

FISICA APLICADA A LA MEDICINA, CIRUGIA, HIGIENE Y FARMACIA

POR JOSE MARIA TROYA.—Profesor en la Universidad

(Continuación. — V. el n.º 72, pág. 62)

“Hemos visto que la electricidad puesta en libertad lo es por efecto de una acción química ó mecánica ejercida sobre los cuerpos. Se ha convenido en llamar *fuerza electro-motriz* á la fuerza que lucha contra la vuelta al estado de equilibrio eléctrico de los cuerpos electrizados, ó, si se quiere, contra la dilación en equilibrio de las masas de éter que impregnan los cuerpos así puestos en movimiento”.

“La energía de esta fuerza electro-motriz depende: 1.º de la naturaleza de la acción ejercida sobre los cuerpos en presencia, y por consecuencia, cuando se trata de una acción química, de la afinidad de éstos; 2.º de la naturaleza misma de los cuerpos”.

“En efecto, por una parte, la energía de la repulsión de los fluidos al contacto será muy grande si la fuerza electro-motriz es por sí misma enérgica; y por otra, esta repulsión se hará tanto más facil cuanto que por su naturaleza los cuerpos en presencia se prestan más facilmente al quebrantamiento molecular, causa primordial de la producción de la electricidad”.

“En una máquina electro-estática, la acción mecánica ejercida por la frotación da origen á una fuerza electro-motriz muy enérgica, y por otra parte, el colector metálico opone una resistencia nula á la acción de la influencia ejercida por el disco de cristal cargado de fluido eléc-

trico, excelente condición para permitir obtener el máximo de efecto de la fuerza electro-motriz. De estos hechos resulta la presencia de una electricidad de alta *tensión* sobre el conductor de la máquina”.

“La *tensión* es, pues, la mayor ó menor energía con que la electricidad tiende á alejarse de su origen. He ahí por qué se obtienen con las máquinas eléctricas efectos mecánicos violentos”.

“Si no hemos hablado hasta aquí de la *cantidad* de electricidad producida es porque aún no ha habido necesidad de ello, y es preciso penetrarse bien de que la energía de los efectos mecánicos de la electricidad no depende en modo alguno de la cantidad producida, sino solamente de su *tensión*, la cual es absolutamente independiente de la cantidad de electricidad desprendida”.

“Una comparación muy sencilla nos lo hará, desde luego, fácilmente comprender. Hemos dicho antes que los fenómenos eléctricos, podían muy bien ser comparados con los fenómenos hidráulicos”.

“En efecto ¿qué pasa constantemente ante nuestra vista? Tal río que vierte millares de metros cúbicos de agua por minuto, no teniendo más que una pendiente insensible, será incapaz de producir una acción mecánica; mientras que un pequeño arroyo, corriendo en torrente desde la cima de una montaña, comunicará una impulsión enérgica á la rueda de un molino”.

“Otro ejemplo: un receptáculo de agua que contenga 1.000 metros cúbicos, pero que no tenga más que un metro de profundidad, será incapaz de elevar un surtidor á más de un metro. ¿Por qué? Porque la magnitud del efecto será en este caso proporcional á la presión y no á la masa del líquido. Por el contrario, echad un metro cúbico de agua en un tubo estrecho, permitiéndola elevarse á una altura de 10 metros, y con esta debil masa se podrá obtener un surtidor de una altura de 10 metros, porque la presión será considerable”.

“Pues bien; para la electricidad, la *tensión* es equivalente á la *presión* en los líquidos. He aquí por qué las máquinas de alta *tensión*, como las máquinas de frotamiento son capaces de producir efectos mecánicos considerables”.

“Las pilas, al contrario, son aparatos de debil ten-

sión: 1º porque la *fuerza electro-motriz* es relativamente debil y variable con la naturaleza de cada elemento; 2º porque la naturaleza de los cuerpos en presencia se presta mal al movimiento molecular capaz de producir la libertad del fluído eléctrico”.

“Por el contrario, la *cantidad* de electricidad elaborada por la pila es considerable”.

“Es que la cantidad de gasto depende, no tanto de la energía de la fuerza electro-motriz como del peso de la materia empleada en producir la acción química, ó de la fuerza gastada en producir el movimiento, o que viene á ser lo mismo”.

