

	Facultad de Ingeniería Mexicali	Ciclo Escolar: 2021-2	
	Material Didáctico Electricidad y Magnetismo	Formación Básica	
	Unidad 1, Electrostática y Ley de Coulomb	Pág. 1 de 17	

Estado del documento:	Nuevo	Modificación	X
------------------------------	--------------	---------------------	----------

ELABORÓ	REVISÓ	AUTORIZÓ	AUTORIZÓ
			
Ing. Julio Bernard	Dr. Juan Carlos Quiroz Sanchez	Dr. Moises Jesus Castro Toscano	Dra. Wendolyn Elizabeth Aguilar Salinas
Profesor	Profesor	Encargado de la Materia	Coordinador del área Tronco Común

Control de cambios del documento			
Revisión	Ciclo Escolar	Autor de quien elaboro	Descripción o motivo del cambio
0	2020-2	Ing. Julio Bernard	Primera Versión de Paquete Didáctico
1	2021-2	Ing. Julio Bernard	Adecuar Material Didáctico al nuevo formato



Unidad 1, Electrostática y Ley de Coulomb

Pág. 2 de 17

1.2 Campo electrico

El campo electrico es la zona del espacio que rodea a una carga o cuerpo cargado pero solo si dentro de ese espacio se hacen presenten fuerzas de atraccion o de repulsion electricas. Si no se presentan fuerzas de repulsion o atraccion significa que se esta fuera del campo.

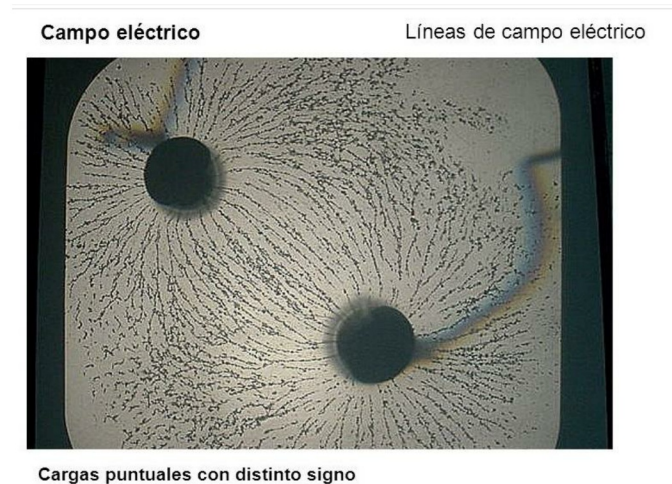


Fig. 1 Muestra una fotografía del campo eléctrico creado por dos cargas de signos contrarios con ayuda de polvo de te de manzanilla suspendido en aceite de cocina.

Los campos eléctricos **no son medibles directamente**, con ningún tipo de aparato. Pero **sí es posible observar su efecto** sobre una carga ubicada en sus inmediaciones, es decir, sí es posible medir la fuerza que actúa sobre la carga (intensidad). Para ello se emplean newton/coulomb (N/C).

Formula del campo eléctrico.

La ecuación que relaciona un campo eléctrico E con la fuerza que ejerce sobre una carga q está dada por la siguiente ecuación:

$$\mathbf{F} = q \mathbf{E}$$

Donde **F es la fuerza eléctrica** que actúa sobre la **carga eléctrica q** introducida en el campo con una **intensidad E**. Notemos que tanto F como E son magnitudes vectoriales, dotadas de sentido y dirección.

Asi que despejando:

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



Unidad 1, Electrostática y Ley de Coulomb

Pág. 3 de 17

Un ejemplo sencillo del **cálculo de la intensidad de un campo eléctrico** es:

Si introducimos una carga eléctrica de $5 \times 10^{-6} \text{ C}$ en un campo eléctrico que actúa con una fuerza de $0,04 \text{ N}$, ¿con qué intensidad actúa dicho campo?

Aplicando la fórmula $E = F/q$, tenemos que $E = 0,04 \text{ N} / 5 \times 10^{-6} \text{ C} = 8.000 \text{ N/C}$.

