

## AC 14 49

Introducción a las ciencias físico-naturales. Materia electricidad, fecha de emisión 7 del 3 de 1980. El origen de nuestros conocimientos en materia de electricidad se remonta a las observaciones de atracción de campos ligeros por el ámbar.

Este se denomina en griego electrón y de ahí procede la palabra electricidad. Defy, que vivió entre 1698 y 1739, descubrió en 1734 dos clases de electricidad ligadas respectivamente al flotamiento de una barra de vidrio con paño o piel o bien de una barra de ebonita. Esta hipótesis fue simplificada por Franklin, cuya vida se extendió de 1706 a 1790, quien proponía la teoría de un solo fluido cuya presencia en cierta cantidad determinaba el estado neutro, pero cuyo exceso o defecto daba lugar a electricidad de distinto signo.

Dos cuerpos cargados con electricidad del mismo signo se repelen y de distinto signo se atraen. Estas atracciones o repulsiones pueden servir de medida de las cantidades de electricidad. Coulomb, que vivió entre 1738 y 1806, determinaba la ley cuantitativa de la interacción eléctrica, resultando, como ya sabemos, del tipo de la gravitatoria.

Las masas se atraen o se repelen en razón inversa del cuadrado de sus distancias. La corriente galvánica, sinónimo sobre todo en medicina de corriente continua, nos trae al recuerdo los trabajos y controversias de los dos sabios italianos Galvani y Volta. Ellos, en efecto, fueron los precursores del vocablo corriente.

El primero cuenta su descubrimiento en los siguientes términos. Disequé una rana y la preparé en la forma debida. Luego, y proponiéndome una cosa distinta, la coloqué encima de una mesa sobre la cual se encontraba una máquina eléctrica.

La rana no estaba en contacto con el conductor de la máquina y aún se hallaba a bastante distancia de ésta. Uno de mis ayudantes tocó casualmente la rana en la mesa. Inmediatamente los nervios plurales del animal e inmediatamente los músculos inferiores se contrajeron como si hubiesen sido atacados de violentas convulsiones tetánicas.

Así, Galvani admitía la existencia de una electricidad animal y asimilaba los músculos de la rana a una especie de condensador cargado de una electricidad en su interior y de la de signo contrario en su exterior. Volta, en cambio, atribuía el desarrollo de la electricidad al contacto de los dos metales heterogéneos que componían el arco metálico de que Galvani se servía para sus experimentos. Volta dio el nombre de fuerza electromotriz a la fuerza que se manifestaba al contacto de dos metales diferentes.

Y a esta fuerza Volta le daba importancia primordial sin tener en cuenta apenas a la desarrollada en el contacto del metal con líquido que él mismo descubría sin valorar. El nombre de pila que se dio a este primer elemento generador se debe a la forma dada por el físico italiano. Consiste en una serie de discos de cobre y zinc superpuestos por paño humedecido en ácido sulfúrico.

Si mediante un alambre conductor se unen entre sí los discos terminales de la columna o pila, se comprueba en el alambre el paso de una corriente eléctrica por cualquiera de sus efectos. A Volta se debe también el descubrimiento que sigue. En un vaso se introducen dos metales, electrodos, tales como zinc y cobre.

Se llena el vaso de agua acidulada con sulfúrico y se establece un contacto entre ambos metales por un alambre. En este se detecta el paso de la corriente. Se da paso con ello al estudio de la descomposición electrolítica cuyas leyes investigó Faraday y según la cual la corriente de un conductor interrumpida en su camino por una disolución de sal metálica deposita el metal sobre uno de los bornes del hilo en contacto con el líquido.

La cantidad de metal depositada en un tiempo fijo sirve de medida para la intensidad de la corriente. El transporte de un equivalente gramo de cualquier sustancia, peso atómico dividido por la valencia, corresponde a la misma cantidad de electricidad que se conviene en llamar amperio. Cálculos elementales a partir de estos datos dan como resultado que la intensidad necesaria para liberar un ión de hidrógeno es de  $1,59 \times 10$  elevado a menos 19 amperios.

O bien introduciendo el coulombio, o sea, el producto de la intensidad por el tiempo en segundos que dura el transporte, cada ión transporta  $1,6021 \times 10$  elevado a menos 19 coulombios. No se ha podido demostrar la existencia de menor cantidad de electricidad transportada que la expresada por esta cifra, la cual aparece no sólo en el electrolisis, sino por ejemplo en los fenómenos de descarga eléctrica a través de gases enrarecidos. Durante la última parte del siglo XIX hubo una gran cantidad de trabajos experimentales sobre descargas eléctricas.

Estos experimentos consistían en producir una descarga a través de un gas a baja presión, colocando dentro del mismo dos electrodos y aplicándoles una elevada diferencia de potencial. Se observaron varios efectos luminosos según fuera la presión del gas dentro del tubo, pero se observaba una mancha luminosa en la pared del mismo en un punto directamente opuesto al cátodo. Por lo tanto, se hizo la hipótesis de que alguna radiación era emitida por aquel.

De acuerdo con esto, la radiación fue llamada rayos catódicos. Estudios inmediatos sugirieron que los rayos catódicos son simplemente una corriente de partículas cargadas negativamente. Pudo ser obtenida la razón entre la carga eléctrica y la masa.

