

La teoría electrónica

La historia de la electricidad tuvo su comienzo hace 2500 años, en lo que aparentemente sólo eran juegos recreativos de salón; nada de importancia le fue añadido hasta la era moderna. Ninguno de los griegos de aquella época (años 600 a. C. poco más o menos observaron que al filosofo Tales de Mileto atrayendo pajillas y papeles con una varilla de ámbar, que previamente había frotado con una tela pudo sospechar que la fuerza oculta existente en dicho sencillo experimento llegaría con el tiempo a ser la de mayor importancia para convertir al hombre en el dueño de la Tierra). Como el idioma griego la palabra ámbar es elektrón, no tuvo nada de extraño que para el físico inglés William Gilbert (1540-1603) le aplicara la palabra “elétrica” a los materiales que se encontró que se comportaran de forma similar ala ámbar.

Su gran tratado De magnete publicado en el 1600, en el cual usó términos tan modernos como fuerza eléctrica y atracción eléctrica, le conquistó el título de “padre de la electricidad”.

Durante más o menos los cien años posteriores, el progreso fue muy limitado consistiendo mayormente en la observación de fenómenos magnéticos y eléctricos aislados. En el 1660, Otto Von Guericke observó la luz y el sonido de las chispas eléctricas que se producían con una rudimentaria máquina generadora de electricidad por fricción construida por el mismo.

Años después el científico italiano Luigi Galvani (1737-1798) observó que cuando las ancas de las ranas con que experimentaba tocaban con 2 metales disímiles se sacudían bruscamente, lo que atribuyó (erróneamente) a la electricidad en los animales. También sir William Watson (1715-1787) mejoró el condensador de botellas de Leyden, para almacenar electricidad y formuló una de las primeras teorías acerca de ésta. Sus experimentos y teorías fueron similares a los de Benjamin Franklin (1706-1790), el estadista y científico norteamericano que comenzó sus experimentos en 1746. Franklin desarrolla un “condensador” práctico para almacenar electricidad estática y por primera vez identificó el rayo con la electricidad con su famoso experimento con una cometa en el 1752. También desarrollo una coherente teoría de fluido de electricidad, pero desafortunadamente se equivocó al conjeturar sobre la dirección del flujo de la corriente, que pensó que ocurría desde el terminal positivo de la fuente hacia su terminal negativo. Dicho error no fue descubierto hasta que se desarrolló la actual teoría electrónica y ya para entonces se había establecido la práctica convencional de describir el flujo de corriente, del

polo positivo al negativo. Sin embargo no es necesario adoptar esta dirección “convencional” para el flujo de la corriente basándonos en la anticuada teoría Frankliniana, si no por el contrario debemos ir directamente a la moderna teoría electrónica, que tan buen éxito ha tenido, para la aplicación de los fenómenos eléctricos y magnéticos.

Para entender la teoría electrónica debemos antes tener algún conocimiento de la estructura atómica de la materia.

Estructura atómica de la materia

Desde la época de los griegos, sé penso que toda la materia estaba compuesta por átomos (“átomo es la palabra griega para indivisible”) aunque la idea de aquellos sobre la naturaleza de las partículas “indivisibles” era bastante vaga. No fue hasta que el químico inglés John Dalton sugirió que toda materia podía ser descompuesta en sus componentes fundamentales o elementos, las partículas más pequeñas de los cuales llamo átomos. Hay en la actualidad 98 elementos conocidos, de los cuales 92 existen en la naturaleza y 6 son producidos artificialmente en los desintegradores atómicos. Puesto que hay 98 elementos tienen que haber 98 tipos de átomos. Por los trabajos de los científicos Niels Bohr, Lord Rutherford y otros se han comprobado que los átomos tienen una estructura compleja, que se asemeja en algo a un sistema solar en miniatura. De acuerdo con la teoría de Bohr, el átomo consiste en un núcleo central de carga positiva alrededor del cual giran en órbitas fijas, tal como los planetas alrededor del sol, diminutas partículas cargadas negativamente y se le denominan electrones. En cada tipo de átomo la carga negativa de todos los electrones orbitales justamente corresponde a la carga positiva del núcleo, haciendo de este modo la combinación eléctricamente neutral.

El núcleo positivamente cargado revela a su vez una estructura también compleja, pero para comprender la electricidad resulta adecuada una visión extraordinariamente más simplificada. De acuerdo con este concepto simplificado, el núcleo esta constituido por 2 partículas fundamentales conocidas como el protón y el neutrón. El protón es una partícula relativamente mas pesada (1840 veces mas pesada que el electrón) (+) mientras el neutrón, con casi igual masa, no tiene carga alguna.

La carga positiva en cada protón es igual a la carga negativa de cada electrón. Puesto que los átomos por lo común son eléctricamente neutrales, el numero de cargas positivas es igual al de las negativas; Esto es, el número de protones en el núcleo es el igual al de los electrones que giran

alrededor. Prácticamente todo el peso de átomo se debe a sus protones y neutrones pues el peso de los electrones orbitales que rodean al núcleo es insignificante en comparación.

La masa de los electrones es solamente unos 9.11×10^{-28} gramos, el protón es de aproximadamente solo 1,840 la referida masa además de ser más grande que el electrón tiene un diámetro aproximadamente 10^{-13} cm.

Tabla I

Partícula	Carga	Peso
Electrón	-1	1/1840
protón	+1	1
neutrón	0	1

Número atómico- Hemos visto que todos los átomos están constituidos por protones, neutrones y electrones. La diferencia entre los distintos elementos resulta del número y la disposición de los protones, neutrones y electrones que existen en sus átomos. Esas disposiciones son las que dan lugar al número atómico el cual debe de tener el mismo numero de protones en el núcleo y electrones que giran alrededor del núcleo.