“En efecto, quemar zinc en una pila, ó carbono en una máquina de vapor ó en el organismo, para producir la fuerza destinada á poner en rotación una máquina de disco, es siempre gastar materia, y la experiencia prueba que á cada equivalente de zinc ó de carbono quemado corresponde la parte en libertad de una cantidad de electricidad suficiente para desprender, por electrólisis, un equivalente de hidrógeno. Las máquinas electro-estáticas producen una cantidad de electricidad infinitamente más debil que la pila, pero la tensión es fuerte. Si nos representamos la comparación que estamos haciendo siempre, podremos comparar la pila á un vasto receptáculo de baja presión, y la máquina electro-estática á un receptáculo de pequeña capacidad, pero de alta presión”.

“En resumen”:

“1º Lo puesto en libertad por la electricidad se hace bajo la acción de una *fuerza electro-motriz*; cuya energía varía con los cuerpos en acción; la electricidad puede existir en el estado *estático* ó en el estado *dinámico*. Cualquiera que sea el estado bajo el cual se encuentre, la electricidad es de la misma naturaleza”.

“2º De la energía de la fuerza electro-motriz depende la *tensión*, y la *fuerza electro-motriz* y la *tensión* son, dos términos que pueden emplearse indistintamente, puesto que las funciones que representan son proporcionales”.

“3º La *cantidad* de electricidad puesta en libertad, puede en la mayor parte de los casos, ser considerada como independiente de la tensión y proporcional á la cantidad de fuerza mecánica ó química gastada para poner en acción la fuerza electro-motriz”.

“464. Medida de la energía eléctrica.—Siendo la electricidad un verdadero medicamento, el médico debe dosificarla tan cuidadosamente como una sustancia de las ordinariamente empleadas en terapéutica, y para esto no hay más que servirse de las *unidades eléctricas* admitidas por el Congreso de electricistas de 1891”.

“La dosificación exacta de la electricidad es, sobre todo, necesaria en el empleo de las corrientes galbánicas, y se hace con el auxilio de instrumentos y de métodos que después señalaremos. No basta indicar por el momento que el *galbanómetro* es una verdadera balanza y las *cajas de resistencia ó reostatos* son verdaderas cajas de pesas que permiten dosificar la electricidad y sus cualidades, nos es necesario establecer inmediatamente cómo se puede medirlas”.

“Hemos visto en el párrafo precedente que la causa misma de la electricidad, la *fuerza electro-motriz*, constante para una misma acción, determinaba la tensión. Después hemos demostrado que, además de esta tensión, es preciso tener en cuenta la *cantidad* de electricidad gastada según que la *fuerza electro-motriz* obra sobre los elementos de más ó menos *superficie*. Además de la *tensión* y de la *cantidad* de electricidad, nos es preciso aun poder medir la intensidad de la acción eléctrica, las *resistencias* que pueden disminuir esta intensidad, y en fin la *capacidad* de los aparatos en los cuales se puede almacenar la electricidad”.

A la unidad de *fuerza electro-motriz* se llama *volt*: un elemento Daniell formado con sulfato de cobre, representa casi exactamente la energía del *volt* (volt viene del nombre de Volta).

“Se llama *resistencia* la energía pasiva opuesta al paso del fluido por los cuerpos atravesados por la electricidad; cuanto más estrecho ó largo es el conductor es tanto más resistente. La conductibilidad de la sustancia misma influye también sobre la resistencia.

“La unidad del resistencia toma el nombre de *ohm* y está calculada de tal modo que su valor aproximado está representado por una columna de mercurio de un milímetro cuadrado de sección y de un metro de longitud.

“Es bien evidente que para que haya paso de fluido eléctrico á través de la resistencia debe haber gasto de

cierta cantidad de energía impulsada: cuanto la *tensión*, es decir, la *fuerza electro-motriz* sea mayor, más rapidez habrá en la circulación del fluido al través del conductor y por consecuencia la cantidad del fluido transportado será grande: á la inversa, cuando la resistencia sea mayor, la salida será menos rápida y abundante. El nombre de *intensidad* ha sido reservado para significar la cantidad de electricidad que atraviesa el conductor con más ó menos rapidez, pero sin tener en cuenta la noción del tiempo. Después de lo que acabamos de decir, la *intensidad* de una corriente será *directamente proporcional á la fuerza electro-motriz é inversamente proporcional á la resistencia del circuito*".