Resultó 1.840 veces mayor que la misma corriente para el ión de hidrógeno recordado en el caso electrolítico. Atribuyéndole la misma carga eléctrica que aquel, su masa resultaría 1.840 veces menor. A tal partícula se le denomina desde entonces electrón.

Estos y otros experimentos similares fueron publicados en 1897 por el físico británico Thomson, que vivió entre 1856 y 1940 y que invirtió muchos esfuerzos y tiempo en tratar de descubrir la naturaleza de los rayos catódicos. Hoy en día sabemos que los electrones libres presentes en el metal, que constituye el cátodo, son arrancados o evaporados de él como resultado del fuerte campo eléctrico aplicado y son acelerados a lo largo del tubo por el mismo

campo. Se sabe que en un metal hay electrones que son más o menos libres de moverse por la red cristalina.

Estos electrones no escapan del metal a temperatura normal, porque si uno llega a escapar se destruye el balance eléctrico del metal, el cual se carga positivamente, atrayendo nuevamente al electrón. Este vuelve a penetrar en el metal, a no ser que tenga suficiente energía para sobreponerse a la atracción. Una manera de aumentar la energía de los electrones es calentando el metal.

Los electrones que se evaporan se denominan entonces termoelectrones. Este es el tipo de emisión electrónica que existe en los tubos al vacío. Prosiguiendo en la misma línea de mostrar la cuantificación de la carga eléctrica, es clásico el experimento realizado por el físico norteamericano Robert Millikan, que vivió de 1869 a 1953.

El experimento es conocido como de la gota de aceite. Millikan estableció entre dos placas horizontales y paralelas un campo eléctrico vertical que podría ser eliminado o reestablecido por medio de un interruptor. La placa superior tenía en su centro unas pocas perforaciones pequeñas, a través de las cuales podían pasar gotas de aceite producidas por un atomizador.

La mayoría de estas gotas se cargaban eléctricamente por fricción al pasar por la boquilla del atomizador. Suprimido el campo, la velocidad de caída de la gota es siempre la misma, la debida a la acción gravitatoria. Aplicando aquel, esta velocidad es modificada e incluso invertida según en qué sentido cualitativa y cuantitativamente se haya ionizado la gota.

Tales iones pueden encontrarse en el aire por efecto de los rayos cósmicos o de una forma artificial colocando cerca de las placas una fuente de rayos X o gamma. El hecho es que repitiendo el experimento de la gota de aceite muchas veces y con diferentes gotas, los físicos han concluido que los cambios en la carga eléctrica son siempre múltiplos de la carga fundamental. E igual a 1,6021 por 10 elevado a menos 19 coulombios.

Estas y otras experiencias hacen concluir que todas las cargas que se observan en la naturaleza son iguales a la carga fundamental o múltiplos de ella. Un segundo aspecto importante de la carga eléctrica es que dicha carga fundamental está siempre asociada con alguna masa determinada y da lugar a lo que llamamos una partícula fundamental. De entre ellas en la estructura del átomo entran a formar parte el electrón, protón y neutrón.

La carga del protón es positiva y el neutrón carece de ella, aunque posee otras propiedades eléctricas. Existen métodos experimentales adecuados para medir el valor de la relación  $Q$  partido por  $M$ , carga eléctrica partido por la masa, relativa a las diferentes partículas fundamentales. De esta forma, si se conoce  $Q$ , puede obtenerse el valor de la masa.

Para el caso del electrón se realiza mediante mediciones relativas a un haz de rayos catódicos sometidos a la acción de un campo magnético. Los rayos catódicos salen del cátodo o polo negativo y se dirigen al ánodo o polo positivo. Los rayos catódicos se producen en un tubo de

vidrio equipado con electrodos sometidos a una tensión del orden de los 10.000 voltios a través de un espacio ocupado por un gas a una presión aproximada de  $10^{-6}$  atmósferas.

La relación  $Q$  partido por  $M$  es función del voltaje, de la intensidad del campo magnético y del radio de la trayectoria circular seguida por los electrones. Análogamente se procede para el caso de los protones mediante los rayos que emitiéndose en el ánodo se dirigen hacia el cátodo. El electrón y el protón poseen la misma carga.

$1,6021 \times 10^{-19}$  coulombios. Los valores de la masa son Para el electrón  $9,1091 \times 10^{-31}$  kilos. Para el protón  $1,6725 \times 10^{-27}$  kilos.

Para el neutrón  $1,6748 \times 10^{-27}$  kilos. Así pues la masa del protón es 1840 veces mayor que la del electrón, lo que tiene gran influencia en muchos fenómenos físicos. Las masas del protón y del neutrón son casi iguales.

El concepto de partículas con carga eléctrica nos conduce a la idea de la conservación de la carga. Cuando se producen cuerpos o partículas cargadas siempre aparecen por pares y la carga de una partícula o cuerpo es igual y opuesta a la carga de la otra partícula o cuerpo. Toda experiencia indica que la cantidad total de carga no cambia nunca.

Como la conservación de la energía, la conservación de la carga es una ley de la naturaleza que se extiende a todas partes.