Las órbitas de estos electrones están dispuestos en capas alrededor del núcleo y cada capa tiene una capacidad máxima de electrones siendo sucesivamente 2,8,18, y 32 electrones partiendo del núcleo y contando hacia el exterior, sin embargo la capa mas apartada del núcleo la mas exterior nunca contiene mas de 8 electrones. Es en esta órbita más exterior, la que determina la valencia química del átomo y sus principales características físicas.

Los electrones de las capas internas no pueden ser fácilmente desalojados de sus órbitas y por eso se dice que están atados al núcleo del átomo.

Peso atómico.- El peso de un átomo, llamado el peso atómico, de determina casi por completo por la suma del numero de protones y de neutrones de su núcleo esto no indica las onzas que cada átomo pesa si no que compara el peso de unos con el de otros él numero de neutrones de un átomo puede determinarse restando él numero atómico, igual al numero de protones, del peso atómico (igual al numero de protones + neutrones).

Tabla II

Propiedad atómica	Explicación
Atomo neutral	Numero de electrones = numero de protones
Numero atómico	Numero de electrones = numero de protones = al numero atómico
Peso atómico	Número de protones + él número de neutrones = al peso atómico
Numero de neutrones	Peso atómico – numero de atómico = al numero de neutrones

El átomo de hidrogeno tiene un solo protón en su núcleo (carga + 1) esta rodeado de un solitario electrón orbital (simbolizando como e-) y no tiene ningún neutrón tanto el peso atómico como su peso atómico son iguales a 1.

Moléculas.- Mientras los átomos son porciones más pequeñas en materia en cada elemento, es bueno tener en mente que la mayoría de las materias que existen en el mundo están compuestas de varios elementos, formados por la combinación de átomos diferentes. Estas combinaciones de átomos se llaman moléculas.

Iones e ionización

Un ión es un átomo o molécula que esta eléctricamente desequilibrado por la perdida o adquisición de uno o más electrones. Si se adquiere electrones es un ión negativo y si lo ha perdido positivo.

Las fuerzas eléctricas entre iones de signo opuesto son las responsables del aspecto sólido y consistente que ofrece un cristal de cloruro de sodio. La composición iónica de una gota de limón hace de ella un conductor de la corriente eléctrica, siendo los iones presentes en la disolución los portadores de carga y energía eléctricas. Los procesos químicos en los cuales las sustancias reaccionantes ceden o captan electrones implican la formación de iones o su neutralización. El enlace iónico, la electrólisis y los procesos de oxidación-reducción son algunos de los fenómenos naturales en los que los iones desempeñan el papel principal.

¿QUÉ SON LOS IONES?

Un ion es un átomo o grupo de átomos cargado eléctricamente. Un ion positivo es un catión y un ion negativo es un anión.

La formación de los iones a partir de los átomos es, en esencia, un proceso de pérdida o ganancia de electrones. Así, cuando un átomo como el de sodio (Na) pierde un electrón (e^-) se convierte en el catión Na^+ :

Si un átomo de oxígeno gana dos electrones se convierte en el anión O^{2-} :

Cuando un ion sencillo se une con moléculas neutras o con otro ion de signo opuesto que no compensa totalmente su carga, se forma un ion complejo. Tal es el hidrógeno con la molécula de amoníaco NH_3 :

o del ion hidronio formado por la unión del ion hidrógeno con la molécula de agua H_2O :

Aun cuando los iones proceden de los átomos son, desde un punto de vista químico, muy diferentes de ellos. Así, la sustancia sodio metálico, compuesta por átomos de sodio Na, reacciona enérgicamente con el agua, mientras que el ion sodio Na^+ no lo hace. Debido a las diferencias existentes en su configuración electrónica, átomos e iones suelen presentar diferencias notables en su capacidad para reaccionar químicamente con otras sustancias.

Electrones libres

Son los electrones que han sido desalojados de la capa exterior de un átomo se conocen como electrones libres. Pueden existir por si mismos en el exterior del átomo y son los causantes de los fenómenos eléctricos y electrónicos.

Conductores y aisladores.- Son los que poseen ciertos electrones libres capaces de pasar libremente de átomo a átomo. Los metales contienen gran cantidad de electrones libres capaces de producir corriente eléctrica que son los conductores. Los materiales no metálicos que contienen relativamente pocos electrones libres son denominados aisladores. Los materiales tienen cantidades intermedias de electrones libres disponibles son los semiconductores. Las sustancias pueden ser ordenadas en una serie de conductividad de acuerdo con el numero de relativo de electrones libres que contengan.

Corriente eléctrica.- Los electrones libres de los conductores están generalmente en un estado caótico moviéndose en todas direcciones posibles. Pero cuando la fuerza electromotriz (fem) como la que provee la batería se aplica a través de un conductor, los electrones libres son guiados ordenadamente de átomo a átomo del terminal negativo de la batería al terminal positivo a lo largo de un conductor.

Este movimiento ordenado de electrones libres originado por la aplicación de una fuerza electromotriz (o voltaje) constituye la corriente eléctrica.

Un alambre conductor en si, permanece eléctricamente neutral puesto a que sus átomos del mismo ni ganan ni pierden electrones. La explicación es por el terminal negativo de la batería entran electrones por un extremo del conductor y un número igual de electrones es entregado por el otro extremo del terminal positivo de la misma. Los electrones presentes en el conductor actúan solamente como transportadores de corriente que son constantemente sustituidos sin perderse en ninguno de los procesos.