"La unidad de intensidad ha sido denominada *ampère*, nombre del ilustre físico francés. Esta denominación no existe más que desde 1881; antes de esta época la unidad de intensidad llevaba el nombre de *weber*; pero como bajo este nombre se encontraba también comprendida la noción de *cantidad eléctrica*, el Congreso de electricistas ha suprimido la palabra *weber*, á fin de evitar confusión, y la ha sustituido con la de *ampère*".

"Después de la definición que acabamos de dar de la intensidad".

$$I = \frac{E}{R}$$

ÁREA DE INVESTIGACIÓN DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN INTEGRAL
FUNDADA EN 1954 QUITO

se ve que, para ser igual á 1 la cantidad dada por una energía eléctrica, cuya fuerza electro-motriz es igual á 1 deberá luchar contra una resistencia igual á 1.

$$11 = \frac{1}{1}$$

"Por consecuencia, una corriente de una energía de un *volt* (unidad E), pasando por un conductor de una resistencia igual á 1 *ohm* (unidad R) tendrá una intensidad de 1 *ampère* (unidad I)".

"Las corrientes dotadas en medicina de una intensidad de un *ampère* son de una energía demasiado grande, y se ha subdividido el *ampère* en milésimas. Es, pues, en *millampères* como están graduados los aparatos empleados en medicina".

“La unidad de cantidad eléctrica lleva el nombre de *coulomb*, y representa el *ampère*, asociándose á él la noción de unidad de tiempo. Una corriente de 1 *volt*, pasando en 1 *ohm* en la unidad de tiempo ó el *segundo*, gasta un *coulomb*. De otro modo dicho, una corriente de 1 *ampère* ó de la unidad de intensidad, cuando esta intensidad se mantiene de una manera constante, gasta 1 *coulomb* por segundo”.

“La unidad de *capacidad* eléctrica es poco empleada; por eso nos contentaremos con dar su definición: se llama *Farad*, del nombre de Faraday, la capacidad de un condensador que, bajo una diferencia de potencial (tensión) de armaduras iguales á 1 *volt*, toma una carga de electricidad semejante á un *coulomb*”.

“Como se ve, los nombres de los grandes electricistas *Volta*, *Ohm*, *Ampère*, *Coulomb* y *Faraday* han servido para designar las unidades eléctricas”.

“Estas unidades no se han establecido aún de una manera definitiva; la del *volt* y la del *Ohm* están aún por determinarse con exactitud, y por consiguiente el valor de las otras unidades que de ellas se deriva es incierto. Es que los valores atribuidos á estas unidades deben ser tales, que se pueda convertir, con ayuda de las cifras, en calórico y en equivalente mecánico todo trabajo eléctrico. Por consecuencia, las unidades eléctricas se encuentran así relacionadas al sistema C. G. S. ó sistema métrico usual del *centímetro*, *gramo* y *segundo*”.

“En 1882 se reunió en París una comisión científica internacional para estudiar el modo de determinar fácil y definitivamente el valor de *ohm* y del *volt*. Pero esperando estos trabajos, se toman como escalas aparatos contruídos según los datos siguientes, que desde luego se diferencian muy poco del resultado exacto”.

“Se considera el *volt* como igual á la fuerza electromotriz de un par cobre y zinc amalgamado, cuyo cobre sumerge en un vaso poroso lleno de una disolución de acetato de cobre, y el zinc en agua adicionada de 1/12 de ácido sulfúrico. Este elemento es ligeramente más débil que el Daniell, que vale 1 *volt*, 079 exactamente”.

“El *ohm* será representado por la resistencia de una columna de mercurio de 1 milímetro cuadrado de sección y de una longitud no establecida aún, pero un poco su-

perior al metro, calculándose esta longitud á una temperatura de 0° centígrados”.

“Así establecido, valiendo el *ohm* próximamente la resistencia de un hilo de cobre de 1 milímetro de diámetro y 48 metros de largo, 100 metros de hilo telegráfico francés (4 milímetros de diámetro) equivalen más ó menos á 1 *ohm*”.

“465. Producción de la electricidad.—Los fenómenos eléctricos se manifiestan de muy diverso modo, según que la electricidad estudiada en el estado de reposo (estática) ó de movimiento (dinámica). Consagraremos, pues, capítulos separados al estudio de los aparatos productores de electricidad bajo cualquiera de sus formas”. (1)

CAPÍTULO II

ELECTRICIDAD ESTÁTICA Y SUS ORÍGENES.