Una manera de representar el campo eléctrico es usando líneas de fuerza para la carga positiva saliendo y para la carga negativa entrando. La línea de fuerza está compuesta por puntos y cada punto que compone a la línea de fuerza representa el valor del campo eléctrico en ese punto y la dirección. Ver Fig. 1

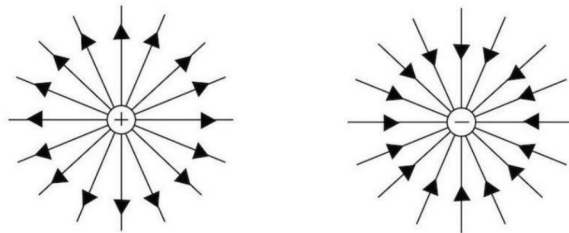
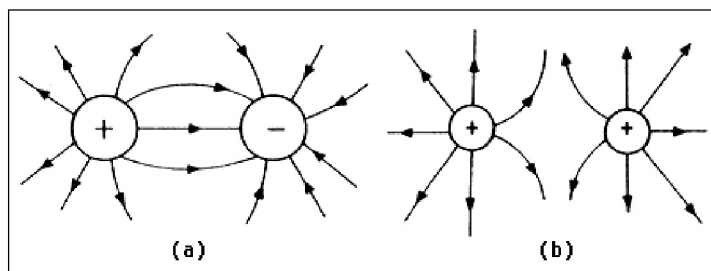


Fig. 2 Nos muestra un campo eléctrico de una carga positiva y de una carga negativa respectivamente.

Así cuando los campos entran en contacto se pueden ver líneas de fuerza orientándose con atracción o repulsión dependiendo del tipo de cargas. Ver Fig. 2



Fig, 3 (a) Corresponde a un campo eléctrico entre cargas de diferente signo donde se puede ver atracción y (b) corresponde a un campo eléctrico entre cargas del mismo signo donde se puede ver repulsión.



Para poder medir el campo eléctrico en un punto alrededor de la carga necesitamos poner en ese punto P una carga de prueba positiva muy pequeña de manera que no pueda influir al campo eléctrico que se intenta medir esto sería algo imaginario.

A esa carga de prueba le llamaremos **q_o** :

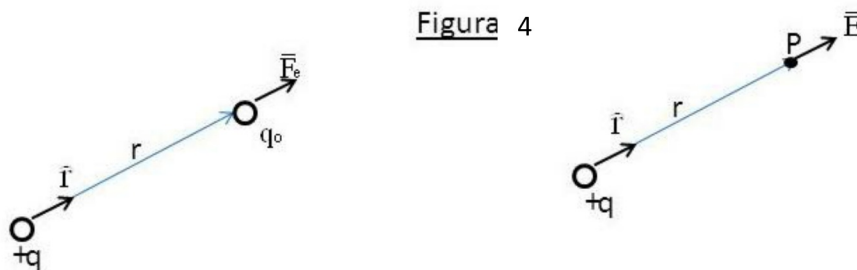


Fig. 4 Nos muestra que la dirección del campo eléctrico en ese punto P es la misma que la dirección de la fuerza sobre la carga de prueba **Q_o**.

Así que sustituyendo:

$$E = \frac{F}{q_o} = \frac{\frac{K q q_o}{r^2}}{q_o}$$

Después de hacer la simplificación quedaría:

$$E = \left| \frac{K q}{r^2} \right|$$

Dónde:

q es el valor de la carga responsable del campo eléctrico y **r** es la distancia desde **q** al punto P donde se quiere medir el campo eléctrico.



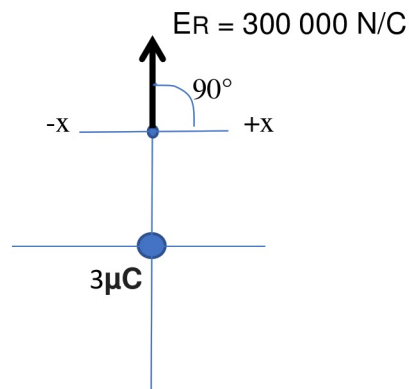
Ejemplo #1.- Encontrar el campo eléctrico en el punto P situado en la posición (0, 0.3) m de una carga de $3\mu\text{C}$

Solucion:

Primero se calcula la magnitud del campo eléctrico:

$$E = \left| \frac{kq}{r^2} \right| = \frac{(9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}) (3 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.3\text{m})^2} = 300\,000 \text{ N/C}$$

Sobre el punto P colocas imaginariamente una carga q_0 que siempre es positiva lo cual va originar que la q_0 sea repelida a 90° por la carga $q = 3\mu\text{C}$