Resistencia.- La corriente eléctrica es un flujo de electrones libres, los materiales que tienen un gran número de electrones libres disponibles que permiten una mayor fuerza electromotriz aplicada específica, de aquellos que solo tienen pocos electrones libres. La medida de la oposición al flujo de electrones libres en un material dado es la cantidad que se denominan resistividad. La resistencia al flujo de la corriente eléctrica de un material dado, con área y longitudes conocidas puede ser calculada en virtud de su resistividad. A semejanza de la fricción mecánica, la resistencia de un material genera energía en forma de calor debido a colisiones que ocurren entre los electrones libres y los átomos. A la inversa si un material de resistencia determinada es calentado las colisiones aumentan y la resistencia de flujo de la corriente eléctrica también aumenta.

Fuentes de electricidad

Un grupo de semiconductores (pn) unidos son los que convierten la energía directamente irradiada por el sol y eficientemente convertida en energía eléctrica. La forma más común para la batería solar consiste en celdas fotovoltaicas individuales de cristales de silicón, conectadas en serie y paralelamente para obtener los requeridos valores de corriente y voltaje en los terminales de carga.

Estas planchas fotovoltaicas son costosas y continuamente se realizan estudios para aminorar sus costos. Las baterías solares son el poder principal de energía en los satélites espaciales que permanecen largo

tiempo en la atmósfera. Aplicaciones terrestres se encuentran en lugares remotos donde no llega la electricidad o sería muy costoso.

La radiación solar se mide por su valor constante, o sea, la energía que cae en un centímetro cuadrado en su incidencia normal fuera de la atmósfera de la Tierra. Esta se mide como 1.95 calorías por minuto o 136 milivatios.

Aproximadamente una tercera parte de esa energía irradiada se pierde al atravesar la atmósfera, de manera tal que al mediodía en un día claro, cerca de 100 milivatios por centímetro cuadrado llegan a la superficie terrestre. (1 kw/m sq. O 1kw/yd sq.) . Dicho volumen es uno de considerable cantidad. La sección media de la tierra tiene 50 millones de millas cuadradas y el total de energía irradiada que alcanza la atmósfera es de 1.8×10^{17} watts.

El corazón de la batería solar es la unión "PN", formada cerca de la superficie frontal de un plato de silicón, uno de los elementos más comunes (vea fig.1). El silicón puro es combinado con trazas de arsénico en un semiconductor tipo-n, de manera tal que la corriente eléctrica sea llevada por los electrones liberados. Por cada átomo de arsénico añadido, un electrón (con carga negativa) se libera, moviéndose libremente tras el átomo de arsénico con carga positiva hacia la estructura de cristal. Por lo tanto, silicón tipo-n consisten de silicónes a los cuales se les ha añadido cantidad igual de electrones liberados con carga positiva, dando por consiguiente que no hay una carga neutra.

Al añadir trazas de elementos como el Boro, Aluminio o Galio, el silicón se podría crear como uno de tipo-p, de manera tal que la corriente eléctrica sea llevada por los huecos libremente. Como ejemplo, podríamos tomar el que por cada átomo de galio, que sea añadido, un hueco con carga positiva se desprende libremente y se mueve tras el átomo de galio con su carga negativa hacia la estructura de cristal. Por lo tanto, silicón tipo-p es el que se le ha añadido cantidades iguales de huecos con carga liberada positiva camino hacia la carga negativa, de manera que no haya una carga neutra.

Una interfase entre el silicón tipo-n y tipo-p se le conoce como una unión pn. Esta región contiene permanentemente una capa con carga bipolar con un alto campo eléctrico que fuerza cargas negativas móviles (electrones) hacia la izquierda, y cargas móviles positivas (huecos) hacia la derecha. Los huecos libres y los electrones libres tratan de entremezclarse como si fueran gases. Sin embargo, los huecos que entran en el silicón tipo-n desaparecen dejando una carga negativa a los átomos de galio. Los electrones que entraran al silicón tipo-p desaparecen y dejan una carga positiva del átomo de arsénico. Estas cargas fijas constituyen una barrera eléctrica o campo, que previene el que los demás huecos en el lado-p y los electrones del lado-n se mezclen. [X].

.Otra es la mecánica por fricción (electrostática) o por los movimientos relativos de un conductor con respecto a un campo magnético (electromagnetismo) otra es la vía química mediante la inserción de dos metales dímisiles en una solución conductora o electrolito, otra sería la fotoeléctrica por la acción de la luz al dejar caer sobre la superficie fotosensitiva, puede ser también termoeléctrica mediante el calentamiento de la unión de 2 metales dímisiles (par térmico) y la piezoeléctrica, por la presión mecánica aplicada a ciertos cristales como el cuarzo y sales de Rochelle.

Electroestática

Orígenes históricos de la electrostática.

En Grecia, hace unos 2500 años, se dieron cuenta de que al frotar el **ámbar** - una resina fósil de conífera- adquiría la propiedad de atraer pequeños objetos como pluma, hilos, etc.

Durante siglos, esta propiedad del ámbar, llamado en griego **electrón**, fue conocida sin que nadie le prestara demasiada atención. Hacia el siglo XVI, se fueron encontrando otros materiales que también gozaban de la misma propiedad que el ámbar y que fueron llamados **eléctricos**.

Charles Dufay (1678-1739) colgó una lámina de oro de un hilo de seda, tal como si fuera un péndulo. Cuando **Dufay** le acercaba un trozo de vidrio electrizado, la lámina era atraída. Sin embargo, encontró que si primero la tocaba con el vidrio y después le acercaba un trozo de ámbar electrizado, entonces la lámina era repelida.

