

Electricidad, conceptos básicos

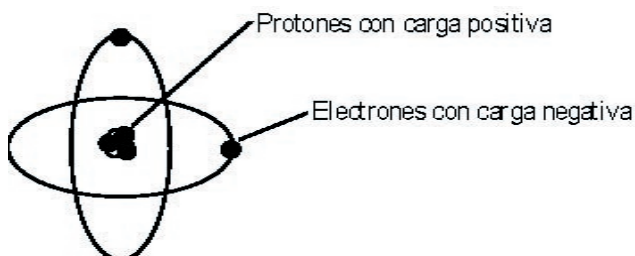
Sabemos que el electrón posee “algo” contrario a lo que encontramos en el protón. Parece que ese “algo” que tiene el electrón complementa el “algo” que tiene el protón, de modo que ambos se atraen. Se ha acordado llamar a ese “algo” con el nombre de carga eléctrica, o electricidad, y para diferenciar la carga de uno de la carga del otro, ya que son de naturalezas diferentes, por convención se llama a la carga del electrón negativa, representándola con un (-), y a la carga del protón positiva, representándola por un (+).

Aunque el electrón es de menor tamaño que el protón, la cantidad de electricidad que poseen es la misma, si bien de polaridad opuesta. Así, la carga de un protón es la misma que la de un electrón. Esta carga es medida en una unidad denominada Coulomb, que se abrevia con la letra C, y que para el caso de los protones y electrones vale:

$$e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

Este valor es muy importante, pues se trata de la menor carga eléctrica que puede existir. Este valor se denomina carga elemental.

En condiciones normales las cargas de los electrones y de los protones no se manifiestan en los objetos. Si todas las cargas eléctricas de los protones y electrones existentes en los objetos pudieran manifestarse, el efecto sería terrible, pues cada cuerpo estaría



tan cargado que un simple contacto o la aproximación, provocaría descargas de millones de voltios. Felizmente para nosotros, la mayor parte del tiempo los objetos permanecen neutros.

En los átomos, la cantidad de electrones es igual a la de los protones, de modo que las cargas se equilibran. Cada electrón se encarga de “neutralizar” la acción de un protón y viceversa.

En la materia neutra la cantidad de electrones es igual a la de los protones.

Bajo ciertas condiciones este equilibrio se puede romper, y cuando esto ocurre, la electricidad que existe en las dos partículas indicadas se puede manifestar. No podemos arrancar protones de un átomo sin alterar su naturaleza, pero sí es posible arrancar o agregar electrones a un átomo, y entonces éste pasará a tener falta o exceso de electrones.

Todos los fenómenos de naturaleza eléctrica consisten en el movimiento de los electrones.

Tenemos dos posibilidades de “generar” electricidad en un cuerpo:

Podemos retirar algunos electrones de sus átomos, y en este caso los protones predominarán con sus cargas positivas; diremos entonces que el cuerpo que posee falta de electrones estará con una carga eléctrica positiva. Y podemos agregar algunos electrones a un cuerpo, en este caso sus cargas eléctricas negativas predominarán. Diremos entonces que este cuerpo se encuentra cargado con una carga eléctrica negativa.

Manifestaciones de la electricidad

La principal propiedad que manifiestan las cargas y que debe ser considerada en estos fenómenos que estudiamos es la siguiente:

“Cargas del mismo signo se repelen, mientras que las cargas de signo opuesto se atraen”.

Si colocamos un cuerpo con falta de electrones en las cercanías de un cuerpo que los tenga en exceso, puede manifestarse entre ambos una fuerza en el

sentido del movimiento de los electrones, de aquel que los tienen en exceso hacia el que le faltan. Si la fuerza es lo bastante fuerte, los electrones pueden “saltar” de un cuerpo al otro, en forma de una chispa, conforme muestra la figura:



Un caso importante en que este fenómeno ocurre de manera natural es durante las tempestades. La fricción de las pequeñas gotas de agua, que se condensan en las nubes, puede arrancar electrones de unas que serán transferidos a otras, o bien quedarán en tierra. En estas condiciones, las nubes que se forman pueden contener enormes cantidades de cargas eléctricas, que se localizan de diversas formas en su interior. Unas regiones de la nube pueden ser positivas, mientras que otras pueden ser negativas. Cuando las cargas se vuelven lo bastante grandes para que las fuerzas participantes no puedan mantenerlas más, pueden ocurrir movimientos de electrones, que tienen como resultado enormes chispas, que conocemos como “rayos”.

