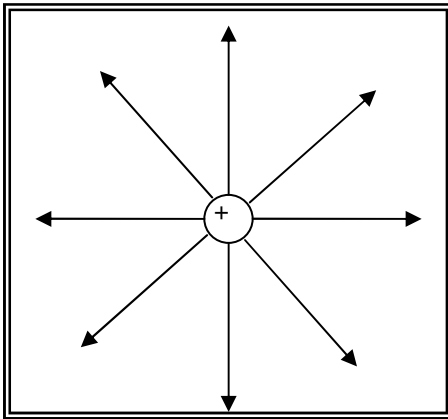


CARGAS PUNTALES, CAMPO ELÉCTRICO Y LEY DE COULOMB



La figura muestra una carga puntual positiva y las líneas de fuerza que partiendo de la carga se expanden en línea recta, de dirección radial y sentido alejándose de la carga generadora.

La intensidad del campo electrostático depende de dos elementos:

1. La carga generadora
2. La distancia a dicha carga.

El primer estudio sobre la interacción de cargas eléctricas lo realiza Coulomb quien logra determinar una ley que permite cuantificar el campo eléctrico generado por una carga puntual.

Ley de Coulomb

Enunciado:

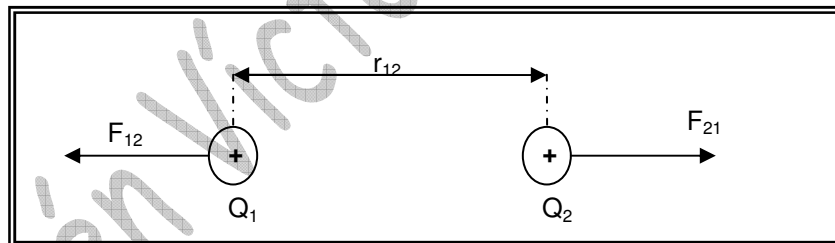
La fuerza que se ejerce entre dos cargas puntuales separadas una distancia r es proporcional al valor de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa.

Fórmula:

$$F = k Q_1 Q_2 / r^2$$

Siendo:

1. F la fuerza que se ejerce entre cargas (Newton)
2. k una constante universal que depende del sistema de unidades y del medio en el que se encuentran las cargas. (en sistema internacional y en el vacío $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{Coul}^2$)
3. q_1 y q_2 son las magnitudes de las cargas eléctricas puntuales. (expresadas en Coulomb)
4. r es la distancia expresada en metros.



En el dibujo se indica la distribución de elementos correspondientes a la Ley de Coulomb.

Ejemplo:

Dos cargas positivas, $Q_1 = 3 \text{ nC}$ y $Q_2 = 5 \text{ nC}$ están separadas 3 cm . Calcular la fuerza de repulsión que se ejerce entre ellas.

Aplicando la fórmula de la ley de Coulomb se tiene:

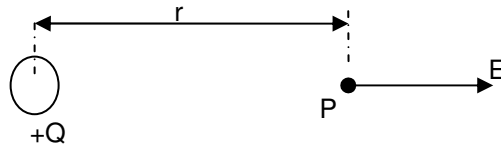
$$F = k q_1 q_2 / r^2$$

$$F = 9 \times 10^9 (\text{Nt m}^2/\text{C}^2) 3 \text{ nC } 5 \text{ nC} / (0.03 \text{ m})^2$$

$$F = 1.5 \times 10^{-4} \text{ Nt}$$

CAMPO ELÉCTRICO

Supongamos ahora que tenemos una carga que genera el campo y, por lo tanto, ejerce su influencia sobre el entorno.



Supongamos que en la figura superior tenemos una carga Q , aislada, que genera un **campo electrostático** que puede detectarse en sus inmediaciones.

Para cuantificar ese campo introducimos un nuevo elemento que llamaremos **intensidad de campo eléctrico en un punto**, para ello suponemos que en el punto P hay una **carga puntual** que llamaremos **carga de prueba** que podemos suponer que vale una unidad de carga, este supuesto nos permite definir intensidad de campo en un punto de un campo eléctrico como *la fuerza que el campo eléctrico ejerce sobre una unidad de carga colocada en dicho punto*.

Para calcular la intensidad de campo en un punto hay dos fórmulas que se deducen de la Ley de Coulomb y son las siguientes:

$$E = F/Q_p = k Q / r^2$$

Siendo:

1. E la intensidad de campo eléctrico
2. F la fuerza que actúa sobre la carga de prueba Q_p colocada en el punto P del espacio.
3. Q_p la carga de prueba
4. Q la carga eléctrica que genera el campo en estudio.
5. r la distancia entre la carga generadora del campo y el punto P en estudio.
6. k la constante aplicada en la Ley de Coulomb.