“466. Desarrollo de la electricidad por frotamiento.—En el día casi ya no hay quien ignore, entre la gente civilizada, que al frotar un cuerpo con otro de diversa naturaleza quedan ambos electrizados. Esto se sabe desde la más remota antigüedad, siendo el ambar amarillo ó sucino el que sirvió para los primeros experimentos, y de cuya etimología griega se deriva la palabra electricidad. Si el cuerpo que se frota es el vidrio pulimentado y el cuerpo frotante la lana, aquel se electriza positivamente y ésta negativamente; mientras que con el sucino sucede lo contrario, es decir, que éste se electriza negativamente, mientras que la lana se electriza positivamente. Estas circunstancias varían fácilmente de un cuerpo á otro según con quienes se los frota, y según la calidad de cada sustancia; así si se frota el vidrio deslustrado se electriza negativamente y el pulimentado positivamente, como ya lo dijimos; pero si el segundo se frota con una piel de gato la electricidad que toma el vidrio es negativa: si se frotan dos placas de vidrio la más pulimentada se electriza positivamente. Dos cintas de seda del mismo color frotadas en cruz, se electrizan, tomando la que no se mueve la electrizada negativa, y la que se mueve

(1) G. Bardez, tratado de Electricidad médica, Madrid, 1887.

positiva; si se frota una cinta blanca con otra negra la blanca toma electricidad positiva. Los cuerpos de la siguiente lista toman electricidad positiva frotados con los que les siguen, y negativa con los que les preceden.

Piel de gato—Vidrio pulimentado—Lanas—Plumas
Madera—Papel.—Seda—Goma laca.—Resina.—Vidrio deslustrado”.

“467. Péndulo eléctrico.—Se dá este nombre á un pequeño aparato que consiste en una pequeña esferita de médula de sauco suspendida de un hilo de seda (Fig 64); cualquier cuerpo electrizado que se aproxime á ella la atrae para enseguida rechazarle: esto se explica diciendo que mientras el péndulo eléctrico se carga por influencia del cuerpo electrizado de electricidad de diverso nombre es atraído; pero tan luego como ha tocado el cuerpo electrizado, se carga de electricidad del mismo nombre y es rechazado”.

“468. Cuerpos buenos y malos conductores.—Cuando se frota los metales no dan indicio de haberse electrizado si se los tiene asidos con la mano ó están en contacto mediato ó inmediato con la tierra; pero si se los aísla interponiendo entre ésta y aquellos una barra de vidrio, el cuerpo metálico dá muestras positivas de estar electrizado. En el primer caso cuando el metal no está aislado dejase atravesar por la electricidad facilmente, ocasionando una especie de corriente eléctrica que se disipa al instante por su fácil conductibilidad; pero esto no sucede con el vidrio y las resinas, pues estos cuerpos retienen por mucho tiempo la electricidad que una vez se les ha comunicado. A los metales y cuerpos semejantes en sus propiedades eléctricas, se les dá el nombre de *buenos conductores*; al paso que á las resinas y sus congéneres se les ha denominado *malos conductores*: Los metales, el carbón calcinado, los líquidos y las disoluciones salinas, los animales y vegetales, y en general todos los que mantienen humedad son buenos conductores; las resinas, gomas, vidrio, carbón sin calcinar, seda, grasas y gases secos, son malos conductores: pero cualesquiera de éstos si está humedo llega á ser buen conductor, como por ejemplo, las maderas.



Fig. 64

Péndulo eléctrico.

Generalmente los cuerpos malos conductores, sirven de aisladores de los que son buenos conductores; y la tierra que teniendo una conductibilidad media se apodera de cualquiera cantidad de electricidad, lleva el nombre de *depósito común*.

“469. **Electroscopio.**—La propiedad que poseen los metales de tomar fácilmente de los otros cuerpos su electricidad, ha sido puesta en juego para conocer la presencia de pequeñísimas cantidades de electricidad,—Con este fin se sirve ordinariamente del *electroscopio de hojas de oro*. Este aparato representado en la (Fig. 65); consiste en una campana de vidrio cuyo cuello está atravesado por un tapón de corcho que recibe un tallo metálico terminado en su parte alta por una esfera, y por abajo por dos láminas de oro muy delgadas. Para reconocer si un cuerpo está electrizado, se le pone en contacto con la esfera del electroscopio; la electricidad se esparsa entonces rápidamente por el tallo y las láminas de oro; pero al llegar á éstas se electrizan ó se cargan de electricidad del mismo nombre y divergen las láminas, cuyo movimiento de separación indica que el cuerpo que se ha sometido á la prueba está también electrizado”.