Si un cuerpo permite que las cargas se muevan en su interior, éstas tienden a distribuirse de un modo determinado. En un cuerpo que presente una curvatura uniforme, como por ejemplo una esfera, la distribución será uniforme. Pero si el cuerpo presenta una región más “curvada” o una punta, las cargas tienden a acumularse en ese lugar. Si la cantidad de cargas fuera muy grande, y hubiera una punta bien aguda, las cargas hasta pueden “fugarse” por ellas.

En un cuerpo cargado negativamente, la fuga será representada por electrones que escapan al aire. En un cuerpo cargado positivamente, la fuga es representada por electrones que entran por la punta, retirados de los átomos del propio aire y que van a neutralizar los átomos que tienen falta de ellos. Basado en esto Benjamín Franklin tuvo la idea de proteger los lugares por donde las descargas eléctricas naturales podrían pasar y causar daños e inventó el pararrayos

Los tres procesos de electrización de los cuerpos son:

a) por fricción.

Como cuando se frota un peine con un trozo de tejido.

b) por contacto

Cuando un cuerpo cargado hace contacto con otro que no lo esté.

c) por inducción

Por aproximación de un cuerpo cargado con otro que no lo esté.

LEY DE COULOMB: La fuerza de atracción o repulsión entre dos cargas eléctricas es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

Conductores y aislantes

El pasaje de electrones de un cuerpo a otro, cuando puede ser establecido, tiene mucha importancia en nuestro estudio, pues es lo que puede llevar energía de un punto a otro, permitiendo así la aplicación práctica de la electricidad. Lo importante para nosotros es saber que las cargas eléctricas constituídas por los electrones, pueden no sólo saltar de un cuerpo a otro en forma de chispas, como vimos en el caso del rayo, sino también moverse a través de ciertos materiales, como en el caso del cable, utilizado en el pararrayos.

Mientras tanto, existen también cuerpos en que la electricidad queda “atrapada”, como en el caso del peine frotado, en que los electrones ganados se mantienen en la posición en que son colocados, o la falta de electrones permanece en el lugar de donde fueron retirados.

El movimiento de electrones en un cuerpo es posible si tienen una cierta libertad en el interior del material que lo constituye. Es importante saber que existen tipos de materiales en los que las cargas no se pueden mover, que son denominados aislantes y materiales en los que las cargas se mueven con facilidad,

que son denominados conductores.

Conductores son materiales en los que las cargas eléctricas se pueden mover con facilidad.

Aislantes son materiales en los que las cargas no tienen movimiento libre.

Existen materiales en que los elementos están firmemente unidos a los átomos y existe mucha dificultad para que ocurra un movimiento de cargas. Si sacamos un electrón de un lugar, este lugar quedará libre, pues aunque el cuerpo posee otros electrones disponibles, esos no pueden ocupar el lugar vacío. Del mismo modo, si agregamos un electrón al material, se quedará en ese lugar, pues no tiene facilidad para moverse. Por otro lado, existen materiales en los que los electrones son libres y pueden moverse con mucha facilidad en su interior. Eso ocurre, por ejemplo, en los metales.

Solamente los electrones pueden moverse. Cuando hablamos de cargas positivas, recordemos que los protones están fijos en el núcleo e imposibilitados para moverse y razonamos diciendo que las lagunas o espacios vacíos son los que se mueven.

Entre los materiales considerados aislantes, en que los electrones tienen grandes dificultades para moverse, tenemos: el vidrio, el papel seco, el plástico, la mica, la porcelana, la cerámica, etc. Entre los materiales considerados conductores tenemos: los metales, el grafito, etc.