Entonces las componentes del campo,

$$E_x = 300000 \cos 90^\circ = 0$$

$$E_y = 300000 \sin 90^\circ = 300000 \text{ N/C}$$



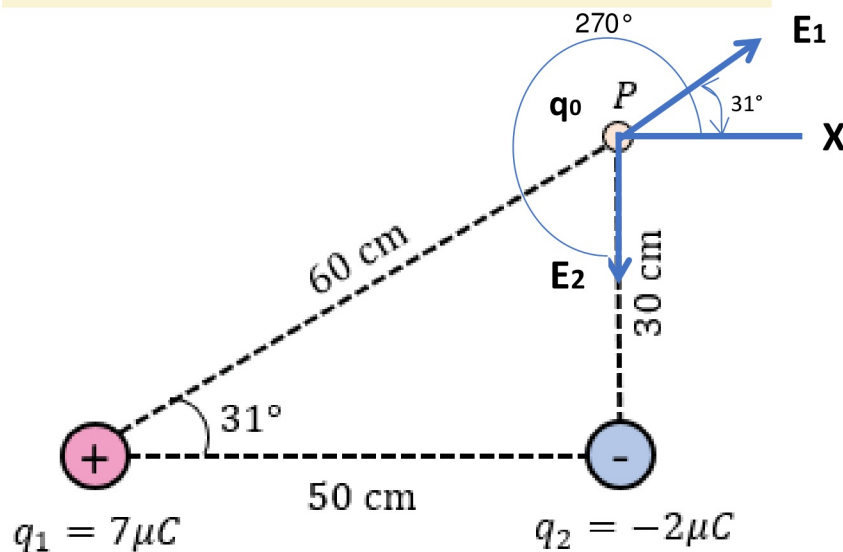
Unidad 1, Electrostática y Ley de Coulomb

$$E_R = \sqrt{(0)^2 + (300000 \text{ N/C})^2} = 300\,000 \text{ N/C}$$

Como el vector de campo eléctrico resultante tiene componente E_x con valor de cero y $E_y = 300000 \text{ N/C}$ entonces en forma cartesiana si ubicas E_y queda por el eje $+y$ como se ve en el esquema.

Así el resultado final es que la magnitud del campo eléctrico en el punto $(0, 0.3) \text{ m}$ es de $E = 300000 \text{ N/C}$ en dirección de 90° respecto a $+x$. No está de más decir que ese resultado en otra perspectiva es la dirección de la línea de fuerza en ese punto $(0, 0.3) \text{ m}$.

Ejemplo#2: Determinar la magnitud resultante de la intensidad del campo eléctrico en el punto P dirigido por dos cargas puntuales $q_1 = 7\mu\text{C}$ y $q_2 = -2\mu\text{C}$ Distribuidas de la siguiente manera: Observar la imagen.



Primero hay que obtener la magnitud del campo debido a q_1 y q_2 , esto se hace sustituyendo en la fórmula del campo eléctrico:



Unidad 1, Electrostática y Ley de Coulomb

Pág. 7 de 17

$$\text{Quedaría } \mathbf{E_1} = \left| \frac{k q_1}{r^2} \right| = \left| \frac{(9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C})(7 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.6\text{m})^2} \right| = 175000 \text{ N/C}$$

$$\text{Quedaría } \mathbf{E_2} = \left| \frac{k q_2}{r^2} \right| = \left| \frac{(9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C})(-2 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.3\text{m})^2} \right| = 200000 \text{ N/C}$$

$\mathbf{E_2} = 200000 \text{ N/C}$ (ponerlo + por el valor absoluto)

Cada carga hace su propio campo eléctrico y el problema pide calcular el campo eléctrico en el punto P debido a las cargas $\mathbf{q_1}$ y $\mathbf{q_2}$ entonces para iniciar tienes que ubicar imaginariamente una carga de prueba $\mathbf{q_0}$ en el punto P. Recuerda que se dijo que $\mathbf{q_0}$ siempre es positiva y de un valor insignificante para que no afecte al campo eléctrico que quieres medir.