Dufay experimentó con diversos materiales y encontró que todos se comportaban o bien como el ámbar, o bien como el vidrio, de lo cual infirió que había dos tipos de electricidad: la del vidrio (**electricidad vítrea**) y la del ámbar o resina (**electricidad resinosa**).

La ley de las cargas.

Hoy en día sabemos que los fenómenos eléctricos son debidos a la existencia de **cargas**. Además sabemos que hay dos clases de cargas. **Dos cargas de la misma clase se repelen y si son de diferente clase se atraen**. Por eso, para diferenciarlas, a un tipo de carga (vítrea) la llamamos

positiva y al otro (resinosa) **negativa**. Esto es una manera de hablar (un simple convenio), es decir, el signo de la carga no tiene ningún significado más allá que el de una simple etiqueta identificativa.

La ley de Coulomb.

Charles **Agoustin Coulomb** (1736-1806) fue el primero en tratar, en el año 1785, los fenómenos eléctricos desde un punto de vista cuantitativo.

Coulomb midió la fuerza que una esfera cargada ejerce sobre otra esfera también cargada mediante una **balanza de torsión** y después de numerosas experiencias encontró que:

La fuerza electrostática entre dos cargas es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

Matemáticamente se expresa como:

$$F = \frac{1}{4 \pi \epsilon} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$\frac{1}{4 \pi \epsilon}$$

Donde es la constante de proporcionalidad.

La fuerza electrostática depende del medio en que nos encontramos. Por eso, aparece en la constante la magnitud ϵ , llamada **constante de permisividad**, característica de cada uno de los medios.

La unidad de carga utilizada en el S.I. es el **culombio (C)**. Para hacerse una idea de lo que representa una carga de un culombio podemos indicar que en una tormenta se pone en juego una carga de unas pocas decenas de culombios.

Cuando la fuerza se mide en **newtons**, la distancia en metros y la carga en culombios, y la carga se encuentran en el vacío, la constante **toma el valor $9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$**

Propiedades eléctricas de la materia.

Electricidad y materia están relacionados

Un pensador griego conocido como **Demócrito de Abdera** (s. IV a.C.) creía que la materia estaba formada por partículas minúsculas e indivisibles que llamó átomos (indivisibles).

Sin embargo no fue hasta principios del siglo XIX cuando se empezó a hablar de que la materia estaba íntimamente relacionada con la electricidad, y todo gracias a los experimentos de **William Nicholson** (1735-1815) y **Anthony Carlisle** (1768-1840) y que en términos modernos conocemos como electrólisis del agua.

Es importante que reflexionemos un poco sobre qué representó este experimento en el conocimiento de la estructura de la materia. Por un lado, había suficientes razones experimentales para pensar que el agua estaba compuesta de oxígeno e hidrógeno. Por tanto, con la electrólisis, se había conseguido romper la molécula de agua. ¿Cuál era el agente capaz de hacer algo así?: La electricidad. Quedaba claro, por tanto, que **electricidad y materia estaban muy relacionadas.**

La estructura del átomo.

Para nuestros propósitos será suficiente acudir al modelo atómico de **Rutherford:**

Carga por frotamiento

Cuando frotamos un cuerpo contra otro algunos electrones son arrancados de la capa de valencia pudiendo intercambiarse entre los cuerpos que se frota y produciéndose un desequilibrio de cargas. El proceso se agudiza cuando uno de los materiales tiene cierta tendencia a captar electrones (**captador**) y el otro material a cederlos (**dador**), cargándose respectivamente negativa y positivamente cargados.

Carga por contacto

Cuando se pone en contacto un cuerpo cargado con otro que no lo está, las cargas del primero se reparten entre los dos. Esto sucede porque en el primer cuerpo las cargas están muy juntas, lo que equivale a decir que la fuerza electrostática - de repulsión, puesto que todas las cargas son del mismo signo- es muy grande. Una vez las cargas se han repartido entre los dos cuerpos, las fuerzas electrostáticas son más pequeñas.

Es importante aquí señalar que cuanto mayor sea el cuerpo con el que ponemos en contacto nuestro objeto cargado, mayor será la descarga. Si el objeto fuera tan grande como la Tierra ocurriría que el objeto inicialmente cargado se descargaría del todo. Por eso precisamente se le llama **descarga por conexión a tierra**.

Materiales conductores y aislantes.

En los materiales **conductores** los electrones de la última capa de los átomos tienen cierta movilidad. Es de esperar por tanto que los metales sean buenos conductores. Contrariamente en materiales como gomas y plásticos los electrones están fuertemente sujetos al núcleo y por tanto son conductores muy malos. Cuando un material conduce muy poco o nada en electricidad decimos que es un **aislante o dieléctrico**.

Algo característico de los **materiales dieléctricos** es que sus moléculas tienen la carga desigualmente repartidas, de forma que cada una tiene una parte positiva y otra negativa. Un ejemplo común es el agua. Como sabemos, la molécula de agua está constituida por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Los electrones tienen cierta tendencia a distribuirse más cerca del átomo de oxígeno (el más electronegativo) creándose lo que denominamos un **dipolo eléctrico**.

Veamos ahora otra interesante propiedad de los materiales dieléctricos. Supongamos que acercamos una varilla electrizada a un dieléctrico. Las moléculas del dieléctrico sufren una ordenación sin necesidad de ningún tipo de contacto. Siempre que la carga sea suficiente, todos los dipolos acabarán orientándose y todo el material se comporta como un dipolo **al nivel macroscópico**.