Por medio de este instrumento se puede también reconocer fácilmente la naturaleza de la electricidad; para esto se electriza, desde luego, el botón del electroscopio positivamente, valiéndose de una barra de vidrio frotada con una piel cualquiera. Si en este estado se aproxima al botón del electroscopio el cuerpo cuya electricidad se deseaba conocer, se verá mayor divergencia en las láminas de oro si la electricidad ha sido también positiva, al paso que se acercarán si es negativa.



Fig. 65

Electroscopio de panes de oro.

“470. **Acumulación de la electricidad en la superficie de los cuerpos.**—Si se electriza sea por frotamiento ó valiéndose de una máquina eléctrica un cuerpo buen conductor pero aislado, la electricidad se acumula en la superficie, como lo vamos á ver por el experimento que sigue”.

Electrícese la esfera macisa que se ve en la (Fig. 66), y manteniéndola aislada, cúbrase con los hemisferios huecos que están contiguos, y sepáreselos en seguida;

se verá entonces que toda la electricidad ha pasado á la cara externa de éstos, habiendo desaparecido de la esfera y de la cara interna de los hemisferios. La experiencia es todavía más concluyente electrizando una bolsa cónica de batista; pues se verá que la electricidad se acumula sólo en la cara externa, porque al invertir la bolsa no dá muestras de estar electrizada por dentro, y sí sólo por fuera; lo que prueba que la electricidad se acumula sólo en la superficie externa por su mucha tensión.

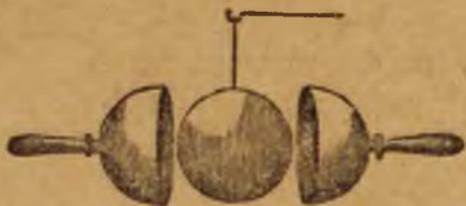


Fig. 66

Se demuestra que la electricidad estática se acumula en la superficie de los cuerpos.

“471. Desarrollo de la electricidad por influencia.—Cuando se aproxima un cuerpo electrizado á otro que se halla en estado neutro y que está separado del primero por una sustancia aislante, una capa de aire por ejemplo, el cuerpo que está en estado neutro se electriza *por influencia*: la extremidad más próxima al cuerpo electrizado se carga de electricidad de nombre contrario, mientras que la otra extremidad adquiere electricidad del mismo nombre. Si por ejemplo, colocamos una esfera B (Fig. 67) aislada y electrizada positivamente por debajo de un conductor metálico CD, la extremidad D que está próxima á la esfera se electriza negativamente, mientras que la extremidad opuesta G se carga de electricidad positiva. Examinando en este estado el cilindro conductor, mientras está bajo la influencia de la esfera electrizada, se verá que la cantidad de electricidad negativa va decreciendo de D á A, siendo nula en la parte media; y que por el contrario el fluido positivo se halla más acumulado en C que en cualquier otra parte del conductor.—Si conservándose aún electrizada la esfera B se aleja el conductor, vuelve éste al estado neutro; pero si antes de alejarlo se aplica á cualquier punto de su superficie un cuerpo que esté en comunicación con la tierra, por ejemplo el dedo del experimentador, el conductor C D queda entonces cargado de electricidad de diverso nombre que la que posee la esfera, aún cuando se aleje después éste”.

“472. Poder de las puntas.—Cuando el cuerpo conduc-

tor termina en punta afilada no se le puede mantener electrizado ni aun por pocos momentos; porque toda la electricidad se escapa por la punta y se difunde en la atmósfera. Esto se puede observar aún con la vista si el experimento se hace en la oscuridad; pues se ve que las puntas despiden en forma de auras luminosas verdaderos chorros de fluido eléctrico. Pero así como dejan escapar las puntas la electricidad que tienen, así también se apoderan fácilmente de cualquier fluido eléctrico cuando se les aproxima un cuerpo electrizado. Apoyándose en esta propiedad se han construido varias máquinas eléctricas como luego veremos.—La invención del pararrayo tiene su fundamento en esto mismo, porque deja escapar por la punta de que está provisto la electricidad que pudiera tener la tierra, evitando de este modo la recomposición brusca de la electricidad; y si alguna vez por circunstancias especiales estalla sobre ella la chispa eléctrica, recorre fácilmente el conductor del pararrayo sin ocasionar ningún daño”.

