FUERZA Y CAMPO ELÉCTRICO

I. ESTRUCTURA ATÓMICA

Para describir la distribución de los electrones en los átomos, se precisan los siguientes números cuánticos:

- **Número cuántico principal (n):** que puede tomar valores enteros de 1, 2, 3, etc.
- **Número cuántico del momento angular (l):** depende del valor del número cuántico principal n. Para cierto valor de n, l tiene todos los valores enteros posibles desde 0 hasta (n - 1).
- **Número cuántico magnético (ml):** depende del valor que tenga el número cuántico del momento angular l. Para cierto valor de l existen (2l + 1) valores enteros de ml que son: -l. (-l + 1), ..., 0, ... (+l + 1), +l.
- **Número cuántico de espín (ms):** puede tomar valores de $+\frac{1}{2}$, y + $-\frac{1}{2}$.

Dependiendo del material es posible determinar el nivel de conductividad eléctrica a partir de su distribución de electrones.

A partir de experimentación se sabe que:

> *"Dos cargas positivas se repelen entre sí, al igual que dos cargas negativas. Una carga positiva y una negativa se atraen".*

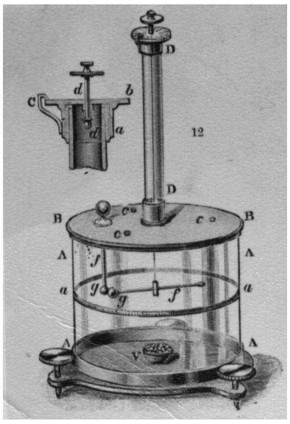
Los conductores son materiales donde la carga eléctrica se mueve con facilidad, en los aislantes la carga no se mueve con facilidad.

Un elemento se dice **neutro**, cuando la suma de la carga eléctrica total suma 0; mientras que se dice que está **cargado negativamente** cuando tiene un exceso de electrones y por tanto la carga eléctrica total es negativa; por tanto, un elemento **cargado positivamente** es aquel que tiene escasez de electrones.

II. LEY DE COULOMB

Charles A. Coulomb demostró que la fuerza eléctrica que ejercen entre sí dos cargas puntuales en reposo, es directamente proporcional al producto de sus cargas, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. Tal fuerza se aplica en los respectivos centros de las cargas y están dirigidas a lo largo de la línea que las une.

Esta conclusión se dedujo a partir de experimentos con una **balanza de torsión**, que consiste en dos bolas de metal sujetas por los dos extremos de una barra suspendida por un cable, filamento o chapa delgada. Para medir la fuerza electrostática se puede poner una tercera bola cargada a una cierta distancia.



Las dos bolas cargadas se repelen/atraen unas a otras, causando una torsión de un cierto ángulo. De esta forma se puede saber cuánta fuerza, en newton, es requerida para torsionar la fibra un cierto ángulo.

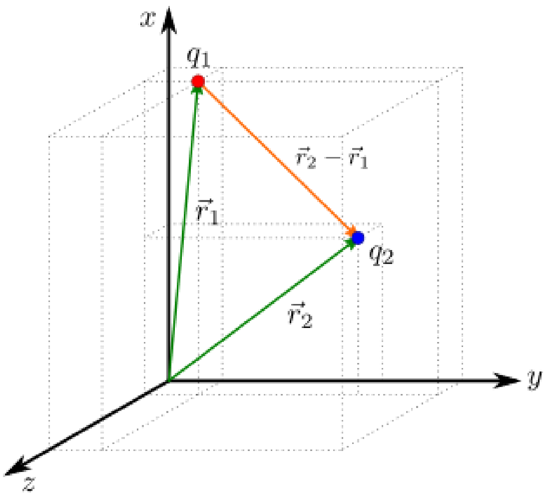
Por tanto:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{|Q_1Q_2|}{d^2}$$

Donde:
F: Fuerza eléctrica entre las dos cargas.
ε0: Es el valor de la permitividad dieléctrica absoluta del vacío clásico.
Q1, Q2: Cargas eléctricas.
d: Distancia entre las cargas.