Campo Eléctrico.

Definición de campo eléctrico.

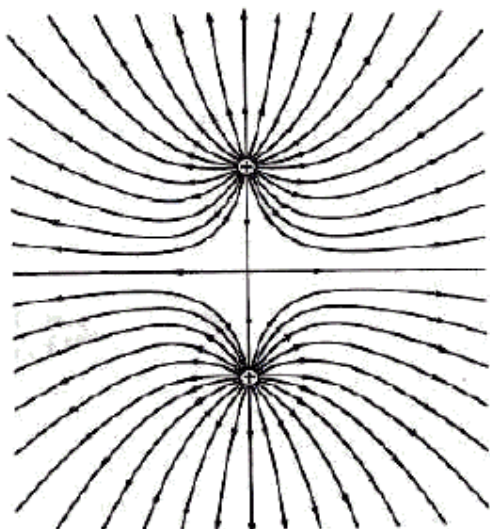
Supongamos dos cargas eléctricas situadas a una determinada distancia. Aunque entre ellas no exista más que el vacío, estas cargas interactúan, atrayéndose o repeliéndose mutuamente. Las fuerzas eléctricas, al igual que la fuerza gravitatoria, son un tipo de interacción que actúa a distancia, sin que haya nada de mediador.

No existe ningún físico que sepa por qué esto es así. Solamente tenemos la evidencia experimental de que las cosas suceden de esa manera. Sin embargo, resulta muy útil pensar que una de las cargas confiere alguna propiedad en el espacio que la rodea que se traduce en una repulsión o atracción sobre la otra carga. Si esto es así, incluso cuando la otra carga no esté allí, el lugar que ocuparía continúa manteniendo esta, digamos, "**anomalía**".

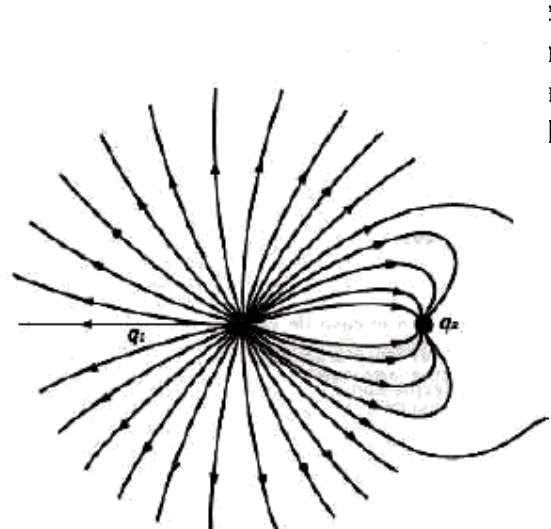
Decimos entonces que una carga genera un campo eléctrico \mathbf{E} sobre cada punto del espacio circundante. De hecho, cualquier campo eléctrico se extiende teóricamente hasta el infinito, pero cuanto más lejos están los puntos de la carga, más pequeño resulta el valor del campo, y en el infinito este vale exactamente cero. De todos modos, en la práctica, a una distancia relativamente corta, el campo es ya tan pequeño que podemos aproximarlo a cero. Recuerda por ejemplo, que para atraer papelitos con una regla electrificada es necesaria acercársela a éstos. Se define el vector intensidad de campo eléctrico;

como: $\mathbf{E} = \mathbf{F}/q$ y su unidad en el sistema internacional es de **Newton/Coulombio** [N/C]

Líneas de fuerza.



CAMPO CREADO POR CARGAS IGUALES POSITIVAS.



CAMPO CREADO POR DOS CARGAS: $q_1 = +3c$ y $q_2 = -2c$

El campo eléctrico como ejemplo de campo conservativo.

Energía potencial eléctrica.

Puesto que el campo eléctrico es un campo conservativo (**por las mismas razones que el campo gravitatorio**), podemos establecer que el trabajo realizado sobre una carga q que se mueve desde un punto **A** hasta un punto **B** dentro de un campo eléctrico creado por una carga Q sólo puede depender de las distancias radiales entre el centro de atracción y los puntos **A** y **B**. Dicho de otra manera, el trabajo W_{AB} realizado para ir desde un punto **A** hasta otro punto **B** tiene que ser igual a la diferencia de una magnitud escalar asociada a cada punto que denominamos energía potencial, de tal manera que se;

$$C: W_{AB} = U(r_A) - U(r_B)$$

Podemos calcular el trabajo realizado para ir desde un punto **A** hasta un punto **B** como la suma de los trabajos realizados al desplazarnos pequeñas cantidades a lo largo de la dirección radial. Si llevamos al límite esta suma, haciendo los desplazamientos tender a cero, podemos hacer el cálculo utilizando el concepto matemático de integral definida, que no es más que una suma continua de infinitos términos;

Comparando las dos expresiones anteriores, nos percatamos de que la expresión de la energía potencial de una carga q situada a una distancia r de una carga Q .

Con esta expresión, el cero de energía potencial se sitúa a una distancia arbitrariamente grande (infinita) de la carga Q .

Potencial eléctrico.

Al igual que definíamos el campo eléctrico en un punto como la fuerza eléctrica a la que estaría sometida una carga de prueba de 1 C situada en dicho punto, podemos definir el potencial eléctrico en un punto como la energía potencial eléctrica a la que estaría sometida una carga de prueba de 1 C . Matemáticamente, tenemos que el potencial eléctrico $V(r)$.