“473. Máquinas eléctricas de frotamiento.—Las máquinas eléctricas sirven ordinariamente para obtener cantidades más ó menos considerables de electricidad. Se distinguen dos especies de máquinas: en las unas se obtiene la electricidad por frotamiento, y en las otras por influencia”.

La máquina más empleada entre las por frotamiento es la de Ramsden (Fig. 68). Consiste en un platillo de vidrio circular que se hace girar al rededor de un eje por medio de una manivela M. Mientras se mueve el platillo pasa entre dos pares de coginetes ó almohadillas de cuero henchidos de crin y cubiertas en su superficie de una amalgama compuesta de mercurio y estaño, llamada

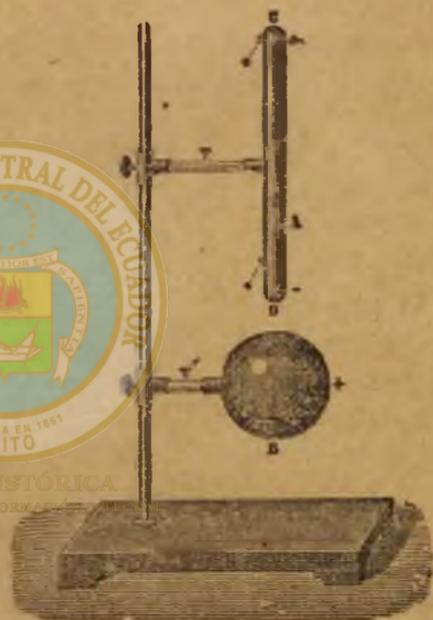


Fig. 67

Aparato de Riess para probar la influencia eléctrica.

oro musivo, ó mejor, una aliación de zinc y estaño. En dirección diametralmente opuesta á las almohadillas hay unos arcos metálicos que tienen una serie de puntas también metálicas y por entre las que pasa el disco sin tocarlas cuando hace sus revoluciones: estos arcos metálicos están en íntima conexión con unos cilindros de la misma materia, llamados conductores, y en donde se acumula la electricidad que produce el platillo; pero para esto los conductores deben estar aislados por unas columnas de vidrio ó cualquier otra sustancia mala conductora. Tan luego como comienza á girar el platillo se desarrolla sobre el fluido positivo, acumulándose el negativo en las almohadillas, desde donde se va hacia el suelo por una cadenilla que se ha puesto de antemano. El fluido neutro de las puntas y conductores metálicos, por otra parte, se descompone por la influencia que ejerce el platillo electrizado y atrae fluido del nombre contrario á las puntas ó peines, quedando acumulado el del mismo nombre en el conductor.

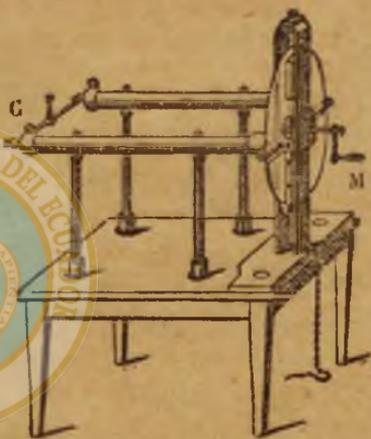


Fig. 68

Máquina electro-estática de Ramsden.

La descomposición del fluido neutro de los conductores continúa hasta que la cantidad de electricidad positiva que se acumula, llega á ser bastante para contrarrestar la influencia del fluido desarrollado sobre el platillo. En este momento la carga eléctrica llega á su límite y del que no puede pasar.

“474. Máquinas eléctricas por influencia.—Estas especies de máquinas han sido imaginadas en 1865, por Tæpler y casi á la vez por Holtz de Berlín. Por ser ésta la más sencilla la describiremos de preferencia”.

