

# Electricidad y Magnetismo

## Ley de Coulomb

*LSC. Cynthia C. Vital Martínez*

## **Abstracto:**

La Ley de Coulomb se utiliza para determinar la magnitud de la fuerza de atracción o repulsión que se ejerce en las cargas eléctricas.

La Ley de Coulomb establece que la fuerza de atracción o repulsión de un cuerpo es directamente proporcional al producto de las cargas, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, generando un campo eléctrico.

## **Abstract:**

The Coulomb Law is used to determine the magnitude the force of attraction or repulsion that is exercises on electrical charges.

The Law of Coulomb establishes that the force of attraction or repulsion of a body is directly proportional to the product of the charges, and inversely proportional to the square of the distance, generating an electric field.

## **Palabras clave :**

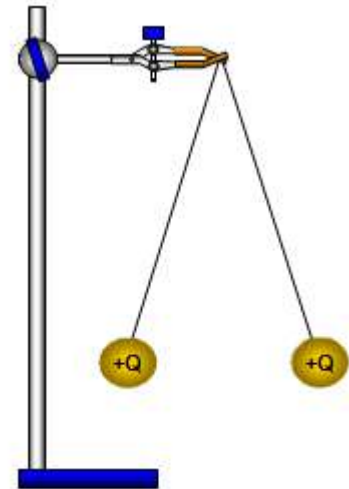
Ley, fuerza, atracción, repulsión, cargas.

## **Keywords:**

Law, force, attraction, repulsion, charges.

# Objetivo del tema:

El alumno resuelve problemas y procesa la información, con base a las leyes de la electrostática, que le permita analizar la importancia del estudio de las cargas eléctricas en reposo y su aplicación en la vida cotidiana en un ambiente de aprendizaje autónomo y colaborativo.



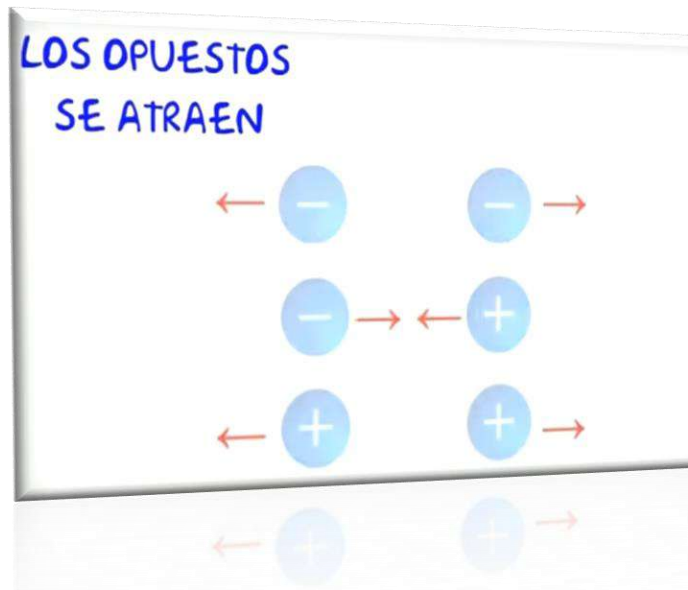
# Carga eléctrica

Capacidad que tiene la materia de ejercer un trabajo a partir de una fuerza de atracción o de repulsión, dependiente de la magnitud y su polaridad o signo.

## Ley de atracción y repulsión :

Carga 1	Carga 2	Tipo de fuerza
q+	q-	Fuerza de atracción
q-	q+	Fuerza de atracción
q-	q-	Fuerza de repulsión
q+	q+	Fuerza de repulsión

# Carga eléctrica



**Cargas del mismo signo se repelen entre si.**

Cargas de diferente signo se atraen unas a otras.

