqrt{2} \cdot 10^{-2} \text{m})^2}$$

$$E_2 = -1,5 \cdot 10^8 \text{N}$$

$$E_3 = 9 \cdot 10^9 \text{N.m}^2 \text{C}^{-2} \frac{-2 \cdot 10^{-5} \text{C}}{(3\sqrt{2} \cdot 10^{-2} \text{m})^2}$$

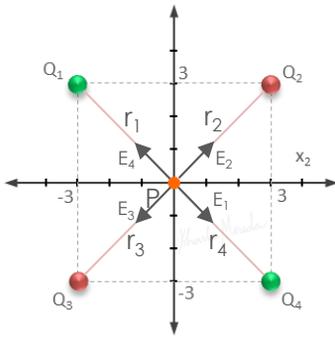
$$E_3 = 1 \cdot 10^8 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$E_4 = 9 \cdot 10^9 \text{N.m}^2 \text{C}^{-2} \frac{-3 \cdot 10^{-5} \text{C}}{(3\sqrt{2} \cdot 10^{-2} \text{m})^2}$$

$$E_4 = -1,5 \cdot 10^8 \text{N}$$

**Principio de Superposición:**  $\vec{E}_R = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \vec{E}_4$

Ahora debemos hallar los vectores unitarios correspondientes a la intensidad de campo eléctrico de cada carga en el origen, para aplicar el principio de superposición.



### Vectores unitarios:

$$\vec{u}_a = \frac{\vec{a}}{\|\vec{a}\|}$$

El vector unitario se obtiene de dividir un vector entre su módulo.

Tenemos cuatro vectores de posición correspondientes a cada carga generadora, veamos cómo hallar los vectores unitarios de cada uno.

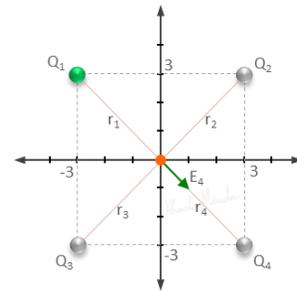
**$U_1$ :** El vector unitario de  $E_1$  tiene la dirección del segmento que une a  $Q_1$  con el origen,  $r_1$ , y sentido de  $Q_1$  a  $Q_4$  ( $Q_1$  es positiva, entonces  $F_1$  es de repulsión)

$$\vec{r}_1 = (0 - (-3), 0 - 3)$$

$$\vec{u}_1 = \frac{(3, -3)}{\sqrt{3^2 + (-3)^2}} = \frac{(3, -3)}{3\sqrt{2}}$$

$$\vec{r}_1 = (3, -3)$$

$$\vec{u}_1 = \left( \frac{\sqrt{2}}{2}, -\frac{\sqrt{2}}{2} \right)$$



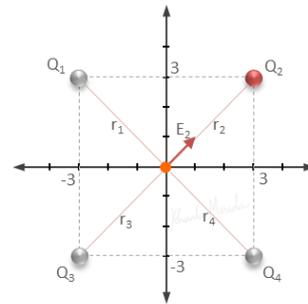
**$U_2$ :** El vector unitario de  $E_2$  tiene la dirección del segmento que une a  $Q_2$  con el origen,  $r_2$ , y sentido de  $O$  a  $Q_2$  ( $Q_2$  es negativa, entonces  $F_2$  es de atracción)

$$\vec{r}_2 = (3 - 0, 3 - 0)$$

$$\vec{u}_2 = \frac{(3, 3)}{\sqrt{3^2 + 3^2}} = \frac{(3, 3)}{3\sqrt{2}}$$

$$\vec{r}_2 = (3, 3)$$

$$\vec{u}_2 = \left( \frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2} \right)$$



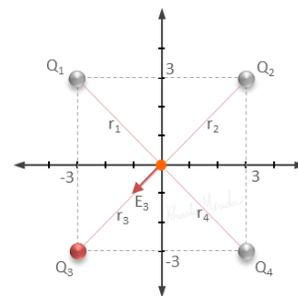
**$U_3$ :** El vector unitario de  $E_3$  tiene la dirección del segmento que une a  $Q_3$  con el origen,  $r_3$ , y sentido de  $O$  a  $Q_3$  ( $Q_3$  es negativa, entonces  $F_3$  es de atracción)

$$\vec{r}_3 = (-3 - 0, -3 - 0)$$

$$\vec{u}_3 = \frac{(-3, -3)}{\sqrt{(-3)^2 + (-3)^2}} = \frac{(-3, -3)}{3\sqrt{2}}$$