La máquina de Holtz se compone de un platillo de vidrio VV (fig. 69) que puede recibir movimiento rápido de rotación por medio del sistema de ruedas $R R'$ unidas por una cuerda sin fin. Por la diferencia de radios de las ruedas la más pequeña que es R' gira con mayor velocidad, casi cuatro veces más pronto que R .—De-

trás del primer platillo existe otro $V' V'$ á muy poca distancia y fijo, sostenido por cuatro soportes aislados A, A, A, A , y perforado en el centro por una abertura circular que deja pasar el eje que sostiene el otro platillo. En el platillo fijo hay dos ventanas $O O'$ diametralmente opuestas, con sendas armaduras de papel $P P'$, que terminan en una punta alta en la una abertura y baja en la otra.—Del lado del platillo móvil, y al frente de las ventanas existen dos peines metálicos que pueden ó no comunicarse entre sí por medio de tallos metálicos, que en esta máquina hacen el oficio de conductores, los que terminan en $C C'$.—Para poner en acción la máquina es necesario sebarla, para lo cual se ponen en contacto las esferas $C C'$

y se aplica un cuerpo electrizado á una de las armaduras $P P'$, al mismo tiempo que se hace girar el platillo $V V$ en sentido contrario de las puntas de papel $p p'$. Inmediatamente aparecen ráfagas luminosas sobre los peines (visibles en la

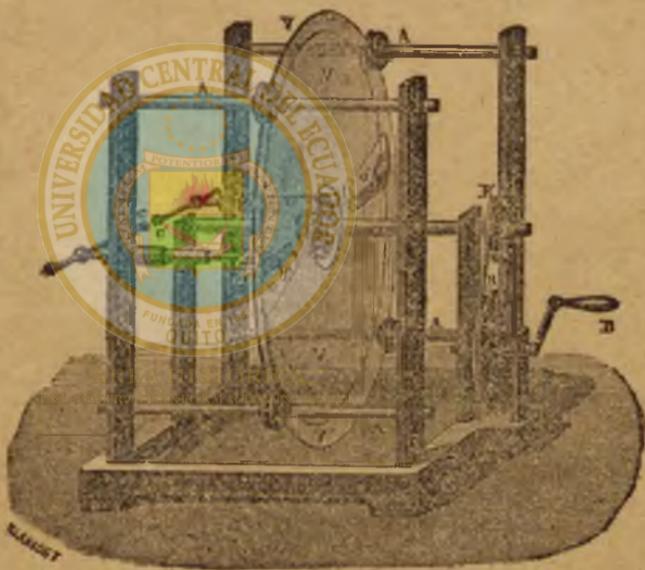


Fig 69

Máquina de Holtz, de inducción electro-estática.

oscuridad), acompañadas de un ruido seco y de un olor de ozono, fenómenos que indican el desarrollo de electricidad en gran cantidad. Si en este estado se separan las dos esferas $C C'$ saltan vivísimas chispas que pueden medir la extensión hasta de 0,15 si el tiempo es seco y si la máquina está armada de condensadores eléctricos, sobre todo si el movimiento del platillo $V V$ es veloz. En esta máquina hay conversión del trabajo mecánico en electricidad, como lo prueba el mayor esfuerzo que

hay que hacer al girar el platillo cuando comienza el desprendimiento de la electricidad. Esta máquina es muy sensible á la humedad.

474. **Electróforo.**—Este aparato está también fundado en el desarrollo de electricidad por influencia. Consta de un disco de resina y de otro metálico con mango aislante (Fig. 70). Para ponerlo en actividad se seca primero la resina, luego se la frota con una piel de gato, é inmediatamente se aplica el disco metálico. En este estado la electricidad está disimulada (véase más abajo); pero si se toca el disco metálico y se lo levanta en seguida, queda cargado de electricidad positiva, habiéndolo estado cargada de negativa la placa de resina. Puede repetirse la carga del disco algunas veces, volviendo á colocarle sobre la resina, aplicándole el dedo y levantándolo. Se asegura que en la atmósfera seca la placa resinosa conserva algunos meses su electricidad.

Teóricamente la placa de resina descompone con la frotación su fluido neutro en positivo que va á la cara inferior y en negativo que se acumula en la superior. En el disco metálico pasa lo contrario cuando se le aplica sobre la resina, por lo que es preciso tocarlo antes de separarle, para que el fluido negativo se marche al suelo sirviéndole de conductor el cuerpo humano, con cuya operación queda el disco cargado sólo de electricidad positiva que se la puede aprovechar en cualquiera circunstancia.

