

explica la imanación que se observa en algunos objetos de hierro.

292. *Conservación de los imanes.*— Los imanes pierden lentamente su poder si no están de continuo en acción. Se necesita, por esto, *armarlos*; es decir, mantener los polos en contacto con una pieza de hierro dulce, sobre todo cuando se da al imán la forma de herradura, disposición muy cómoda que permite utilizar á la vez la acción atractiva de los polos.

293. *Haces magnéticas.*— Se da el nombre de *hace magnético* ó *imán compuesto* á un conjunto de barras imanadas reunidas paralelamente por sus polos del mismo nombre.

El físico Jamin (*) hizo notar que los imanes solamente poseen poder hasta cierta profundidad, que por lo tanto era conveniente formar los haces con láminas metálicas muy delgadas, colocadas una dentro de otras.

(*) Jamin, físico francés, profesor en la Sorbona, Secretario perpetuo de la Academia de Ciencias.

CAPÍTULO IX

ELECTRICIDAD ESTÁTICA

MARIO. — Cuerpos conductores y cuerpos aisladores. — Leyes de las atracciones y repulsiones eléctricas. — Electrificación por influencia. — Electroscopio y Electrífico. — Potencial eléctrico. — Volt. — Máquinas eléctricas. — Capacidad eléctrica. — Farad y Microfarad. — Condensadores. — Estudio de las chispas. — Efectos producidos por la electricidad estática. — Rayo y pararrayo.

294. *Historia.*— Seiscientos años antes de Jesucristo, el filósofo griego Thales (*) descubrió que el ámbar amarillo (*electrón*, en griego) tenía, cuando se le frotaba, la propiedad curiosa de atraer á los cuerpos ligeros, y explicaba el fenómeno diciendo que el ámbar *adquiría alma* por efecto del frotamiento y atraía á los cuerpos ligeros como por un soplo. Más tarde, Teofrasto, en su «Tratado de las piedras preciosas», menciona la propiedad del ámbar amarillo, y hace notar que otros cuerpos, como la turmalina, pueden adquirir por el frotamiento la misma propiedad que el ámbar.

(*) Tales de Mileto, célebre filósofo originario de Fenicia. Nació en el año 639 antes de J. C.; murió en 548. Pasó una parte de su vida en Mileto. Se le cuenta entre los siete sabios de la Grecia.

Plinio, el célebre naturalista, dice:

«Cuando el frotamiento ha dado al ámbar amarillo calor y vida, atrae pajitas y hojas de pequeño peso».

Después de este descubrimiento pasaron muchos siglos sin que se volviera á decir ni á hacer nada de materia de electricidad.

A fines del siglo xvi, Guillermo Gilbert (*), médico de la Reina Elizabeth de Inglaterra, estudiando los fenómenos de atracción entre el imán y el hierro, aventuró la opinión de que el ámbar amarillo era una variedad del imán natural, y partiendo de esta base estableció los primeros elementos de la electricidad.

Gilbert, viendo la facilidad con que bajo la acción del hierro se movía una aguja magnética apoyada en un pivote, ponía en equilibrio, en un soporte puntiagudo, una aguja de metal, y acercándole un trozo de ámbar frotado veía que la aguja giraba, siguiendo al ámbar en su movimiento.

Gilbert descubrió que esa propiedad atractiva no era exclusiva del ámbar, sino que también la adquirían el diamante, el zafiro, el rubí, el ópalo, la amatista, el cristal de roca, el azufre, la resina, el arsenico, el talco y otras substancias. Demostró, además, que esos cuerpos, frotados, no solamente atraen á las pajitas, sino también á la madera, á las limaduras metálicas, y aun á líquidos como el agua y el aceite.

Para dar mayor impulso á tan curiosos experimentos, y para poder establecer una teoría, era necesario un aparato generador de electricidad; se hacía indispensable una máquina.

(*) Guillermo Gilbert, médico de la Reina Elizabeth. Nació en Colchester en 1540, murió en 1603.

Cabe el honor de haber construido la primera máquina eléctrica á Otto de Guéricke, burgomaestre de Magdeburgo, ya conocido por ser el inventor de la máquina neumática.

295. *Cuerpos idioeléctricos y aneléctricos.*—En los primeros experimentos se observó que había substancias en las cuales era imposible desarrollar electricidad. Si, por ejemplo, se tomaba una barra de latón y se la frotaba con franela, no adquiría el latón acción atractiva sobre los cuerpos ligeros.