**Unidad de medida de la carga eléctrica es el  
Coulomb (C)**

# Coulomb

Un **Coulomb** es la carga eléctrica que atraviesa en cada segundo un punto de un cable por el que circula una corriente de un amperio.

$$1 \text{ Coulomb} = 1 \text{ ampere} \times \text{segundo}$$

$$1 \text{ C} = 6.241450 \times 10^{18} e^-$$

1 electrón

$$e^- = 1.6021917 \times 10^{-19} \text{ C}$$

La unidad más conveniente para la electrostática es :  
**microcoulomb** ( $\mu\text{C}$ ).

$$1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$$

$$1 \text{ nC} = 10^{-9} \text{ C}$$

$$1 \text{ pC} = 10^{-12} \text{ C}$$

# Múltiplos y submúltiplos para las unidades SI

	Prefijo	Símbolo	Factor	Equivalente
<b>Múltiplos</b>	Exa	E	$10^{18}$	10000000000000000000
	Peta	P	$10^{15}$	10000000000000000
	Tera	T	$10^{12}$	10000000000000
	Giga	G	$10^9$	1000000000
	Mega	M	$10^6$	1000000
	Kilo	k	$10^3$	1000
	Hecto	h	$10^2$	100
	Deca	da	$10^1$	10
<b>Submúltiplos</b>	Deci	d	$10^{-1}$	0.1
	Centi	c	$10^{-2}$	0.01
	Mili	m	$10^{-3}$	0.001
	Micro	$\mu$	$10^{-6}$	0.000001
	Nano	n	$10^{-9}$	0.000000001
	Pico	p	$10^{-12}$	0.000000000001
	Femto	f	$10^{-15}$	0.000000000000001
	Atto	a	$10^{-18}$	0.000000000000000001

# Sistema de Unidades

Sistema Internacional (SI)

Absoluto Sistema Cegesimal (CGS)

Sistema Ingles (FPS)

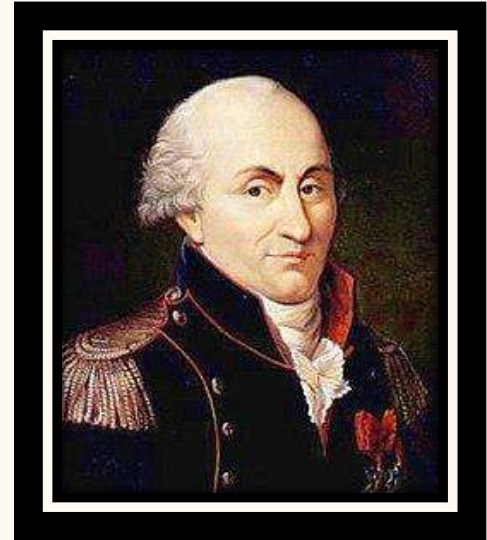
MAGNITUD	SI	CGS	INGLÉS
longitud	Metro (m)	Centímetro (cm)	Pies (ft), Pulgadas (in)
Masa	Kilogramo (kg)	Gramo (g)	Libras (lb)
Tiempo	Segundo (s)	Segundo (s)	Segundos (s)
Área o Superficie	m <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup> , in <sup>2</sup>
Volumen	m <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	Ft <sup>3</sup> , in <sup>3</sup>
Velocidad	m/s	Cm/s	Ft/s, in/s
Aceleración	m/s <sup>2</sup>	Cm/s <sup>2</sup>	Ft/s <sup>2</sup> , in/s <sup>2</sup>
Fuerza	Newton (N)	Dinas (d)	Libras Fuerza (lbf)
Trabajo y Energía	N*m = Joule (J)	D*cm = Ergio (E)	Lbf*ft, Lbf*in
Presión	N/m <sup>2</sup>	D/cm <sup>2</sup>	Lbf/in <sup>2</sup> (PSI)
Potencia	J/s = Watt (W)	D/s	Lbf*ft/s, Lbf*in/s



# Charles August Coulomb

Charles August Coulomb, Francia,  
(1736-París, 1806)

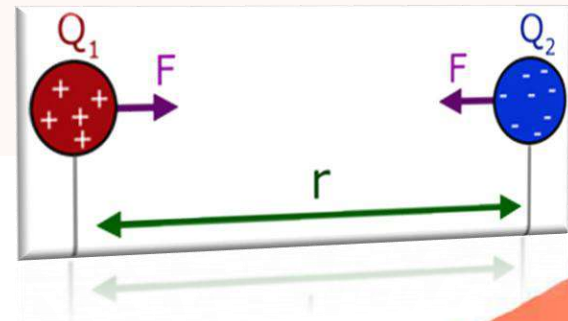
Científico e ingeniero militar francés en 1780 experimentalmente establece Ley de Coulomb, también diseño una balanza de torsión con carga eléctrica y polos magnéticos.