Iniciando con la carga $\mathbf{q_1}$ fíjate que la carga $\mathbf{q_0}$ va ser repelida siendo que $\mathbf{q_1}$ es del mismo tipo que $\mathbf{q_0}$ por lo tanto en el punto P la $\mathbf{q_0}$ es repelida en la dirección de 31° respecto al eje X. Así que siendo un vector $\mathbf{E_1}$ tiene componente en X y componente en Y que se expresan de la siguiente manera:

$$E_{1x} = E_1 \cos 31^\circ = (175000 \text{ N/C}) \cos 31^\circ = 150004.27 \text{ N/C}$$

$$E_{1y} = E_1 \sin 31^\circ = (175000 \text{ N/C}) \sin 31^\circ = 90131.66 \text{ N/C}$$

Siguiendo con la carga $\mathbf{q_2}$ fíjate que la carga $\mathbf{q_0}$ va ser atraída siendo que $\mathbf{q_2}$ es de signo contrario que $\mathbf{q_0}$ por lo tanto en el punto P la $\mathbf{q_0}$ es atraída en la dirección de 270° respecto al eje X. Así que siendo un vector $\mathbf{E_2}$ tiene componente en X y componente en Y que se expresan de la siguiente manera:

$$E_{2x} = E_2 \cos 270^\circ = (200000 \text{ N/C}) \cos 270^\circ = 0$$

$$E_{2y} = E_2 \sin 270^\circ = (200000 \text{ N/C}) \sin 270^\circ = -200000 \text{ N/C}$$



Unidad 1, Electrostática y Ley de Coulomb

Pág. 8 de 17

Hacer sumatoria de las componentes del campo:

$$\begin{aligned}\sum E_x &= E_{1x} + E_{2x} = 150004.27 - 0 = 150004.27 \text{ N/C} \\ \sum E_y &= E_{1y} + E_{2y} = 90131.66 - 200000 = -109868.34 \text{ N/C}\end{aligned}$$

De manera que quedaría $E_x = 150004.27 \text{ N/C}$ y $E_y = -109868.34 \text{ N/C}$

Como las componentes son positivo en X y negativo en Y significa que la fuerza resultante está en el 4to cuadrante.

Calcular el campo eléctrico resultante E_R ,

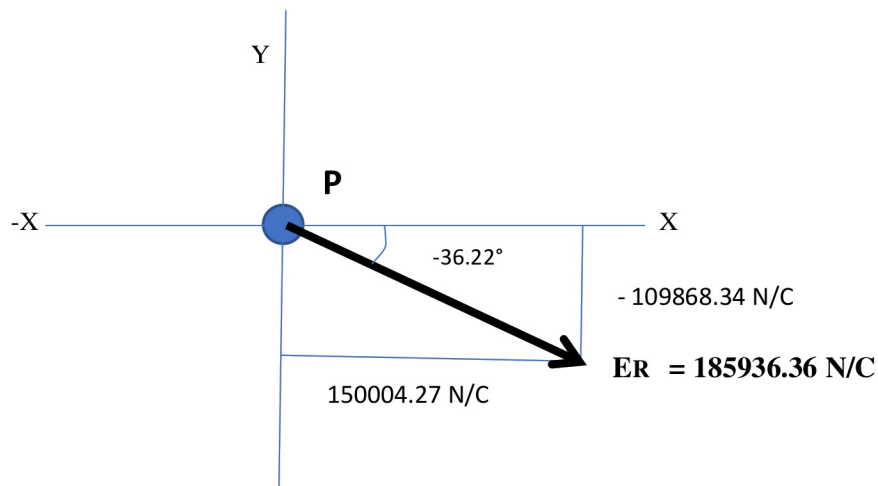
$$E_R = \sqrt{(150004.27)^2 + (-109868.34)^2}$$

$$E_R = 185936.36 \text{ N/C}$$

Para obtener el ángulo de la resultante, aplicamos:

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{\sum E_y}{\sum E_x} \right) = -36.22^\circ$$

Un ángulo de **36.22°** en el 4to cuarto cuadrante.



	Facultad de Ingeniería Mexicali	Ciclo Escolar: 2021-2	
	Material Didáctico Electricidad y Magnetismo	Formación Básica	
	Unidad 1, Electrostática y Ley de Coulomb	Pág. 9 de 17	

-Y

El resultado quiere decir que el campo eléctrico en ese punto P tiene magnitud $E_R = 185936.36 \text{ N/C}$ y dirección -36.22° respecto al eje X en el 4to cuadrante.