Entonces se dividió á los cuerpos de la Naturaleza en dos grandes clases: los *idioeléctricos* eran aquellos que se podía electrizar teniéndolos con la mano, y los *aneléctricos* que no eran susceptibles de ser electrizados en igualdad de circunstancias.

296. *Experimentos de Gray.*—Los experimentos de Gray echaron por tierra esa clasificación. En el año de 1727 el Sr. Gray (*) acompañado de su amigo Wheeler, se ocupaba en electrizar un tubo de vidrio frotándolo con franela y tuvo la curiosidad de ver si obtendría el mismo resultado tapando el tubo con un corcho. Entonces observó que el tapón se había electrizado, á pesar de que el corcho estaba colocado entre los cuerpos *aneléctricos*. Entonces Gray atravesó el corcho con un hilo de cáñamo de cuya extremidad libre colgó una esfera de marfil y comprobó que al frotar el tubo de vidrio la electricidad pasaba hasta el marfil. Gray, llevando adelante sus investigaciones, se subió al tercer piso de una casa, frotó el tubo de vidrio, y la bola de marfil que colgaba hasta cerca del suelo atrajo pequeños cuerpos; de esto dedujo que había habido transmisión de la electri-

(*) Esteban Gray, físico inglés, murió en 1736.

cidad. Entonces quiso saber si el experimento saldría lo mismo colocando el hilo horizontal y no verticalmente. Para esto suspendió la cuerda horizontalmente en un jardín, sosteniéndola por medio de hilos de seda muy finos, con la idea de que la electricidad no podría escaparse fácilmente por esos sostenes tan delicados. El experimento salió perfectamente; pero un día que quiso repetirlo, se rompió uno de los hilos y entonces lo reemplazó por un hilo muy delgado, pero metálico. Desde este momento el experimento ya no dió resultado. Este hecho casual fué el que condujo á Gray al notable descubrimiento de los *cuerpos buenos conductores* y los *cuerpos malos conductores ó aisladores*. El cuerpo humano, los vegetales, los animales, los metales, el agua, son buenos conductores; la seda, el vidrio, la resina, el lacre, el aire seco, son aisladores.

Tyndall hacia la siguiente clasificación de algunos cuerpos:

Conductores	Medio conductores	Aisladores	
Metales	Alcohol	Aceites	Seda
Carbón de retorta	Eter	Yeso	Vidrio
Acidos concentrados	Madera seca	Cauchú	Cera
Soluciones salinas	Mármol	Papel seco	Azufre
Agua de lluvia	Papel	Cabello	Goma laca
Lino	Paja		
Animales y vegetales			

297. *¿Qué es la electricidad?*—No obstante los numerosos trabajos de que ha sido objeto la electricidad, no se conoce la naturaleza de este agente. Lo mismo que para el calor, la luz y el magnetismo, los físicos se han reducido á hipótesis. Newton creía que la electricidad era el resultado de las vibraciones del éter; el abate Nollet, apoyándose en los efectos

luminosos y caloríficos de la electricidad, la consideraba como una modificación del calor y la luz. Bien pronto daremos á conocer la teoría de Symmer acerca de la producción de la electricidad.

298. *Electroscopios.*
—Para reconocer si un cuerpo está electrizado nos valemos de aparatos llamados *electroscopios*. El más sencillo es el péndulo eléctrico que consiste en una columna de cristal terminada en la parte superior por una pieza metálica encorvada, que sostiene un hilo de seda terminado en una bolita de médula de saúco.

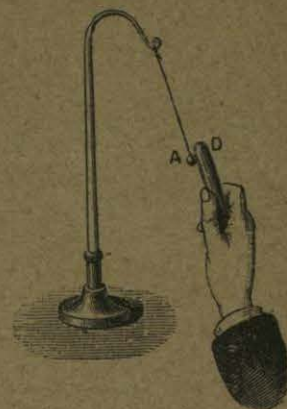


Fig. 305. Primero hay atracción.