$$\vec{r}_3 = (-3, -3)$$

$$\vec{u}_3 = \left( -\frac{\sqrt{2}}{2}, -\frac{\sqrt{2}}{2} \right)$$

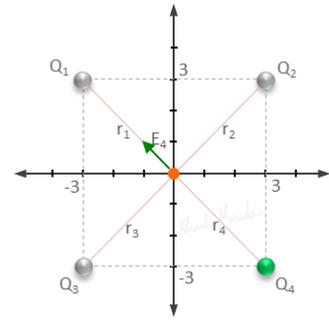


**U<sub>4</sub>**: El vector unitario de E<sub>4</sub> tiene la dirección del segmento que une a Q<sub>4</sub> con el origen, r<sub>4</sub>, y sentido de Q<sub>4</sub> a O (Q<sub>4</sub> es positiva, entonces F<sub>4</sub> es de repulsión)

$$\vec{r}_4 = (0 - 3, 0 - (-3)) \quad \vec{U}_4 = \frac{(-3, 3)}{\sqrt{3^2 + (-3)^2}} = \frac{(-3, 3)}{3\sqrt{2}}$$

$$\vec{r}_4 = (-3, 3)$$

$$\vec{U}_4 = \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$$



### Vectores Campo Eléctrico:

$$\vec{E}_1 = 1 \cdot 10^8 \left(\frac{\sqrt{2}}{2}, -\frac{\sqrt{2}}{2}\right) \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_2 = 1,5 \cdot 10^8 \left(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_1 = (5 \cdot 10^7 \sqrt{2}, -5 \cdot 10^7 \sqrt{2}) \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_2 = (7,5 \cdot 10^7 \sqrt{2}, 7,5 \cdot 10^7 \sqrt{2}) \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_3 = 1 \cdot 10^8 \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}, -\frac{\sqrt{2}}{2}\right) \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_4 = 1,5 \cdot 10^8 \left(\frac{\sqrt{2}}{2}, -\frac{\sqrt{2}}{2}\right) \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_3 = (-5 \cdot 10^7 \sqrt{2}, -5 \cdot 10^7 \sqrt{2}) \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_4 = (7,5 \cdot 10^7 \sqrt{2}, -7,5 \cdot 10^7 \sqrt{2}) \frac{N}{C}$$

### Campo Eléctrico en el Origen:

$$\vec{E}_R = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \vec{E}_4$$

$$\vec{E}_R = (5 \cdot 10^7 \sqrt{2}, -5 \cdot 10^7 \sqrt{2}) \frac{N}{C} + (7,5 \cdot 10^7 \sqrt{2}, 7,5 \cdot 10^7 \sqrt{2}) \frac{N}{C} + (-5 \cdot 10^7 \sqrt{2}, -5 \cdot 10^7 \sqrt{2}) \frac{N}{C} + (7,5 \cdot 10^7 \sqrt{2}, -7,5 \cdot 10^7 \sqrt{2}) \frac{N}{C}$$

$$\text{Suma de las 1ras componentes: } (5 \cdot 10^7 \sqrt{2} + 7,5 \cdot 10^7 \sqrt{2} - 5 \cdot 10^7 \sqrt{2} + 7,5 \cdot 10^7 \sqrt{2}) \frac{N}{C} = 15 \cdot 10^8 \sqrt{2} \frac{N}{C}$$

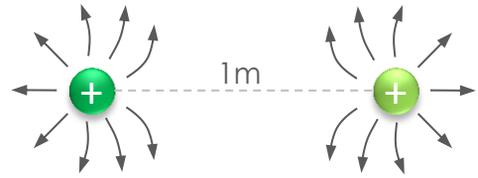
$$\text{Suma de las 2das componentes: } (-5 \cdot 10^7 \sqrt{2} + 7,5 \cdot 10^7 \sqrt{2} - 5 \cdot 10^7 \sqrt{2} - 7,5 \cdot 10^7 \sqrt{2}) \frac{N}{C} = -10^8 \sqrt{2} \frac{N}{C}$$

El campo eléctrico resultante en el origen está dirigido hacia el cuarto cuadrante, y el vector que lo representa es:

$$\vec{E}_R = (15 \cdot 10^8 \sqrt{2}, -10^8 \sqrt{2}) \frac{N}{C}$$

## ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO. Campo Eléctrico. Ejercicio 5

**E5:** Dos cargas de  $+2\mu\text{C}$  y  $+5\mu\text{C}$  están separadas  $1\text{m}$ . Hallar el punto en el que el campo eléctrico es nulo.