TIPOS DE CONDUCTORES:

a) Sólidos.

Los materiales sólidos que conducen la electricidad, es decir, en los que las cargas se pueden mover, son los metales y el grafito.

b) líquidos.

Determinados líquidos también permiten que las cargas eléctricas se muevan. Estas cargas, en verdad, se mueven junto al propio átomo que puede “nadar”, por así decirlo, desplazándose en el medio líquido. Estos átomos, que pueden tener falta o exceso de electrones y que se desplazan en un medio líquido, son denominados “iones” (que en griego quiere decir caminantes). Los iones positivos son llamados “cationes” y los negativos “aniones”.

El agua pura, formada exclusivamente por moléculas del tipo H_2O (agua destilada) es un aislante excelente. Las cargas eléctricas no se mueven a través de ella. Sin embargo, si disolvemos en esta agua una sustancia como la sal de cocina, que está formada por átomos de cloro y sodio ($NaCl$), las partículas de sodio y cloro se disocian, en aniones de cloro (Cl^-) y cationes de sodio (Na^+). Con esto los aniones y cationes existentes en solución pueden servir de “medio de transporte” para las cargas eléctricas, y el agua en estas condiciones se vuelve conductora.

c) gaseosos

Los gases, en condiciones normales, o sea neutros, son excelentes aislantes, y no permiten que las cargas eléctricas se muevan con facilidad. Pero si, por medio de una buena cantidad de energía conseguimos arrancar electrones de los gases, de modo que pasen a quedar en un estado de electrización denominado “ionización”, entonces se convierten en excelentes conductores.

En los gases ionizados ocurren fenómenos interesantes, como por ejemplo la emisión de luz, lo que es aprovechado para la fabricación de las lámparas fluorescentes. El aire que es aislante en condiciones normales, se vuelve conductor por acción de una descarga fuerte como la producida por el rayo, que entonces puede atravesarlo con facilidad.

Campo eléctrico.

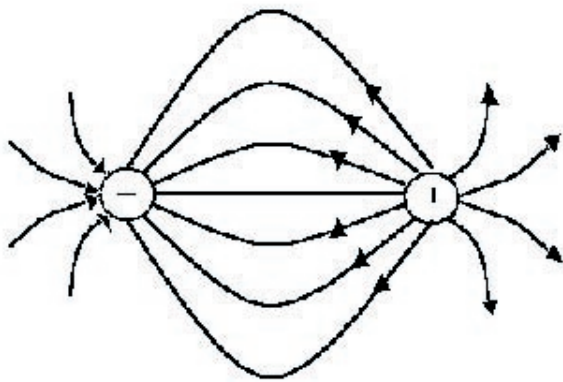
El concepto de carga eléctrica se ha establecido como una especie de porción de electricidad capaz de ejercer una influencia en otras porciones que existan en su proximidad. La región que rodea una carga es, por tanto, donde se manifiestan las fuerzas eléctricas; esta región se llama campo eléctrico.

Intensidad del campo eléctrico.

La intensidad del campo eléctrico en un punto se define como la fuerza que recibe la unidad de fuerza positiva colocada en el punto considerado, esta magnitud es vectorial. Al considerar la intensidad del campo

en diferentes puntos en el campo eléctrico de un cuerpo cargado, se sugiere el concepto de líneas de fuerza para representar esa cantidad. Una línea de fuerza es el camino que toma una carga positiva libre, y se acostumbra imaginar que las líneas de fuerza salen de las cargas positivas y entran en las negativas, pues una carga positiva es rechazada por las positivas y atraída por las negativas.

El valor de la intensidad de campo eléctrico en un punto dado se representa por la concentración de líneas de fuerza en ese lugar, medido por el número de líneas atravesando perpendicularmente a la unidad de área.