Al acercar al péndulo un cuerpo electrizado, la bolita es primero atraída, y apenas hay contacto, rechazada; pero observamos que si se frota una barra de lacre ó de resina por una sola extremidad, y se acerca al péndulo la extremidad no frotada, la bolita no es atraída ni rechazada, sino que permanece inmóvil. Esto indica que



Fig. 306. Después hay repulsión.

la electricidad no se ha repartido por toda la masa de las barras, ó en otros términos, que el lacre y la resina *no son buenos conductores de la electricidad*. En

cambio, si se frota una barra de hierro, aislada, por una extremidad y se presenta al péndulo por la otra, la bolita es atraída, lo que demuestra que la electricidad se repartió por toda la masa del cuerpo. Los metales son, pues, *buenos conductores de la electricidad*.

Si después de que la bolita del péndulo ha sido rechazada al hallarse en contacto con una barra de vidrio electrizado, se acerca una barra de resina, se observa una fuerte atracción, y si después de que la bolita ha sido rechazada por la resina, se acerca el vidrio, la bolita es atraída con fuerza. Es decir, que un cuerpo rechazado por el vidrio es atraído por la resina, y recíprocamente: un cuerpo atraído por el vidrio es rechazado por la resina.

Luego la electricidad desarrollada sobre el lacre no es igual á la electricidad desarrollada sobre el vidrio.

299. *Teorías de la electrización*.—Franklin declara que todos los cuerpos contienen en estado neutro una cantidad determinada de fluido neutro; si ésta aumenta, el cuerpo se electriza *positivamente* (+) y si disminuye se electriza *negativamente* (—).

Symmer admitía que todos los cuerpos contienen cantidades indeterminadas de los dos flúidos, combinados uno con otro y formando lo que se llama *fluido neutro ó natural*. Diversas causas, tales como el contacto, el frotamiento, las acciones químicas, pueden separarlos, y entonces aparecen los fenómenos eléctricos.

Symmer dió el nombre de electricidad *vitrea ó positiva* á la desarrollada en el vidrio, y *resinosa ó negativa* á la desarrollada en la resina (*).

(*) No siempre se electriza el vidrio positivamente y el lacre negativamente. Según minuciosos experimentos verifi-

300. *Electroscopio de Ducretel*.—El electroscopio de Ducretel consiste en un pie de cristal que lleva en la parte superior un estribo metálico entre el cual puede girar libremente una pieza de ebonita que lleva un pivote. Sobre este pivote se fija una larga barra de ebonita que tiene un taladro en el centro.

Para hacer funcionar el aparato se comienza por retirar la barra de ebonita y se la frota con un paño de franela; en seguida se coloca en el pivote. Luego se frota el cuerpo cuya electricidad se trata de conocer y se acerca lentamente, y por arriba, á una de las extremidades de la ebonita. Si ésta sube, acercándose al cuerpo que se tiene en la mano, quiere decir que está electrizado positivamente, y si se aleja, entonces estará electrizado negativamente.

Esto resulta del principio descubierto por Duffay (*) de que *las electricidades del mismo nombre se rechazan y las de nombre contrario se atraen*.

301. *Producción simultánea de las dos electricidades*.—La experiencia ha demostrado que el frotamiento ó el simple contacto desarrolla siempre simultáneamente y en *cantidades iguales* las dos electricidades, una en el cuerpo frotador y otra en el cuerpo frotado.

El experimento de Lippmann sirve para demostrar este hecho:

En una probeta de cristal, aislada sobre un pedazo de parafina ó sobre una torta de resina, hay mercurio

cados en la Sociedad «Volta», á propuesta de la Srta. Elisa Allande, la clase de electricidad desarrollada depende esencialmente del cuerpo frotador.

(*) Duffay, célebre físico francés, miembro de la Academia de Ciencias.

muy seco que comunica por medio de un alambre metálico con el botón de un electroscopio de hojas de oro. Si se introduce una varilla de vidrio en el agujero, las hojas del electroscopio permanecen en contacto; pero se separan en seguida que se empieza a retirar la varilla y van divergiendo cada vez más hasta que la varilla queda enteramente fuera. Se demuestra que la varilla está también electrizada acercándola á un péndulo eléctrico y viendo que hay atracción.