### Datos:

$$Q_1 = +2\mu\text{C} = +2 \cdot 10^{-5}\text{C}$$

$$Q_2 = +5\mu\text{C} = +5 \cdot 10^{-5}\text{C}$$

$$d = 1\text{m}$$

$$E_o = ?$$

### Fórmulas:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_o} \quad \vec{E} = K \frac{Q \vec{U}}{r^2}$$

Para que el campo sea nulo ubicamos el punto entre las dos cargas. Llamaremos  $r$  a la distancia de  $P$  a  $Q_1$ .



**Módulo de los Campos Eléctricos:**  $\vec{E} = K \frac{Q}{r^2}$

$$\text{Para } E_1: \vec{E}_1 = K \frac{2\mu\text{C}}{r^2} \quad \text{Para } E_2: \vec{E}_2 = K \frac{5\mu\text{C}}{(1-r)^2}$$

Como el campo resultante debe ser nulo, los módulos de ambos campos deben ser iguales.

$$\vec{E}_1 = \vec{E}_2$$

Simplificamos  $K$  y  $\mu\text{C}$  en ambos lados, y pasamos multiplicando al otro lado los denominadores.

$$K \frac{2\mu\text{C}}{r^2} = K \frac{5\mu\text{C}}{(1-r)^2}$$

$$2(1-r)^2 = 5r^2$$

$$2 - 4r + 2r^2 = 5r^2$$

$$3r^2 + 4r - 2 = 0$$

$$r = \frac{-2 \pm \sqrt{10}}{3}$$

Desarrollamos el producto notable,  $(1-r)^2$ , y simplificamos términos semejantes en un solo lado de la igualdad.

Aplicamos resolvente con  $a = 3$ ,  $b = 4$ ,  $c = -2$ :

La raíz negativa no se toma porque ubicaría a  $P$  a la izquierda de  $Q_1$  donde el campo es repulsivo y en dirección a alejarse de las cargas.

$$r = 0,39\text{m}$$

## Emparejando el Lenguaje

**Fuerzas de Campo.** Son fuerzas generadas por un cuerpo, y que actúan sobre otros cuerpos sin necesidad de estar en contacto directo con ellos.

**Campo Eléctrico,  $E$ .** Se define como la fuerza eléctrica  $F_e$ , que actúa sobre una carga de prueba positiva  $q_0$ , colocada en un punto en el espacio, dividida entre la magnitud de la carga de prueba  $q_0$ .

**Líneas de Campo Eléctrico.** Señalan o representan las posibles trayectorias que describiría una carga de prueba positiva liberada en distintos puntos en presencia de una carga generadora.

## A Practicar

1. Calcula la intensidad del campo eléctrico creado en el vacío por una carga eléctrica de  $+7 \mu\text{C}$  a una distancia de 18 centímetros.
2. Indica cuál es la magnitud, la dirección y el sentido de un campo eléctrico en el que una carga de  $-1,7 \mu\text{C}$  experimenta una fuerza eléctrica de  $0,051 \text{ N}$  dirigida verticalmente hacia arriba.
3. Dos cargas eléctricas puntuales de  $6 \mu\text{C}$  y  $3 \mu\text{C}$  se encuentran separadas en el aire por una distancia de 50 centímetros. Halla en qué punto de la recta que las une la intensidad del campo eléctrico resultante es nula.
4. Dos cargas eléctricas de  $+1 \mu\text{C}$  y  $+2 \mu\text{C}$  están situadas en los puntos  $A(3, 0)$  y  $B(0, 3)$  del plano cartesiano e inmersas en el vacío. Calcula: a) La intensidad del campo eléctrico que crean en el origen de coordenadas. b) La fuerza que experimenta una carga de  $-2 \mu\text{C}$  situada en el origen.

## Lo Hicimos Bien?

1.  $E = 1,94 \cdot 10^6 \frac{N}{C}$
2.  $E = 30.000 \frac{N}{C}$ , El campo eléctrico tiene la misma dirección de la fuerza, vertical. En cuanto al sentido, la carga de prueba es negativa y experimenta una fuerza hacia arriba, entonces el sentido del campo es contrario, hacia abajo.
3. P se encuentra a 21cm de la carga menor y a 29 de la carga mayor.
4.  $\vec{E} = (-1.000\vec{i} - 2.000\vec{j}) \frac{N}{C}$      $\vec{F} = (2\vec{i} + 4\vec{j})N$