# Ley de Coulomb

*“Establece que la fuerza de atracción o de repulsión entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las dos cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.”*

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



# Ley de coulomb

*F = Newton*

*q = Coulomb*

*r = Metro*

*k = 9 x 10<sup>9</sup> Newton · metro<sup>2</sup> / Coulomb<sup>2</sup>*

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

*Unidad de medida de la fuerza :  
Newton*

# Ley de Coulomb

*Magnitud de la fuerza*

*Constante de Coulomb*

*Producto de dos cargas*

*Newton*

*Distancia entre dos cargas al cuadrado*

$$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} N$$
The diagram illustrates Coulomb's Law equation:  $F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} N$ . Each variable is enclosed in a colored box:  $F$  (orange),  $k$  (yellow),  $q_1$  (red),  $q_2$  (blue), and  $r^2$  (green). A red horizontal line is drawn under the product of the charges and the distance term. Labels in red italics describe each part: 'Magnitud de la fuerza' for  $F$ , 'Constante de Coulomb' for  $k$ , 'Producto de dos cargas' for  $q_1 q_2$ , 'Newton' for  $N$ , and 'Distancia entre dos cargas al cuadrado' for  $r^2$ . The equation is preceded and followed by equals signs.

# Ley de Coulomb

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

$$F = \frac{(9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{C}^2}) q_1 q_2}{r^2}$$

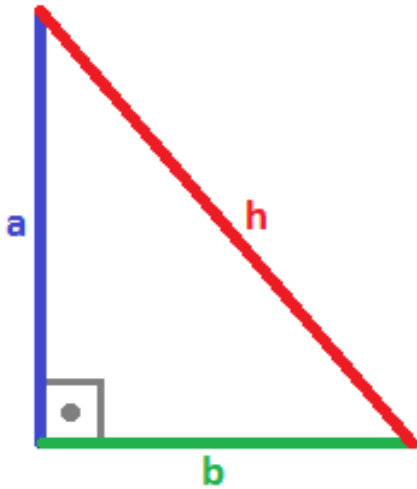
La constante de proporcionalidad:  $k$

Unidad de medida de la fuerza sobre una partícula cargada :

**Newton**

# Teorema de Pitágoras

$$h^2 = a^2 + b^2$$



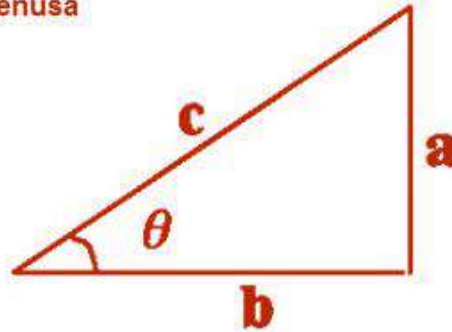
Despejando,

$$h = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$a = \sqrt{h^2 - b^2}$$

$$b = \sqrt{h^2 - a^2}$$

C = Hipotenusa

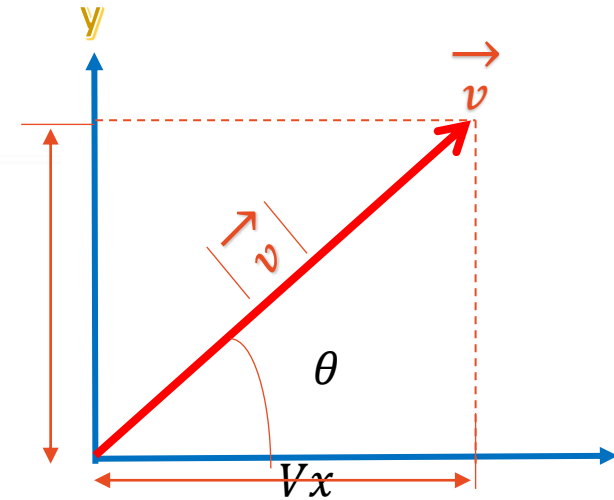


$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$\text{sen } \theta = \frac{\text{lado opuesto a } \theta}{\text{hipotenusa}} = \frac{a}{c}$$