302. *Leyes de las atracciones y repulsiones eléctricas.*—Las acciones que los cuerpos electrizados ejercen unos sobre otros, están sometidas á las dos leyes siguientes:

1.º *Las atracciones y repulsiones eléctricas están en razón inversa de los cuadrados de las distancias.*

2.º *Las atracciones y repulsiones eléctricas son proporcionales al producto de las dos cantidades de electricidad, de nombre contrario ó del mismo nombre, de que se hallan cargados los cuerpos.*

303. *La electricidad se acumula en la superficie de los cuerpos.*—Para demostrarlo se hace uso de una esfera hueca de metal que lleva un taladro en la parte superior y que está aislada con un pie de vidrio. Se electriza la esfera y en seguida se toca su parte interior con un *plano de prueba* que consiste en una varilla de vidrio que lleva en una de sus extremidades un disco de oropel pegado con lacre. Hay que tener cuidado al introducir el plano de prueba, de que no toque contra los bordes del agujero. En seguida se acerca el *plano* á un péndulo eléctrico y no hay atracción; pero basta tocar la esfera por cualquier punto de su superficie exterior, para que inmediatamente el péndulo manifieste la existencia del fluido eléctrico.

Puede también demostrarse con un cono de tela tomado en un anillo de metal aislado sobre un soporte de vidrio.

Se electriza el cono, en seguida se voltea al revés con ayuda de un hilo de seda; se toca por la parte interior y no indica la presencia de la electricidad; pero si se toca por la parte exterior, el plano atrae el péndulo.

Otra manera de demostrar el mismo principio consiste en electrizar una esfera de metal aislada con un pie de vidrio.

Sobre esta esfera se pueden colocar dos hemisferios de la misma materia, aislados también con mangos de vidrio. Una vez cubierta la esfera con los hemisferios, tocamos éstos y ya están electrizados, y después tocamos la esfera ha perdido toda su electricidad.

Cuando el cuerpo conductor es una esfera, la electricidad se acumula uniformemente en su superficie. Pero si es un elipsoide, no sucede lo mismo.

En un conductor puntiagudo la electricidad se acumula en la punta y aun puede escaparse venciendo la resistencia del aire.

304. *Densidad eléctrica.*—Se llama densidad eléctrica

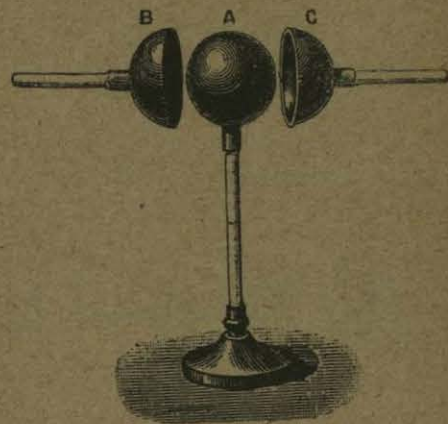


Fig. 307. La electricidad se acumula en la superficie de los cuerpos.

trica á la masa de electricidad que se acumula en cada unidad de superficie ó centímetro cuadrado de un conductor. Se observa que en un conductor de forma irregular, la densidad eléctrica llega á su máximo en las partes salientes y á su mínimo en las partes entrantes.

ELECTRICIDAD POR INFLUENCIA

305. Siempre que un cuerpo electrizado se halla á pequeña distancia de otro que no está electrizado, descompone el fluido neutro de éste atrayendo la electricidad de nombre contrario y rechazando la del mismo nombre.

Este fenómeno ha recibido el nombre de *electriza-*

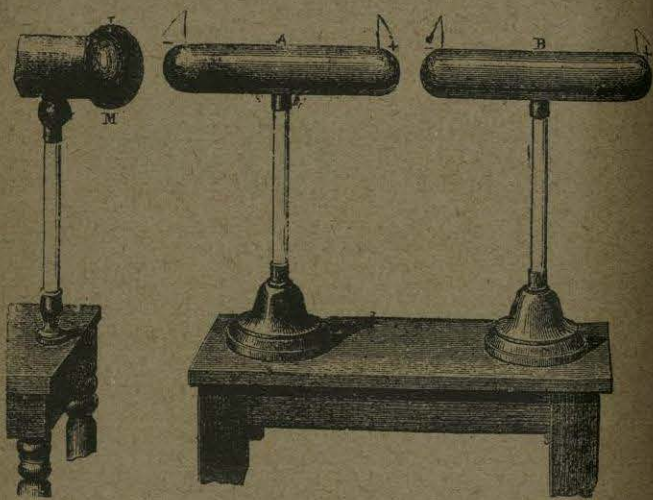


Fig. 308. Influencia eléctrica.

ción por influencia y también el de *electricidad inducida*. El cuerpo electrizado que actúa por inducción

se llama *cuerpo inductor* y aquel que recibe la acción se llama *cuerpo inducido*.

