

Ley de Coulomb

by

Nada Saab-Ismail, PhD, MAT, MEd, IB

e-mail: saabn@resa.net

saab1055@gmail.com

P3.7 Electric Charges

Electric force exists between any two charged objects. Oppositely charged objects attract, while objects with like charge repel. The strength of the electric force between two charged objects is proportional to the magnitudes of the charges and inversely proportional to the square of the distance between them (Coulomb's Law).

P3.7A Predict how the electric force between charged objects varies when the distance between them and/or the magnitude of charges change.

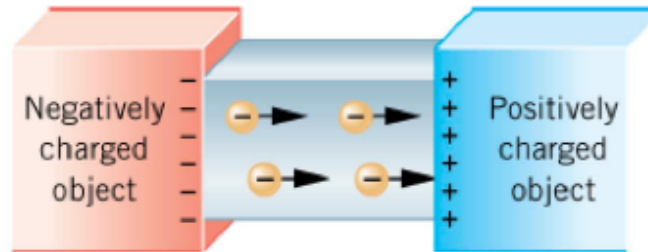
P3.7B Explain why acquiring a large excess static charge (e.g., pulling off a wool cap, touching a Van de Graaff generator, combing) affects your hair.

Elementos;

- 1- Carga eléctrica neta
- 2- Ley de Coulomb
- 3- Fuerza electrostática neta

Carga eléctrica neta (q)

Al agregar o eliminar electrones, la materia adquirirá una carga eléctrica neta (q).



La magnitud de la carga eléctrica (q) es igual a la carga elemental (e) multiplicada por el número de electrones agregados o eliminados (N).

$$q = Ne$$

La carga elemental (e) es una constante = 1.6×10^{-19} C

Ejemplo 1: Electroscopio;

Calcule la carga (q) en un electroscopio de hoja de metal que tiene un exceso de 5.0×10^{10} electrones.

$$q = N e$$

N es el número de electrones

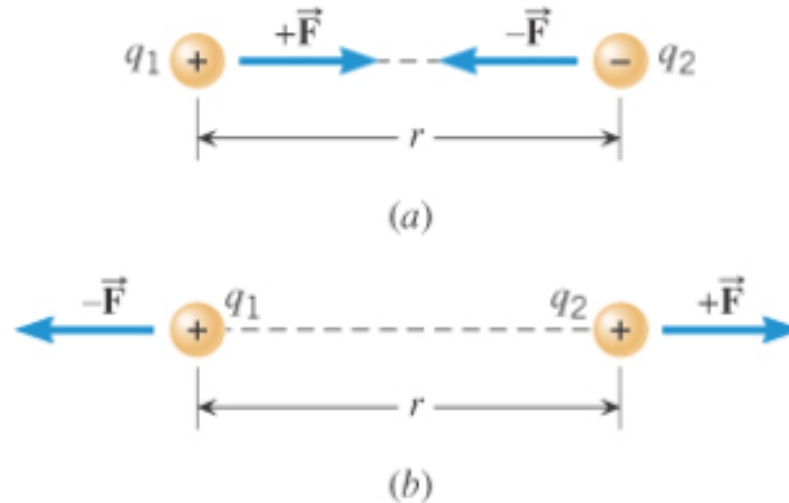
e es la carga elemental y es constante = 1.6×10^{-19}

Data Table		
N	q	e
5.0×10^{10}	?	$1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

$$q = (5.0 \times 10^{10}) (1.6 \times 10^{-19}) = 8.0 \times 10^{-9} \text{ C}$$

y como la carga se debe a un exceso de electrones, es negativa.

COULOMB'S LAW



Dos objetos estacionarios cargados (q_1 y q_2) separados por una distancia (r) ejercen una fuerza electrostática entre sí. La fuerza electrostática (F) se dirige a lo largo de la línea que une las cargas (línea discontinua en la imagen). Cada punto de carga ejerce la misma fuerza sobre el otro.

Como se muestra en la figura anterior, la fuerza electrostática (F) es:

atractivo si los cargos tienen signos diferentes (-, +).

repulsivo si las cargas tienen signos similares (-, -) o (+, +).

La magnitud de la fuerza electrostática (F) ejercida por una carga puntual (q1) sobre otra carga puntual (q2) es directamente proporcional a la magnitud (valor) de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia (r) entre ellas .

COULOMB'S LAW
$F = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2}$

F : electrostatic force in Newton (N).

q_1, q_2 : is the charge in coulomb (C).

r : is the distance in meter (m).

K : is a constant = $8.99 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$

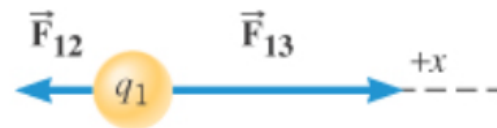
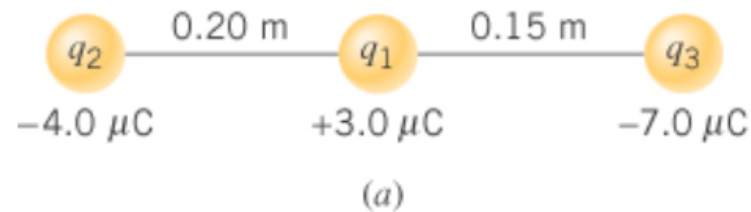
Note:

$$|q_1||q_2|$$

means that you multiply only the values of q_1, q_2 without considering the positive or negative sign (absolute values).

Ejemplo 2: tres cargas en una línea.