$$\text{cos } \theta = \frac{\text{lado adyacente a } \theta}{\text{hipotenusa}} = \frac{b}{c}$$

$$\text{tan } \theta = \frac{\text{lado opuesto a } \theta}{\text{lado adyacente a } \theta} = \frac{a}{b}$$



$$\text{sen } \theta = \frac{V_y}{v}$$

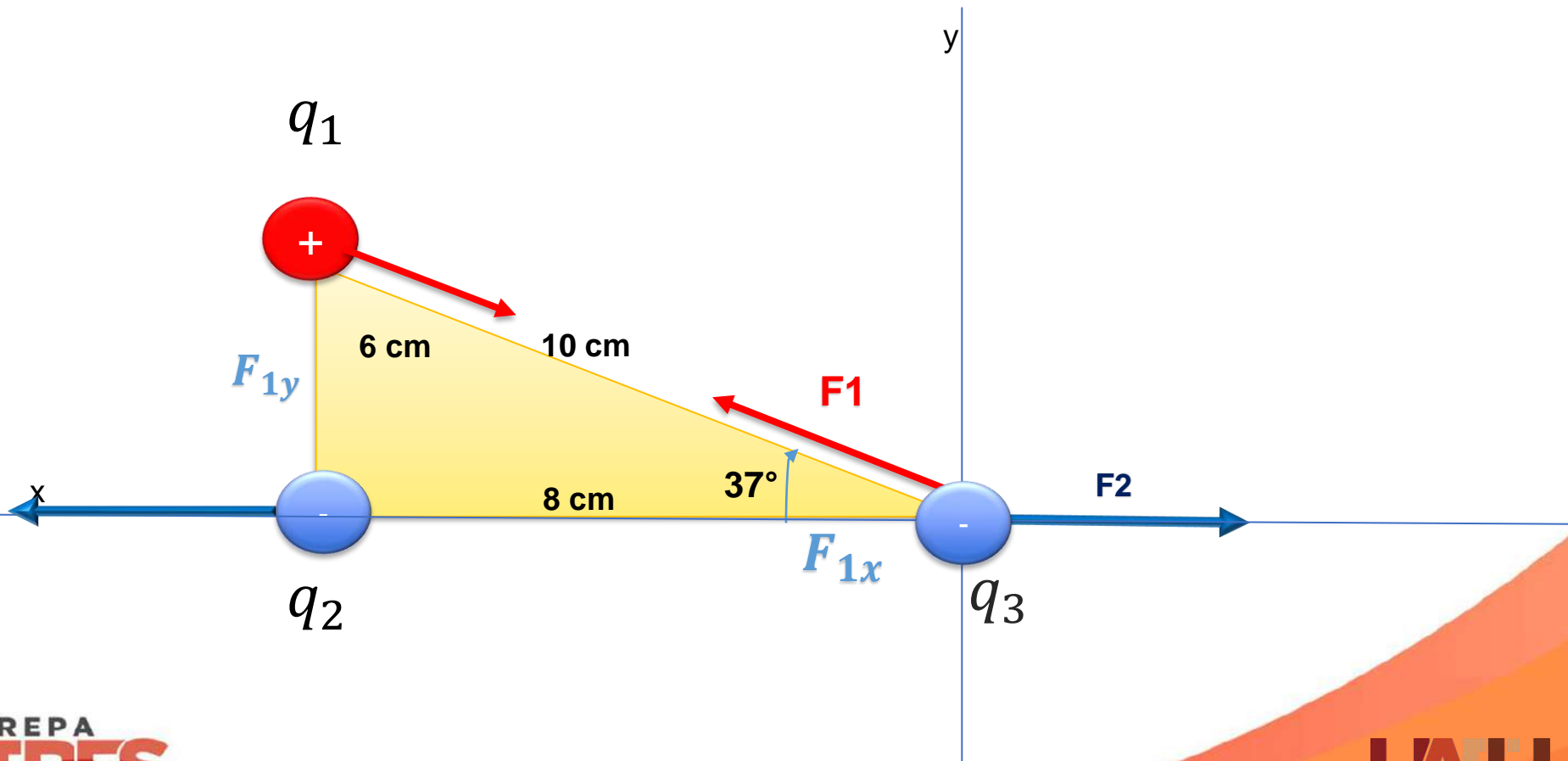
$$\text{cos } \theta = \frac{V_x}{v}$$

$$\text{tan } \theta = \frac{V_y}{V_x}$$

## Ejemplo

## Ley de Coulomb

Tres *cargas*  $q_1 = +4 \times 10^{-9} \text{ C}$  ,  $q_2 = -6 \times 10^{-9} \text{ C}$  y  $q_3 = -8 \times 10^{-9} \text{ C}$  , están separadas como se muestra en el diagrama de cuerpo libre , ¿Cuál es la fuerza resultante sobre la carga  $q_3$  debida a las otras dos cargas?



Formula	Datos	Solución
$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$	$1 \text{ nC} = 1 \times 10^{-9} \text{ C}$ $k = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ $q_1 = 4 \times 10^{-9} \text{ C}$ $q_2 = -6 \times 10^{-9}$ $q_3 = -8 \times 10^{-9} \text{ C}$ $r = 10 \text{ cm} = .10 \text{ m}$	

Sustitución de formula para encontrar  $F_1$  sobre  $q_3$  debida a  $q_1$  :

$$F_1 = \frac{k q_1 q_3}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2 (4 \times 10^{-9} \text{ C})(8 \times 10^{-9} \text{ C})}{(0.10 \text{ m})^2}$$

$$F_1 = 2.88 \times 10^{-5} \text{ N} = 28.8 \mu\text{N} \quad (37^\circ \text{ N del O}) \swarrow$$

Fuerza de atracción



## Solución

Formula

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

Datos

$$q_2 = -6 \times 10^{-9}$$

$$q_3 = -8 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$r = 8 \text{ cm} = .08 \text{ m}$$