306. *Experimento de Epinus.*—Hagamos uso de un cilindro de latón A, aislado en un pie de vidrio y llevando en sus extremidades dos péndulos de saúco con hilos de cáñamo y fijos en columnitas de metal. Cuando se coloca este aparato á corta distancia de un foco de electricidad positiva M, se observa la serie de fenómenos siguientes:

- 1.º Los dos péndulos *divergen* inmediatamente; lo que indica que hubo electrización instantánea.
- 2.º Si se acerca al péndulo más cercano al foco una barra de lacre, electrizado negativamente, se nota una repulsión, luego, en virtud de la ley ya conocida, deducimos que este péndulo está cargado de electricidad negativa. Si se acerca al otro péndulo una barra de vidrio, electrizado positivamente, hay también repulsión, luego ese péndulo está electrizado positivamente. Se sigue de aquí que un *cuerpo electrizado por influencia y aislado, posee simultáneamente, en sus extremos opuestos, las dos especies de electricidad en estado libre.*

3.º Tan pronto como cesa la influencia, se recombinan las dos electricidades y el cuerpo vuelve al estado neutro. Basta alejar el cilindro A ó descargar el foco de electricidad para que los péndulos vuelvan á su posición de equilibrio, lo que prueba que las dos cargas eran equivalentes.

4.º Estando todavía el conductor electrizado por influencia, si se le toca con el dedo en *cualquiera* de sus puntos, se pierde la electricidad *del mismo nombre* que la del inductor y queda el conductor cargado con la electricidad del nombre contrario.

5.º Si cerca del conductor A ponemos otro conductor B, provisto de péndulos, vemos que éstos también divergen, de lo que resulta que un cuerpo electrizado por influencia ejerce acción á su vez sobre los conductores cercanos para separar en ellos las dos electricidades.

307. *Experimento de Faraday.*—El experimento de Faraday completa los precedentes. Se introduce una esfera de cobre electrizada positivamente y

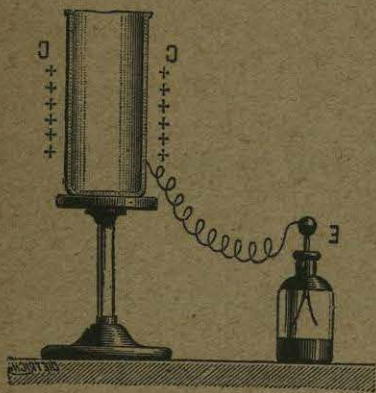


Fig. 309. Experimento de Faraday.

suspendida de un hilo de seda, en un cilindro de cobre muy bien aislado con un pie de vidrio y comunicando por su superficie exterior con un electroscopio de hojas de oro E. A medida que descende la esfera se ve que las hojas del electroscopio divergen más y más, hasta que estando ya la bola á bastante profundidad, la divergencia queda constante, sea que se baje más la esfera ó que se acerque á las paredes del cilindro. La influencia se ejerce, pues, en todas direcciones; de suerte que la bola, cuando está á bastante profundidad, ejerce sobre el cilindro todo el efecto de que es susceptible. Si se toca entonces con la esfera la pared interior del cilindro, se notará que las hojas de oro del electroscopio conservan la misma separación.

Esta separación, antes del contacto, dependía de

cantidad de electricidad desarrollada por influencia sobre la superficie exterior del cilindro, cantidad que llamaremos + Q. Después del contacto la separación de las hojas depende de la cantidad + Q de electricidad que pasa de la esfera á la superficie exterior del cilindro. Se deduce de aquí la igualdad entre la electricidad positiva de la bola y la electricidad positiva de la superficie exterior del cilindro.

Ahora bien, si en lugar de poner en contacto la bola con el cilindro, se toca el cilindro con el dedo, la cantidad + Q de electricidad que había en la cara externa desaparece y las hojas de oro caen. Pero si se retira la esfera electrizada, las hojas vuelven á separarse porque entonces la electricidad negativa pasa á la cara externa.

Si vuelve á introducirse la esfera, las hojas vuelven á caer, y si se toca el cilindro con la esfera, el cilindro vuelve al estado neutro y las hojas quedan verticales. Luego las cantidades de electricidad + Q y -Q son numéricamente iguales.



Fig. 310. Electroscopio de hojas de oro.

ELECTROSCOPIOS

308. Los *electroscopios* son, como ya dijimos, aparatos que sirven para averiguar si un cuerpo está electrizado y cuál es la naturaleza de su electricidad.