Podemos entender lo que esto significa definiendo la diferencia de potencial ($V_A - V_B$) entre los puntos **A** y **B** como el trabajo para llevar la unidad de carga desde **A** hasta **B**, es decir;

que se mide en **voltios**. Un voltio no es más que $1\text{J} / 1\text{C}$.
de donde podemos extraer el concepto más abstracto de potencial eléctrico en un punto **P** que no sería más que el trabajo para llevar una carga unidad desde el punto **P** hasta el infinito (**una distancia muy alejada de P**);

Y por tanto, el potencial en un punto es una magnitud que depende exclusivamente del campo en ese punto.

De la definición, podemos deducir que el trabajo realizado por el campo sobre una carga que va desde un punto A hasta un punto B es la carga multiplicada por la diferencia de potencial entre dichos puntos.

De la definición, podemos deducir que el trabajo realizado por el campo sobre una carga que va desde un punto A hasta un punto B es la carga multiplicada por la diferencia de potencial entre dichos puntos

Definición de electronvoltio.

El trabajo realizado por el campo eléctrico sobre un electrón sometido a una diferencia de potencial de **1 V** es obviamente

$$W = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1 \text{ V} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Esta cantidad de energía recibe el nombre de electronvoltio (eV).

Superficies equipotenciales.

Además de representar un campo por sus líneas de fuerza, es conveniente representar las superficies que unen los puntos en los que el potencial es el mismo. Alrededor de una carga puntual aislada, las superficies equipotenciales no son más que esferas centradas en dicha carga. Las superficies equipotenciales tienen que ser en todo momento perpendiculares a las líneas de fuerza. Esto puede verificarse, en general, de la siguiente manera. Consideremos dos puntos, muy cerca uno del otro, sobre la misma superficie equipotencial. Cuando desplazamos una partícula de uno de los puntos hasta el otro, el trabajo realizado por el campo sobre la partícula es cero. Esto se debe a que el trabajo es igual al cambio en la energía potencial. En este caso no hay cambio en la energía potencial debido a que los dos puntos tienen el mismo potencial eléctrico. El hecho de que el trabajo sea cero implica que la fuerza es perpendicular al desplazamiento. Por consiguiente la dirección del campo eléctrico es perpendicular a las superficies equipotenciales. Esto significa que si conocemos las líneas de fuerza, podemos fácilmente representar las superficies equipotenciales y viceversa.

Relación entre campo y potencial.

En general, podemos establecer, que la componente del campo en la dirección del desplazamiento es igual a la variación del potencial .

El vector campo va dirigido hacia puntos de potenciales decrecientes.

Si el potencial permanece constante en una dirección, la componente del campo en dicha dirección se anula. Aplicaciones.

Las aplicaciones tecnológicas de este sistema físico de dos placas cargadas son dos básicamente: los condensadores y los tubos de rayos catódicos.

Un condensador se construye básicamente introduciendo un dieléctrico (material aislante entre las dos placas cargadas). Este dispositivo situado en un circuito eléctrico permiten por ejemplo rectificar una corriente alterna suavizándola hasta que casi se convierta en corriente continua o como sintonizadores en radios por ejemplo.

Los tubos de rayos catódicos se usan para enfocar haces de electrones en una pantalla y generar una imagen, tal y como ocurre en un osciloscopio.

Se crea una diferencia de potencial muy grande (del orden de 20,000 V) entre dos electrodos. Desde el cátodo (electrodo negativo) son acelerados electrones (que se desprenden por calentamiento) por el campo intenso creado, atravesando por un pequeño orificio del ánodo (electrodo positivo) y originándose un haz colimado de electrones que es desviado por el campo eléctrico creado entre dos placas. Variando este último campo eléctrico se consigue desviar el haz a voluntad. Teniendo en cuenta que la variación del campo se puede realizar de una forma muy rápida (de hasta varios miles de veces por segundo), si colocamos una pantalla donde incide el haz de electrones es fácil crear una imagen. Esta es la base del funcionamiento de la televisión, aunque en este caso se usa un campo magnético y no eléctrico para desviar el haz.

Fuentes de corriente eléctrica

Una eléctrica consiste en cargas (electrones) en movimiento. La fem. Se produce por un flujo de electrones libres a través de un conductor es la repulsión de los mismos por cargas negativas.

De aquí que el flujo de electrones siempre que tiene lugar desde una fuente cargada negativamente hacia un sumidero cargado positivamente.

La mayoría de las sustancias son neutrales eléctricamente puesto a que las cargas positivas y negativas dentro de sus átomos están balanceados y se

requiere realizar previamente cierta cantidad de trabajo para separar o desplazar las cargas eléctricas de modo de crear un exceso de electrones (carga eléctrica negativa) en una fuente de corriente eléctrica y una deficiencia de electrones (carga positiva).

Un trabajo realizado para crear una deficiencia de potencial entre una fuente de corriente y un sumidero provee la fuerza electromotriz que causa un flujo de electrones libres. Los electrones al fluir a través de un conductor devuelven el trabajo ya sea calentado al mismo o haciendo labores útiles en una carga además el flujo de las cargas entre las fuentes y el sumidero compensa el desequilibrio entre las cargas y la corriente cesa con el tiempo a menos que la diferencia de potencial o fem. Sea mantenida de algún modo.

Puesto que toda la materia es esencialmente eléctrica una diferencia de potencial o fem. que sirva como fuente de una corriente eléctrica puede obtenerse de muchos modos diferentes.