La siguiente figura (a) muestra tres cargas puntuales (q_1 , q_2 , q_3) que se encuentran a lo largo del eje x en el vacío. El diagrama de cuerpo libre (b) muestra dos fuerzas electrostáticas F_{12} que F_{13} .



Data Table				
q_1	q_2	k	r_{12}	F_{12}
$3.0 \times 10^{-6} \text{ C}$	$-4.0 \times 10^{-6} \text{ C}$	$8.99 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$	0.20 m	?

Fuente de la fuerza electrostática F_{12} y su magnitud (valor). Determine la magnitud y la dirección de la fuerza electrostática neta (F) sobre q_1 .

La figura (b) es el diagrama de cuerpo libre de las fuerzas que actúan sobre q_1 . Muestra una fuerza F_{12} apuntando hacia la izquierda. Es la fuerza ejercida sobre q_1 por q_2 . Dado que q_1 y q_2 tienen signos opuestos, se atraen entre sí con la fuerza F_{12} .

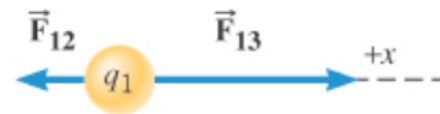
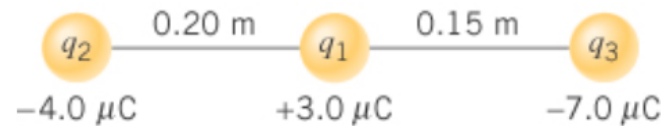
La magnitud de esta fuerza se calcula utilizando la fórmula de la ley de Coulomb como se muestra a continuación.

$$F_{12} = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = \frac{(8.99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2) (3.0 \times 10^{-6} \text{ C}) (4.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.20 \text{ m})^2} = 2.7 \text{ N}$$

Observe que el signo negativo de q_2 (-4.0) se omite y se multiplica por 10^{-6} para convertir la unidad de micro-culombio a culombio ($4.0 \times 10^{-6} \text{ C}$). Lo mismo ocurre con la carga q_1 .

Ejemplo 3: tres cargas en una línea

El mismo diagrama de cuerpo libre (figura b) muestra también otra fuerza F_{13} apuntada hacia la derecha



(b) Free-body diagram for q_1

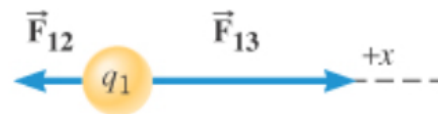
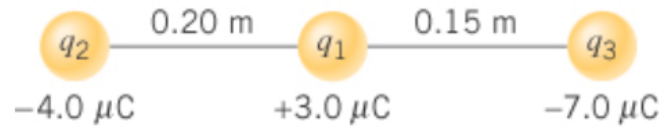
Data Table				
q_1	q_3	k	r_{13}	F_{13}
$3.0 \times 10^{-6} \text{ C}$	$-7.0 \times 10^{-6} \text{ C}$	$8.99 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$	0.15 m	?

Es la fuerza ejercida sobre q1 por q3. Dado que q1 y q3 tienen signos opuestos, se atraen entre sí con la fuerza F13. La magnitud de esta fuerza se calcula utilizando la fórmula de la ley de Coulomb..

$$F_{13} = k \frac{|q_1||q_3|}{r^2} = \frac{(8.99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2) (3.0 \times 10^{-6} \text{ C}) (7.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.15 \text{ m})^2} = 8.4 \text{ N}$$

Observe que el signo negativo de q3 (-7.0) se omite y se multiplica por 10-6 para convertir la unidad de micro-culombio a culombio (7.0 x 10-6 C). Lo mismo ocurre con la carga q1.

Ejemplo 4: Tres cargas en una línea, fuerza neta;



La fuerza neta F es la suma vectorial de F_{12} y F_{13} .

$$F = F_{12} + F_{13}$$

F_{12} apunta en la dirección x negativa y F_{13} apunta en la dirección x positiva. A F_{12} se le asigna un signo negativo ($-2,7\text{N}$). F_{13} recibe un signo positivo ($+ 8,4 \text{ N}$).

$$\vec{F} = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} = -2.7\text{N} + 8.4\text{N} = +5.7\text{N}$$

El signo más en la respuesta indica que la fuerza neta apunta hacia la derecha en el dibujo.

References:

1) Humanic. (2013). www.physics.ohio-state.edu/~humanic/. In Thomas Humanic Brochure Page.

Physics 1200 Lecture Slides: Dr. Thomas Humanic, Professor of Physics, Ohio State University, 2013-2014 and Current. www.physics.ohio-state.edu/~humanic/

2) Cutnell, J. D. & Johnson, K. W. (1998). *Cutnell & Johnson Physics, Fourth Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

The edition was dedicated to the memory of Stella Kupferberg, Director of the Photo Department: “We miss you, Stella, and shall always remember that a well-chosen photograph should speak for itself, without the need for a lengthy explanation”

- 3) Martindale, D. G. & Heath, R. W. & Konrad, W. W. & Macnaughton, R. R. & Carle, M. A. (1992). *Heath Physics*. Lexington: D.C. Heath and Company
- 4) Zitzewitz, P. W. (1999). *Glencoe Physics Principles and Problems*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- 5) Schnick, W.J. (n.d.). *Calculus-based physics, A Free Physics Textbook*. Retrieved from <http://www.anselm.edu/internet/physics/cbphysics/index.html>
- 6) Nada H. Saab (Saab-Ismail), (2010-2013) Westwood Cyber High School, Physics.
- 7) Nada H. Saab (Saab-Ismail), (2009- 2014) Wayne RESA, Bilingual Department.