Líneas eléctricas de fuerza

POTENCIAL ELECTRICICO

Un término común en el lenguaje eléctrico es el de potencial. A menudo se oye decir que algún conductor se encuentra a alto potencial y que es peligroso acercarse a él; a veces al alto potencial se le llama alto voltaje.

¿Qué es lo que esto significa y porqué es importante el voltaje?. En todo caso, ¿Qué es el voltaje?.

Las respuestas a estas preguntas son bien definidas una vez que se ha establecido el concepto de carga eléctrica. Como una carga positiva, por ejemplo, ejerce una fuerza atractiva sobre una negativa, debe ejercerse otra fuerza para separarlas y entonces debe darse trabajo, porque siempre ha de darse trabajo cuando un cuerpo se mueve en la misma dirección que la fuerza aplicada. Análogamente, debe darse trabajo para

reunir a dos cargas del mismo signo, lo que equivale a decir que la energía potencial eléctrica se encuentra involucrada. Específicamente, cuando una carga positiva se aleja de una carga estacionaria negativa, o de un cuerpo con carga negativa, debe suministrarse trabajo; entonces se dice que la carga positiva que se aleja adquiere energía potencial. Esta energía es capaz de hacer retroceder a la carga negativa, si ésta se libera, justamente como un libro no sostenido es capaz de caer al suelo, bajo la acción de la gravedad.

En los alrededores de un cuerpo cargado positivamente debe suministrarse trabajo a una carga positiva, o a un cuerpo positivamente cargado, para moverlo de un punto a otro punto más cerca de la carga positiva. Esto se describe diciendo que aquellos puntos que están en la vecindad de una carga positiva se encuentran relativamente a alto potencial. La unidad en que se mide la diferencia de potencial es el volt y se define como la diferencia de potencial si se necesita un joule de trabajo para mover la carga de un coulomb.

Resistencia eléctrica.

Si tenemos una fuente cualquiera de energía eléctrica capaz de proporcionar cargas en cantidades ilimitadas, la unión con un alambre conductor entre los polos de la fuente hace que la corriente pueda fluir. La intensidad de la corriente que va a fluir, es decir el número de amperes no depende sólo de la tensión de la fuente sino también de las características del conductor.

Ya estudiamos que los materiales se comportan de modo diferente en relación a la transmisión de cargas. No existen conductores perfectos. Y además el alambre conductor puede ser fino o grueso, largo o corto. Si el alambre fuera fino y largo, de material mal conductor de la electricidad, el flujo será muy pequeño. La corriente encontrará una gran resistencia u oposición a su circulación. Si el alambre fuera de un buen material conductor, corto y grueso, la oposición al pasaje de corriente será mínima y la corriente intensa.

El efecto general de un alambre que es recorrido por una corriente, o de un cuerpo cualquiera, se denomina “resistencia eléctrica”. Se podría definir la resistencia eléctrica como “una oposición al pasaje de la corriente”.

Unidad de resistencia.

Si conectamos un conductor a un generador o pila u otra fuente de energía que establezca una tensión de 1 volt y verificamos que es recorrido por una corriente de 1 ampere de intensidad, podemos decir entonces que el conductor presenta una resistencia de 1 ohm. El ohm, abreviado Ω es la unidad de resistencia. La letra griega omega mayúscula se utiliza para la abreviatura.

Efecto térmico de la corriente.

Los conductores pueden considerarse como resistencias de valores muy bajos, ya que no existen conductores perfectos. Una resistencia de alguna fracción de ohm puede obtenerse cortando un trozo de conductor de largo y espesor determinados. Para una resistencia mayor, digamos de 1,000 ó 10,000 ohms necesitamos ya un componente específico pues el alambre empleado para eso tendría una longitud prácticamente imposible.

La energía eléctrica puede convertirse en energía térmica, o sea, en calor. El efecto térmico de la corriente eléctrica tiene una utilidad práctica muy grande, por la cantidad de aparatos eléctricos que podemos construir. Cuando una corriente eléctrica encuentra oposición a su pasaje, el esfuerzo que tiene que efectuar para poder pasar, se convierte en calor. Los portadores de carga que forman la corriente eléctrica chocan con los átomos del material conductor aumentando su agitación y, por consiguiente, su temperatura.