Electricidad producida por calor. Fotovoltaica: Se llama "fotovoltaica" la energía solar aprovechada por medio de celdas fotoeléctricas, capaces de convertir la luz en un potencial eléctrico, sin pasar por un efecto térmico. El calor se logra mediante los colectores térmicos, y la electricidad, a través de los llamados módulos fotovoltaicos

Electricidad fotovoltaica

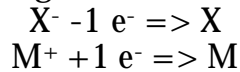
Las células solares hechas con obleas finas de silicio, arseniuro de galio u otro material semiconductor en estado cristalino, convierten la radiación en electricidad de forma directa. Ahora se dispone de células con eficiencias de conversión superiores al 30%. Por medio de la conexión de muchas de estas células en módulos, el coste de la electricidad fotovoltaica se ha reducido mucho. El uso actual de las células solares se limita a dispositivos de baja potencia, remotos y sin mantenimiento, como boyas y equipamiento de naves espaciales.

Producida por el aumento de la temperatura de los objetos. Como sabemos, los cuerpos están formados por moléculas y éstas están en constante movimiento. Cuando aceleramos este movimiento se origina mayor temperatura y al haber mayor temperatura hay energía calorífica. Esto es lo que sucede cuando calentamos agua hasta hervir y se produce gran cantidad de vapor.

Una fuente natural de calor es el Sol, y numerosas investigaciones descubrieron cómo se podría aprovechar la luz del sol para producir calor durante la noche e inclusive electricidad.

Reacción producida por una corriente eléctrica

Al introducir los polos (electrodos) de una corriente continua, los iones emigran hacia ellos y se descargan.



En este proceso llamado electrólisis, se han separado los elementos del compuesto y el circuito eléctrico ha quedado cerrado.

B) Electricidad producida por una reacción química

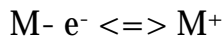
Las ecuaciones químicas de oxidación reducción pueden desdoblarse en 2 procesos separados (Semi Reacciones)

En uno hay un desprendimiento de electrones (Oxidación) y en el otro absorción de electrones (Reducción).

El proceso puede realizarse por separado.

Si los electrones se desprenden sobre un metal (Conductor) Que este unido en el otro extremo a la semi-reaccion de reducción, se habrá producido una corriente eléctrica. Se ha formado una pila voltaica.

Entre un metal (electrodo) y sus iones existe el equilibrio.



Los trabajos de Nernst (1889) Permitieron medir el potencial de electrodo, creado por el equilibrio anterior , al referirlo al potencial standard o normal del electrodo de hidrogeno que por convención es igual a cero , a cualquier temperatura.

La fuerza electromotriz de la pila es igual a el potencial del electrodo positivo menos el del electrodo negativo.

La electroquímica es el estudio de los electrolitos, soluciones y los cambios químicos asociados con los electrodos que están sumergidos en la solución.

Todas las reacciones químicas son eléctricas a nivel atómico.

Un físico llamado Luigi Galvani descubrió en 1791 la electricidad animal en el nervio de la pierna de una rana, El creyó que esa energía solo se encontraba en tejido vivo, pero Alejandro Volta descubrió en 1800 que este tipo de energía también se podía almacenar en otros elementos mas simples usando placas de metales diferentes puestas en contacto con papel mojado,

Volta construyo la primer batería, que consistía en varias placas de plata, zinc y una solución de sal.

Después es mismo año se utilizo una batería compuesta de hidrogeno y oxigeno.

Humphry Davy uso una pila similar para separar el sodio y el potasio de sus hidróxidos.

La Reacción Electroquímica

Cuando un electrolito se disuelve en agua, la solución conduce la electricidad. La conductividad de la sustancia es explicada en términos de 3 procesos.

1º La carga es transferida a través de la solución por la migración de los iones positivos hacia el cátodo y de los iones negativos hacia el ánodo.

2º La reacción ocurre en el electrodo negativo (ánodo), lo que permite que los electrones fluyan en el electrodo desde una fuente externa y que sean consumidos allí.

3º La reacción que ocurre en el electrodo positivo (cátodo) produce electrones que pueden fluir hacia otro circuito externo.

La electroquímica no solo se limita a las soluciones acuosas, algunas sales como el cloruro de sodio puede servir como un electrolito si se ponen un par de electrodos sobre el.

En cualquier proceso electroquímico se necesita una corriente eléctrica, que puede ser producida por una pila fotovoltaica o por cualquier otro tipo de fuente de energía eléctrica que se encuentre disponible

El proceso de la electrólisis se divide en 2 tipos de reacciones, de las cuales una siempre es de oxidación en la cual se pierden electrones y la otra de reducción, en la cual se ganan los electrones perdidos en la reacción de oxidación.

Los Métodos Modernos

Cuando 2 electrodos que están separados conducen la electricidad por medio de un líquido, la composición química de este elemento puede ser determinada por la medida de uno de los parámetros establecidos por una constante química

El potencial eléctrico de una sustancia (Voltaje) puede ser medido con un aparato llamado voltímetro, La carga transferida por cada segundo también puede ser medida, en la actualidad se usan métodos como lo son la coulometria, potentiometria, amperometria, y electrólisis.

Electrólisis:

Es todo cambio químico provocado por el paso de electricidad a través de la disolución de un electrolito. En la electrólisis tienen lugar dos tipos de fenómenos claramente diferenciados: el transporte de la carga eléctrica a través de la disolución y la descarga de los iones portadores de la carga en los electrodos. Este segundo fenómeno es propiamente el electroquímico.

Descomposición de una sustancia en disolución o fundida llamada electrolito, por el paso de una corriente eléctrica; el electrodo de entrada de los electrones es el cátodo que atrae a los iones positivos del electrolito, mientras que el ánodo o electrodo de salida atrae a los iones negativos como los de los metaloides y radicales de valencia negativa.