Sustitución de formula para encontrar  $F_2$  sobre  $q_3$  debida a  $q_2$  :

$$\begin{aligned} F_2 &= \frac{k q_2 q_3}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2 (6 \times 10^{-9} \text{ C})(8 \times 10^{-9} \text{ C})}{(0.08 \text{ m})^2} \\ &= \frac{9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2 (48 \times 10^{-18} \text{ C})}{.0064 \text{ m}^2} \\ &= 6.75 \times 10^{-5} \text{ N} \end{aligned}$$

$$F_2 = 67.5 \mu\text{N}, \vec{\text{este}}$$

Fuerza de repulsión

La fuerza resultante  $F_R$  se determina usando el método de componentes de la suma de vectores. Las componentes  $x, y$ , de  $F_1$  y  $F_2$

Vector	Ángulo $\theta$	Componente $x$	Componente $y$
$F_1 = 28.8 \mu\text{N}$	$37^\circ$	$F_{1x} = -28.8 \mu\text{N} (\cos 37^\circ)$ $= -23 \mu\text{N}$	$F_{1y} = 28.8 \mu\text{N} (\sen 37^\circ)$ $= 17.33 \mu\text{N}$
$F_2 = 67.5 \mu\text{N}$	$0^\circ$	$F_{2x} = 67.5 \mu\text{N} (\cos 0^\circ)$ $= 67.5 \mu\text{N}$	$F_{2y} = 0 \mu\text{N} (\sen 0^\circ)$
$F_R$	$\theta$	$\sum F_x = F_x = 44.5 \mu\text{N}$	$\sum F_y = F_y = 17.33 \mu\text{N}$

$$F_x = 44.5 \mu\text{N}$$

$$F_y = 17.33 \mu\text{N}$$

Se aplica el teorema de Pitágoras para determinar la magnitud de fuerza resultante  $F_R$  sobre  $q_3$

$$\Sigma F_x = F_x = 44.5 \mu\text{N}$$

$$\Sigma F_y = F_y = 17.3 \mu\text{N}$$

$$F_R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$F_R = \sqrt{(44.5 \mu\text{N})^2 + (17.3 \mu\text{N})^2}$$

$$F_R = \sqrt{2279.54}$$

$$F_R = 47.74 \mu\text{N}$$

A partir de la función tangente se encuentra la dirección  $\theta$  de la fuerza resultante  $F_R$ .