III. FUERZA ELÉCTRICA VECTORIAL

Cuando se calcula la fuerza eléctrica en múltiples cargas o en un espacio tridimensional es mejor hacer uso de herramientas vectoriales.



La ley de Coulomb vectorial es:

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{QQ_1}{|\vec{r}|^2}\hat{r}$$

Considerando al vector *r* como la diferencia entre los vectores de posición de las cargas:

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{QQ_1}{|\vec{r}-\vec{r}_1|^2}\hat{r}$$

Considerando la definición de vector unitario se obtiene:

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{QQ_1}{|\vec{r}-\vec{r}_1|^2}\left(\frac{\vec{r}-\vec{r}_1}{|\vec{r}-\vec{r}_1|}\right)$$

Por tanto:

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}QQ_1\left(\frac{\vec{r}-\vec{r}_1}{|\vec{r}-\vec{r}_1|^3}\right)$$

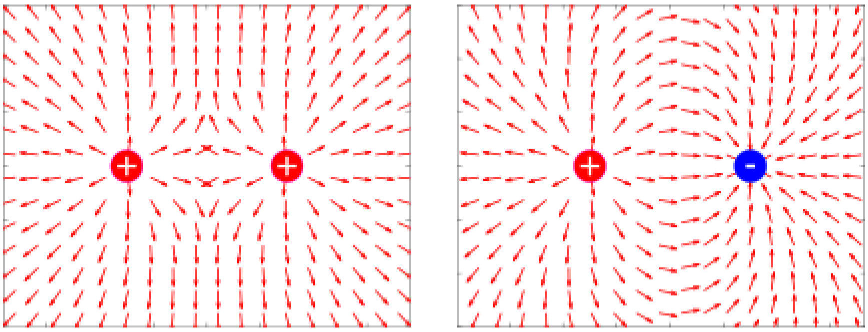
IV. CAMPO ELÉCTRICO

El campo eléctrico es aquel campo vectorial que genera una carga eléctrica sobre su área circundante.

Se define como:

$$\vec{E} = \frac{1}{q}\vec{F}$$

En cualquier punto sobre una **línea de campo**, la tangente a la línea está en dirección de E en ese punto. El número de líneas por unidad de área (perpendicular a su dirección) es proporcional a la magnitud de E en ese punto.



(a) Cargas del mismo signo. (b) Cargas de signo contrario.

V. SISTEMAS DISCRETOS

De forma general la fuerza resultante del efecto de múltiples cargas se define como:

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\sum_{i=1}^{n} QQ_i\left(\frac{\vec{r}-\vec{r}_i}{|\vec{r}-\vec{r}_i|^3}\right)$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\sum_{i=1}^{n} Q_i\left(\frac{\vec{r}-\vec{r}_i}{|\vec{r}-\vec{r}_i|^3}\right)$$

VI. SISTEMAS CONTINUOS

En sistemas continuos el cálculo de la fuerza y/o el campo eléctrico se realiza mediante diferenciales de carga.

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int_Q Q\,dq\left(\frac{\vec{r}-\vec{r}_i}{|\vec{r}-\vec{r}_i|^3}\right)$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int_Q dq\left(\frac{\vec{r}-\vec{r}_i}{|\vec{r}-\vec{r}_i|^3}\right)$$

Para la integración de un diferencial *dq*, es necesario tener una ecuación que describa el valor de la carga en cualquier punto del sistema continuo.

Si la carga está distribuida homogéneamente alrededor del sistema continua es posible reemplazar *dq*, por un diferencial de posición, haciendo uso de la **densidad de carga**.

La densidad de carga depende del número de dimensiones que son necesarias para describir el sistema continuo, y del sistema de coordenadas (rectangulares, cilíndricas o esféricas) que más se acomode a la forma del material.

$$\lambda = \frac{q}{L} = \frac{dq}{dx}$$

$$\sigma = \frac{q}{A} = \frac{dq}{dx\,dy}$$

$$\rho = \frac{q}{V} = \frac{dq}{dx\,dy\,dz}$$

BIBLIOGRAFÍA

Chang, Raymond
Química, 10ma edición

Young y Freedman
Fisica universitaria, 14va edición