475. **Electricidad disimulada. Condensador.**—Hemos visto más arriba que la carga del conductor de una máquina eléctrica llega á un cierto límite más allá del cual no es posible pasar. Lo mismo acontece en el electróforo y en todos los aparatos que sirven para proporcionar electricidad; de donde se sigue que no es posible comunicar directamente á un conductor metálico una tensión eléctrica superior á la de su origen. Sin embargo se puede



Fig. 70
Electróforo.

condensar ó acumular electricidad sobre un cuerpo, aprovechando la acción por influencia, y haciendole pasar al estado de electricidad *disimulada*, á medida que se produce. Los aparatos llamados *condensadores* permiten obtener este resultado.

El condensador consta principalmente de dos platillos metálicos separados por un medio aislante, tal como el vidrio, una placa de resina ó de barniz y aún el aire seco. Una vez aislados los platillos por pies de vidrio, póngase en comunicación con el suelo el uno, y con un manantial eléctrico el otro, después de aproximarlos en lo posible á la placa aislante. Sean A B y A' B' (Fig. 71) dos platillos metálicos cuyas caras contiguas se hallan cubiertas de un barniz de goma laca ó de colodión. Aproxímense el uno al otro y póngase en comunicación el A B, por ejemplo, con un manantial eléctrico (platillo *colector*), mientras que el A' B' comunique con el suelo; (platillo *condensador*). En estas circunstancias el platillo colector se carga de la misma electricidad que el manantial (supongamos que éste sea positiva); rechaza el fluido de diverso nombre (negativo) á la cara opuesta cubierta de resina, y



Fig. 71

Condensador de Wimshurst.

electriza por influencia al platillo condensador: éste descompone su fluido neutro en positivo que acude á la cara cubierta de resina y negativo que se va al suelo. Por el hecho de desprenderse el fluido negativo hay una diferencia pequeña de potencial entre la electricidad de la cara libre del platillo A' B' y la que existe en el lado cubierto de resina. Este desequilibrio obliga á que acuda una nueva cantidad de electricidad y se condense de nuevo, y así sucesivamente, hasta que el platillo condensador llegue á tener la misma tensión que el manantial eléctrico.

476. **Electrómetro condensador.**—Adaptando un condensador al electroscopio, se transforma en electrometro condensador. Basta para esto, sustituir al botón que

tiene el electroscopio un platillo condensador sobre el que se superpone el platillo colector. El aparato toma entonces la disposición representada en la figura 72. Parece inútil notar que el electrómetro condensador se carga de electricidad de nombre contrario á la que tiene el platillo colector, y que es más sensible que el electroscopio ordinario, sobre todo cuando se experimenta con un manantial eléctrico de débil tensión.

477. Botella de Leyden.—La botella de Leyden, cuyo descubrimiento se debe á Cuneo, no es otra cosa que un condensador de forma particular. Consiste en un frasco de vidrio cubierto en los $\frac{3}{4}$ inferiores de su altura, por una hoja de estaño, que forma lo que se llama la *armadura exterior*; el resto, ó sea el cuarto superior, está cubierto de una capa de barniz de cera de España. El interior de la botella contiene hojas de panes de oro ó cualquiera otro metal finamente laminado; en medio de estas hojas se introduce un tallo metálico fijo al cuello por un corcho: este tallo se prolonga al exterior en forma de gancho que remata por una esfera; al conjunto de estas últimas piezas se le da el nombre de *armadura interior*.—Para cargar la botella de Leyden se pone el gancho en comunicación con una máquina eléctrica, al paso que la armadura exterior comunica con el suelo, sea por medio de una cadena metálica, ó simplemente por la mano del experimentador. En este aparato la armadura interior desempeña el oficio de colector; la armadura exterior sirve de condensador.

La botella de Leyden, así como los demás condensadores, deben cargarse y descargarse con precaución por ser grande la cantidad de electricidad que contiene. Hay dos modos de descargar estos aparatos: lentamente, tocando alternativamente la armadura interior y la exterior, ó el platillo colector y el condensador si se trata de los condensadores; ó bien repentinamente por medio de un arco metálico que se aplica á la vez á las dos armaduras: si esto se hiciese con las manos, la conmoción que se recibiera sería tan intensa que pudiera ocasionar algún daño en el organismo.