El paso de la corriente por un electrolito de cobre, cinc, níquel, plata, plomo, etc.

Hace que el metal se deposite en el cátodo el metal puro; esto es en esencia la galvanoplastia.

La electrólisis se utiliza dentro de la electroquímica para la extracción de metales puros para la rama industrial.

Generación de corriente eléctrica

Todo dispositivo que mediante una reacción química genera una diferencia de potencial es una pila electroquímica. El proceso que realiza una pila es el inverso de la electrólisis. Si se dispone de una célula electroquímica en que tiene lugar la electrólisis del ácido clorhídrico en electrodos de platino, en contacto con gas cloro el ánodo, se obtendrá gas hidrógeno el cátodo, y con gas cloro el ánodo, se obtendrá gas hidrógeno y gas cloro como productos de este proceso.

Electroquímica

Electroquímica, parte de la ciencia química que reparte con la interrelación de corrientes eléctricas, o voltajes y reacciones químicas, y con la conversión mutua de energía química y eléctrica. En el sentido más ancho, electroquímica es el estudio de las reacciones químicas que producen efectos eléctricos y de los fenómenos químicos que son ocasionados por la acción de corrientes o los voltajes.

Pila Voltaica: Una Pila Química

Una pila voltaica enjaeza el trabajo eléctrico de una reacción química espontánea para puentear un foco. Las fajas de cobre y zinc actúan como electrodos y el puente de sal (en este caso cloruro de potasio) permite fluir a los electrones entre las cubetas sin permitir la mezcla de las soluciones. Cuando el circuito que une los dos sistemas se completa (como se muestra en el lado derecho), la reacción genera corriente eléctrica. Note que el metal de la faja de zinc se agota (oxidación) y la faja aparece consumida. La faja de cobre se construye mientras los electrones adicionales reaccionan con la solución de sulfato de cobre para producir metal adicional (reducción). Reemplazar el foco con una pila deberá regresar la reacción, creando una celda electrolítica.

La mayoría de los compuestos químicos inorgánicos y algunos orgánicos, cuando

están en un estado fundido o cuando se disuelven en agua u otros líquidos, se ionizan; lo cual es, que sus moléculas son dissociadas en componentes positiva y negativamente cargados, lo cual tiene la propiedad de conducir una corriente eléctrica. Si un par de electrodos se ponen en una solución de un electrolito, o un compuesto ionizable, y una fuente de corriente directa se conecta entre ellos, los iones positivos en la solución se mueven hacia el

electrodo negativo y los iones negativos hacia los positivos. Para alcanzar los electrodos, los iones pueden ganar o perder electrones y se transforman en moléculas o átomos neutros, la naturaleza de las reacciones de un electrodo dependen de la diferencia potencial, o el voltaje, aplicado.

La acción de una corriente sobre un electrolito puede entenderse por medio de un ejemplo simple. Si el sulfato de cobre de sal se disuelve en la agua, se disocia en iones positivos de cobre e iones negativos de sulfato. Cuando una diferencia potencial se aplica a los electrodos, los iones de cobre se mueven al electrodo negativo, se descargan y se depositan sobre el electrodo como un cobre metálico. Los iones de sulfato, cuando se descargan en el electrodo positivo, son inestables y combinados con el agua de la solución para formar ácido sulfúrico y oxígeno. La tal descomposición ocasionada por una corriente eléctrica se llama el **electrólisis**.

En todos los casos, la cantidad de material evolucionaba en cada electrodo cuando la corriente se pasa mediante un electrolito sigue una ley descubierta por el físico y químico Británico Miguel Faraday. Esta ley afirma que la cantidad de material transformada en cada electrodo es proporcional a la cantidad de electricidad transferida mediante el electrolito; y que el peso de los elementos transformados es proporcional a los pesos equivalentes de los elementos, que es, a los pesos atómicos de los elementos divididos por sus valencias.

Todos los cambios químicos involucran un reagrupamiento o reajuste de los electrones en las sustancias reaccionantes; de aquí en adelante todos los cambios pueden denominarse como eléctricos por su comportamiento. Para producir una corriente eléctrica desde una reacción química, es necesario para tener una sustancia reducible, que es, una sustancia que puede ganar electrones fácilmente; y una sustancia oxidable, una que pueda ceder electrones fácilmente. Una reacción de este tipo puede entenderse desde la operación de un tipo simple de celda electroquímica, o pila. Si una varilla de zinc se pone en una solución diluida de ácido sulfúrico, el zinc, que se oxida fácilmente, perderá electrones, y los iones positivos de zinc se liberarán en la solución. Los electrones libres permanecen en la varilla de zinc. Si la varilla se conecta mediante un conductor a un electrodo metal - inerte que se pone en la solución ácida sulfúrica, los electrones fluirán alrededor de este circuito en la solución, donde ellos se tomarán arriba por los iones positivos de hidrógeno del ácido diluido. La combinación de los electrones y los iones produce el gas de hidrógeno, que aparece como burbujas sobre la superficie del electrodo. La reacción de la varilla de zinc y ácido sulfúrico produce una corriente en el circuito externo. Una pila electroquímica de este tipo es conocida como una pila primaria, o pila voltaica.

En el acumulador o pila de almacenaje, usualmente conocido como una celda secundaria, la energía eléctrica alimenta a la célula desde la fuente externa y Almacenada dentro de en forma de la energía química. La reacción química de una celda secundaria es reversible, procediendo en una de dirección cuando la célula esta siendo cargada, y en la dirección opuesta esta siendo descargada. Porque la reacción es de este tipo, una celda secundaria puede despedirse una vez y otra.