309. *Electroscopio de hojas de oro.*—El electroscopio de hojas de oro se compone de una campana de vidrio B atravesada por una varilla metálica C que termina exteriormente en una esfera y en la parte interior lleva dos laminitas de oro *nn*. La parte superior de la campana está lacrada y todo el aparato debe estar muy seco.

Para saber si un cuerpo está electrizado se acerca lentamente al botón C; la divergencia de las hojas haría conocer que si estaba electrizado. Si el cuerpo estaba, por ejemplo, electrizado negativamente, esta electricidad descompone, por influencia, la neutra de la varilla, atrayendo la positiva hacia la esfera y cargando de negativa á las hojitas de oro.



Fig. 311. Electrómetro de Henley.

Para saber la clase de electricidad de que está cargado un cuerpo se comienza por electrizar el electroscopio con una electricidad conocida; supongamos que sea positiva. Después acercamos el cuerpo cuya electricidad se trata de conocer; si las hojas divergen, la electricidad del cuerpo será positiva y si caen será negativa.

310. *Electrómetro de Henley.*—Este electrómetro se compone de un vástago metálico que lleva fijo un semicírculo de marfil *c* alrededor de cuyo centro puede girar una aguja de ballena terminada por una esfera de médula de saúco *a*. Este instrumento sirve para indicar los progresos de carga de un conductor y especialmente de las baterías eléctricas.

A medida que se carga la máquina ó la batería,

la aguja diverge y sube hasta que se alcanza el máximo de tensión.

Como este aparato no mide realmente la carga eléctrica, más bien que llamarle *electrómetro* deberíamos llamarle *electroscopio indicador*.

311. *Potencial eléctrico.*—Se da el nombre de *potencial eléctrico* á la resultante de las cargas eléctricas acumuladas sobre su superficie.

Si ponemos á un cuerpo electrizado en comunicación con un electroscopio de hojas de oro y anotamos la divergencia de las hojas, y después le comunicamos al conductor una carga eléctrica doble ó triple, veremos que aumenta la divergencia de las hojas. Luego *el potencial de un conductor electrizado es proporcional á su carga total*.

Si el conductor aislado y electrizado se pone en comunicación con el suelo, las hojas de oro caen en el acto y entonces se dice que el *potencial del conductor bajó á cero*, ó lo que es lo mismo, que el potencial del suelo es igual á cero.

Si dos conductores que producen la misma divergencia en el electroscopio se comunican entre sí conservarán el mismo potencial, así es que *dos conductores de igual potencial y del mismo signo están en equilibrio eléctrico*.

En cambio, si los dos potenciales iguales fueran uno negativo y otro positivo, bajarían á cero en el mismo instante en que se pusieran en comunicación.

Supongamos, ahora, dos conductores electrizados con potenciales diferentes y que se ponen en comunicación. Hay entonces una corriente de *electricidad positiva* del conductor de potencial más elevado hacia el conductor de potencial más débil, cualesquiera que sean los signos de los potenciales primitivos.

La fuerza electromotriz es la que resulta del movimiento que imprime á la electricidad positiva la diferencia de potencial entre dos cuerpos electrizados que comunican entre sí.

312. *Unidad de masa eléctrica.*—La unidad de cantidad ó de masa eléctrica es la cantidad de electricidad que debe poseer una esferita para que colocada á 1 centímetro de distancia de otra esfera idéntica é igualmente cargada de electricidad del mismo nombre ó de nombre contrario, la rechace ó la atraiga con una intensidad igual á la unidad de fuerza, ó sea á un *dino* (véase la pág. 37).

Pero como esta unidad — que proviene del sistema C G S — resulta muy pequeña, se escoge como unidad de masa eléctrica el COULOMB, que equivale á tres mil millones de unidades absolutas. Esta unidad práctica se emplea para medir las grandes masas de electricidad usadas en la industria.

313. *Trabajo eléctrico.*—Así como una masa de aire comprimido que pasa á un lugar donde hay aire menos comprimido es susceptible de efectuar un trabajo; así como una masa de agua cayendo de cierta altura puede producir un trabajo, de igual modo una masa eléctrica de un potencial cualquiera puede producir un trabajo que se llama trabajo eléctrico.