Podemos sacar en conclusión que en todo medio que presenta una cierta resistencia al pasaje de una corriente, siempre hay producción de calor.

La cantidad de energía que se convierte en calor en cada segundo en una resistencia, se mide en watts (W). El watt puede usarse también para medir otros tipos de potencia. Podemos usar el watt para medir la potencia de un motor, la potencia de un amplificador, la potencia de una lámpara eléctrica, etc.

Si una carga q (en coulombs) se traslada a través de una sección transversal dada de un alambre en un tiempo t, entonces la corriente a través del alambre es:

$$I = \frac{q}{t}$$

Aquí, q está en coulombs, t en segundos, e I en amperes. Recuerdese que:

$$1 \text{ A (un ampere)} = \frac{1 \text{ coulomb}}{\text{segundo}}$$

Para calcular la resistencia se emplea la fórmula:

$$R \text{ (resistencia)} = \frac{V \text{ (dif. de potencial)}}{I \text{ (corriente)}}$$

PROBLEMA 1.

Una corriente continua de 0.5 A fluye por un alambre. ¿Cuánta carga pasa a través del alambre en un minuto ?

$$\begin{aligned} I &= q/t \\ q &= It \\ q &= (0.5 \text{ A}) (60 \text{ s}) \\ q &= 30 \text{ coulombs.} \end{aligned}$$

PROBLEMA 2.

¿ Cuántos electrones fluyen a través de un foco cada segundo si la corriente en ésta es de 0.75 A ?

Dado que $I=q/t$, la carga que fluye a través del foco en 1 segundo es

$$q = It = (0.75 \text{ A})(1 \text{ s}) = 0.75 \text{ C}$$

pero la magnitud de la carga de un electrón es $e=1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, por lo tanto

$$\text{cantidad} = \frac{\text{carga}}{\text{carga/electrón}} = \frac{0.75 \text{ A}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ C}} = 4.7 \times 10^{18}$$

PROBLEMA 3.

Cierta lámpara tiene una resistencia de 240 W cuando se enciende. ¿ Cuánta corriente fluirá a través de la bombilla cuando se conecta a 120 V , que es el voltaje de operación normal?.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120 \text{ V}}{240 \text{ W}} = 0.50 \text{ A}$$

PROBLEMA 4.

Un calentador eléctrico utiliza 5 A cuando es conectado a 110 V . Determínese su resistencia.

$$R = \frac{V}{I} = \frac{110 \text{ V}}{5 \text{ A}} = 22 \text{ W}$$

PROBLEMA 5.

¿Cuál es la caída de potencial a través de una parrilla eléctrica que consume 5 A cuando su resistencia, caliente, es de 24 W ?.

$$V = IR = (5 \text{ A})(24 \text{ W}) = 120 \text{ V}$$

Bibliografía.

- 1.Chandra, R.: Introductory Physics of Nuclear Medicine. Lea & Febiger, Philadelphia, 1976.
- 2.Bennet, Clarence E.: Física sin Matemáticas. Compañía Editorial Continental SA de CV, México, D.F. 1994.
- 3.Bueche, F.J.: Física General. McGraw Hill. 8ª. Ed. México, D.F. 1994.
- 4.Diccionario de Física. Ed. Norma. Bogotá. 1984.
- 5.Welch, T.J.C. Fundamentals of the Tracer Method. W.B. Saunders Company. Philadelphia. 1972.

6.Rabinowitz. Aplicaciones de los Radioisótopos en Química, Biología y Medicina. SECEP, CUPV, UNAM. 1984.

7.Hawking, Stephen W.: Historia del Tiempo. Ed. Crítica, México, D.F. 1988.

8.Greene, Brian: El Universo Elegante. Ed. Crítica, Ed. Planeta. Barcelona. 2005.

9.Kaufmann, William J.: Black Holes and Warped Spacetime. Ed. W. H. Freeman & Co. 1979.