Con esta definición se puede determinar el valor de la intensidad de campo eléctrico en un punto que se medirá en **N/Coul**. Y se interpreta como la fuerza que ejercería el campo electrostático sobre una carga eléctrica unitaria colocada en ese punto.

NOTA SOBRE LA CONSTANTE k :

La constante k está definida de la siguiente forma:

$$k = 1 / (4 \pi \epsilon_r \epsilon_0) = 9 \times 10^9 \text{ Nt m}^2/\text{Coul}^2$$

Los significados son los siguientes:

4π se coloca para utilizar el antiguamente llamado sistema MKS racionalizado

ϵ_0 es la llamada permitividad del vacío siendo su valor $8.85 \times 10^{-12} \text{ Coul}^2/\text{Nt m}^2$

ϵ_r es la constante de permitividad relativa del material, particular para cada uno de ellos, para el vacío vale 1

Con estas definiciones podemos decir que la permitividad absoluta de un material es:

$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$$

PROBLEMAS

1.- Dos cargas positivas se encuentran separadas una distancia r y ejercen entre sí una fuerza de repulsión F . Si se separan a una distancia doble la fuerza entre las cargas será:

a	b	c	d	e	f
$2F$	F	$F/4$	$F/2$	$4F$	$1.5F$

2.- Dos cargas positivas se encuentran separadas una distancia r y ejercen entre sí una fuerza de repulsión F . Si se separan a una distancia doble y se duplica el valor de cada una de las cargas, la fuerza entre ellas cargas será:

a	b	c	d	e	f
$2F$	F	$F/4$	$F/2$	$4F$	$1.5F$

3.- Dos cargas positivas iguales se encuentran separadas una distancia r y ejercen entre sí una fuerza de repulsión F . Si se separan a una distancia doble y se duplica el valor de una de las cargas, la fuerza entre ellas cargas será:

a	b	c	d	e	f
$2F/3$	$F/3$	$3F/4$	$F/2$	$4F/3$	$F/5$

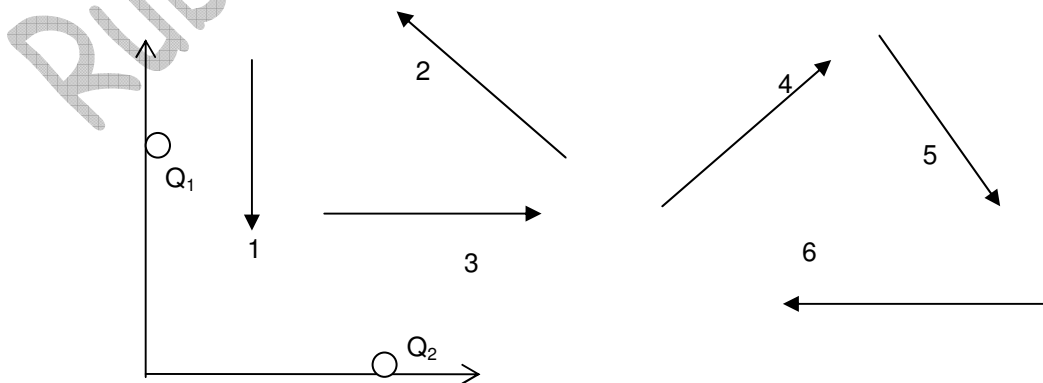
4.- Dos cargas positivas se encuentran separadas una distancia r y ejercen entre sí una fuerza de repulsión F . Si se separan a una distancia doble y se sumergen en agua $\epsilon_r = 80$ la fuerza entre las cargas será:

a	b	c	d	e	f
$F/80$	$F/40$	$F/20$	$F/160$	$F/320$	$F/400$

5.- Una carga puntual negativa genera un campo electrostático de intensidad E , entonces se cumple que:

1. El valor del campo es inversamente proporcional a la distancia
2. Si se sumerge en agua el campo electrostático aumenta 80 veces.
3. El valor del campo es directamente proporcional a la distancia.
4. Si se coloca una carga positiva en un punto del campo será rechazada.
5. El valor del campo es directamente proporcional al cuadrado de la distancia.
6. El valor del campo es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.

6.- Las cargas Q_1 y Q_2 de la figura son negativas e iguales y se encuentran a la misma distancia del origen del sistema de coordenadas, entonces el vector que representa el campo eléctrico en el origen es aproximadamente. a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5 f) 6



©Rubén Víctor Innocentini-2008