ELECTROTECNIA GENERAL

Profesor Dr.
José-Andrés Sancho Llerandi

TEMA 1

ELECTROSTÁTICA

1.1. ESTRUCTURA DEL ÁTOMO

Los átomos[1] se componen de las siguientes partículas elementales:

- ☞ Electrones.
- ☞ Protones.
- ☞ Neutrones.

Agrupándose de la siguiente forma:

- ☞ *Núcleo* : Formado por protones y neutrones (10^{-14} m de diámetro).
- ☞ *Nube electrónica* : Formada por electrones (10^{-10} m de diámetro)

La masa del neutrón es aproximadamente igual a la masa del protón y 1836 veces mayor que la del electrón.

Cálculo de la masa de las partículas subatómicas.

[1] Según el modelo de Rutherford, el átomo está constituido por un núcleo muy pequeño (10^{-14} m) donde está concentrada la masa, con carga positiva, alrededor del cual están localizados los electrones. Estos tienen una masa 1836 veces menor que las partículas del núcleo. Este modelo planetario supone que el núcleo permanece en reposo y los electrones son los que giran alrededor de él describiendo órbitas circulares.
El modelo de Bohr se basa en el de Rutherford, del que fue discípulo, y consiste en un núcleo pesado alrededor del cual, giran los electrones. El modelo de Bohr dio la primera explicación satisfactoria de la estructura del átomo y fue mejorado por Sommerfeld y Wilson, entre otros. Pero debido a la dificultad que se encontraba de hacerlo compatible con los descubrimientos en espectroscopia, fue sustituido a partir de 1926 por el modelo mecano-cuántico.

Una molécula-gramo de hidrógeno consta de **$6{,}023.10^{23}$** partículas (Número de Avogadro[2])

Una molécula-gramo de hidrógeno tiene una masa de **1,008 g**

Por tanto la masa de un sólo átomo de hidrógeno valdrá:

$$\frac{1{,}008}{6{,}023.10^{23}} = 1{,}67.10^{-24}\ g$$

Como el átomo de hidrógeno está constituido por un solo protón y un solo electrón:

$$Masa\ del\ protón = Masa\ del\ neutrón = 1{,}67.10^{-27}\ kg$$

$$Masa\ del\ electrón = \frac{1{,}67.10^{-27}}{1836} = 9{,}10.10^{-31}\ kg$$

1.2 CONDUCTORES Y AISLADORES

Se define conductor un material en el que las cargas eléctricas son susceptibles de moverse libremente. Ahora bien, en electrostática se supone que las cargas se encuentran en equilibrio y por tanto están fijas en el espacio. Debido a esta circunstancia, en el interior de un conductor el campo es nulo y todos los puntos están al mismo potencial.

Los *conductores* permiten el paso de cargas eléctricas a través de ellos, mientras que los *aisladores* no lo permiten.

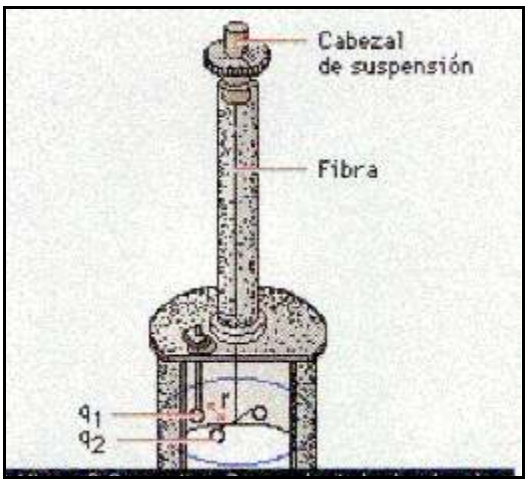
Los *metales* son buenos conductores, mientras que los *no metales* son aisladores.

En los metales hay abundancia de electrones libres, mientras que en los aisladores no existen estas cargas libres.

[2]Conde Amadeo Avogadro (Turín, 1776-Turín, 1856) Físico y químico italiano. En 1811 enunció una hipótesis, que luego fue denominada ley de Avogadro: *En las misma condiciones de volumen, presión y temperatura, todos los gases contienen el mismo número de moléculas*. En condiciones normales, una molécula-gramo (un mol) de cualquier gas ocupa un volumen de 22,414 litros y contiene $6{,}023.10^{23}$ moléculas.