$$\Sigma F_y = F_y = 17.3 \mu\text{N}$$

$$\Sigma F_x = F_x = 44.5 \mu\text{N}$$

$$\tan \theta = \left| \frac{F_y}{F_x} \right|$$

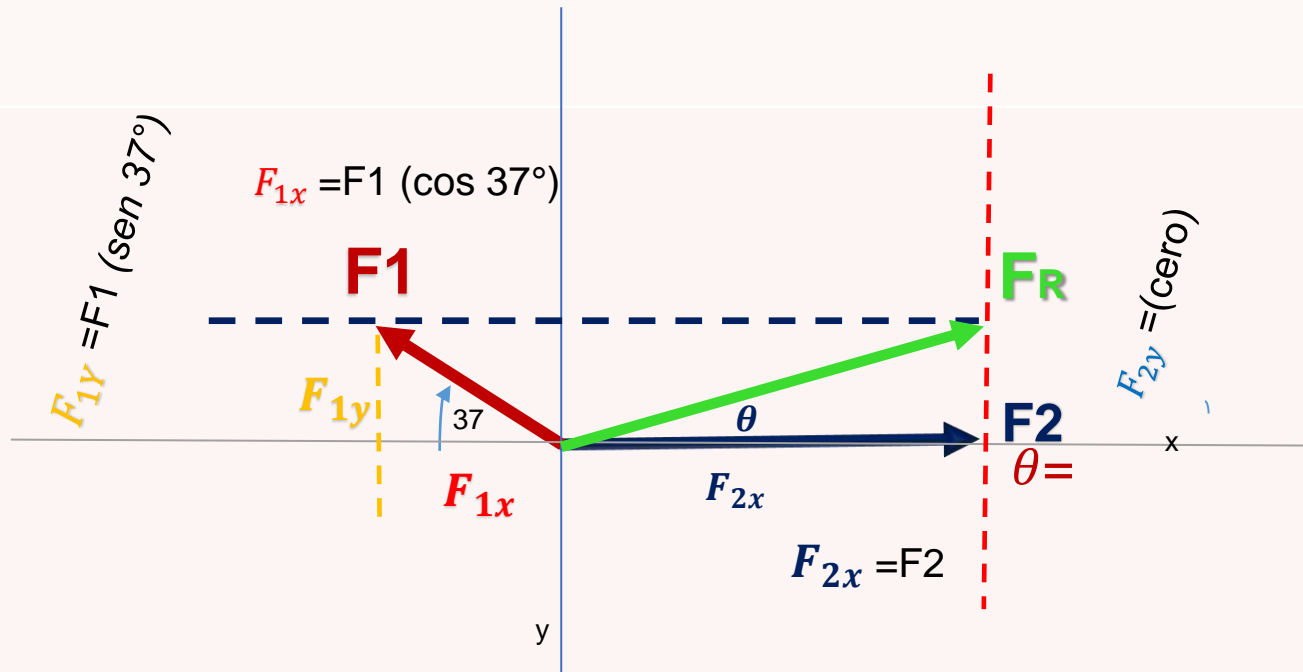
$$\tan^{-1} = \left| \frac{17.3 \mu\text{N}}{44.5 \mu\text{N}} \right|$$

$$\theta = 21.24^\circ \text{ N del E}$$

**Resultado:**

*La magnitud de fuerza resultante  $F_R$  sobre  $q_3$  es de  $47.7 \mu\text{N}$  con un ángulo o dirección de  $21.2^\circ \text{ N del E}$*

# Resultado



La fuerza resultante es de  $47.7 \mu\text{C}$  con un ángulo de  $21^\circ$  NE

# Referencias

Serway, A. Jewett, W., (2013), Física para ciencias e ingeniería. Thompson.

Tippens, Paul E., (2011). Física. Conceptos y Aplicaciones 7<sup>a</sup> edición. México: McGraw-Hill.

Soto, Romero J., (2012). Electricidad y Magnetismo con enfoque en competencias. México: Book Mart.

Wilson, D., Buffa, J.. (2007), Física 6a edición. Pearson.

Hewitt, P. (2007), Física Conceptual 10a edición. Addison Wesley.

***Información del docente***

***LSC. Cynthia C. Vital Martínez***

*Correo electrónico:*

*[cynthia\\_vital@uaeh.edu.mx](mailto:cynthia_vital@uaeh.edu.mx)*