1.3 LEY DE COULOMB

Dentro de los límites de precisión de sus medidas, Coulomb[3] demostró en 1785, que la fuerza de atracción o repulsión entre dos cuerpos cargados es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa:



Coulomb empleó una balanza de torsión para estudiar las fuerzas electrostáticas. Para ello cargó una esfera fija con una carga q_1 y otra esfera, situada en el extremo de una varilla colgada, con una carga q_2. La fuerza ejercida por q_1 sobre q_2 tuerce la varilla y la fibra de la que cuelga. Girando el cabezal de suspensión en sentido contrario se mantienen las esferas a la distancia original. La fuerza se mide por el ángulo que hay que girar el cabezal.

$$F \propto \frac{1}{r^2} \qquad (1.1)$$

Trabajos posteriores demostraron, que a una separación dada, la fuerza entre dos cuerpos cargados en reposo es proporcional al producto de sus cargas **q** y $\mathbf{q_1}$. Esto es:

$$F \propto \frac{q.q_1}{r^2} \qquad (1.2)$$

Para transformar la proporción (1.2) en igualdad, se multiplica por una constante **K**.

$$F = K.\frac{q.q_1}{r^2} \qquad (1.3)$$

[3]Charles Augustin de Coulomb (Angulema, 1736-París, 1806) Físico francés. Trabajó como ingeniero militar al servicio de Francia en las Indias Occidentales (actuales Antillas), pero se retiró a Blois (Francia) durante la Revolución Francesa para continuar con sus investigaciones en magnetismo, rozamiento y electricidad. Partiendo de los descubrimientos de Joseph Priesley sobre la electricidad, formuló la ley de las fuerzas electrostáticas, hoy llamada Ley de Coulomb. También descubrió que en un conductor cargado la carga se encuentra sobre su superficie. Halló la ley de las fuerzas magnéticas (también llamada Ley de Coulomb). En su honor, la unidad de carga eléctrica se denomina *culombio*.

Esta relación se conoce como "Ley de Coulomb", que se expresa de la siguiente forma: *"La fuerza de atracción o repulsión ejercida sobre un cuerpo cargado por otro, es directamente proporcional al producto de sus cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa".*

1.4 SISTEMAS DE UNIDADES.

1.4.1 Sistema electrostático.

$$F = K.\frac{q.q_1}{r^2} \quad (K = 1) \tag{1.4}$$

La Ley de Coulomb define la **unidad electrostática de carga** como: "*La carga que situada frente a otra igual, a la distancia de 1 cm, y en el vacío, la repele con la fuerza de 1 Dina".*

1.4.2 Sistema Internacional (S.I.).

La unidad de carga se denomina **culombio** y se define como: *"La carga que atraviesa por segundo una sección de un conductor en el que circula una corriente constante de un amperio".*

$$1\ culombio = 2{,}99790.10^9\ unidades\ electrostáticas\ de\ carga$$

Carga del electrón[4]:

$$e = 1{,}601864.10^{-19}\ culombios$$

El valor de **K** en el S.I., es:

$$K = 8{,}98742.10^9 \approx 9.10^9\ N.m^2.C^{-2}$$

Con objeto de hacer desaparecer el factor **4.π**, en las expresiones que resultan de la aplicación de la Ley de Coulomb, se usa:

[4] Weber (1871) y Stoney (1881) desarrollaron de forma teórica el concepto y valor para la carga eléctrica fundamental, la carga del electrón. Pero fue en 1897 cuando Thomson y Zeeman determinaron la razón de la carga a la masa del electrón. La primera medición de la carga aislada se debe a Millikan (experimento de la gota de aceite).

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi K}$$

Siendo ε_o la **permitividad** o **constante dieléctrica** del vacío o del aire[5].

En el Sistema Internacional, la permitividad se expresa en faradios por metro, **F.m^{-1}**.

La Ley de Coulomb en este caso, toma la forma:

$$F = \frac{1}{4.\pi.\varepsilon_o}.\frac{q.q_1}{r^2} \qquad (1.5)$$



Charles Augustin de Coulomb
(Angulema, 1736-París, 1806)

[5] En el vacío, el valor resulta ser de 8,854 × 10^{-12} F.m^{-1}