Llamando T al trabajo, *m* á la masa de electricidad expresada en *coulombs* y V la variación de potencial, tendríamos:

$$T = m V.$$

La unidad de trabajo eléctrico se llama *Joule* y se ha calculado que equivale á *cien millones de ergs* (véase pág. 36).

314. *Unidad de fuerza electromotriz. Volt.*—De

tal manera que el *coulomb* es la unidad de masa eléctrica, y el *joule* la unidad de trabajo eléctrico, definiremos por ahora el *Volt* ó unidad de potencial, diciendo que es la fuerza electromotriz necesaria para que una masa eléctrica de 1 coulomb produzca el trabajo de 1 joule.

315. *Electróforo.*—El electróforo, inventado por



Fig. 312. Funcionamiento del electróforo de Volta.

el distinguido físico Alejandro Volta, es un pequeño aparato productor de electricidad.

Se compone de una caja cilíndrica de madera, llena de resina fundida, ó bien de un simple disco de ebonita sobre el que se apoya un disco de latón aislado con un mango de vidrio.

Para producir electricidad con este aparato se sacude la resina con una piel de gato ó se frota la ebonita con un pedazo de franela, y en seguida se apoya encima el disco de latón.

La resina al ser golpeada con la piel de gato se electrizó negativamente, esta electricidad descomponía la electricidad neutra del disco metálico, atrayendo la positiva á su cara inferior y rechazando la negativa á la superior. Si después tocamos con el dedo la cara superior del disco, la electricidad negativa se pierde por el suelo, y al levantar el disco estará cargado de electricidad positiva. Comprobamos la carga eléctrica del platillo acercando el dedo y viendo que salta una chispa.

Volviendo á poner el platillo sobre la resina y tocando otra vez con el dedo, se cargará de nuevo y es posible repetir por muchas veces el experimento sin necesidad de volver á frotar la resina, sobre todo cuando el aire está seco.

MÁQUINAS ELÉCTRICAS

316. *Historia.*— Cabe el alto honor de haber construido la primera máquina eléctrica á Otto de Guéricke, burgomaestre de Magdeburgo, ya conocido por su invención de la máquina neumática.

La máquina eléctrica de Otto de Guéricke estaba compuesta de una esfera de azufre que podía girar alrededor de su eje, y que se hacía frotar contra un pedazo de paño que una persona tenía en sus manos.

Guéricke fué el primero en observar que un cuerpo atraído por otro electrizado era rechazado tan pronto como había contacto, y comparó la luz de la chispa á la fosforescencia que se observa cuando se parte azúcar en la obscuridad.

En 1709, el físico inglés Hawksbee construyó una nueva máquina eléctrica que daba mejores resulta-

dos que la de Guéricke. Se componía de dos cilindros de vidrio colocados uno dentro de otro, y entre los cuales se podía extraer el aire con la máquina neumática cuando se deseaba observar los efectos de la chispa en el vacío.

Los trabajos de Gilbert, Guéricke y Hawksbee fueron continuados por dos físicos ingleses Gray y Wheeler, quienes, como antes dijimos, descubrieron casualmente en 1729 el transporte del fluido eléctrico y clasificaron á los cuerpos en *buenos conductores* y *malos conductores*.

Gray fué el primero que electrizó el cuerpo humano, y descubrió que una persona electrizada podía atraer con sus manos cuerpos ligeros.

El físico Duffay fué quien hizo por primera vez un experimento que causó entusiasmo general: sacar chispas eléctricas del cuerpo humano, para lo cual suspendía á una persona en una tabla que colgaba del techo por medio de cuatro cuerdas de seda, y después la electrizaba acercándole un grueso tubo de vidrio fuertemente frotado. Bastaba acercar el dedo al cuerpo electrizado para producir una chispa.

Después de las imperfectas máquinas eléctricas mencionadas, vinieron las de Bozo, Häusen, Winkler, el Padre Gordon, Adams, Nairne y Van Marum.

En 1768, un óptico inglés, Ramsden, transformó definitivamente la máquina eléctrica empleando un disco de cristal en lugar de globo ó cilindro.

En 1867 llamó la atención en la Exposición Universal de París una máquina muy notable por la sencillez de su construcción y la intensidad de sus efectos; esa máquina era la del físico berlinés Holtz.

En 1881 el Sr. Carré presentó á la Exposición de París una máquina eléctrica que daba una chispa continua de 25 centímetros de longitud. Esta máquina es muy usada ahora en los gabinetes. Ultimamente se ha generalizado el uso de la máquina

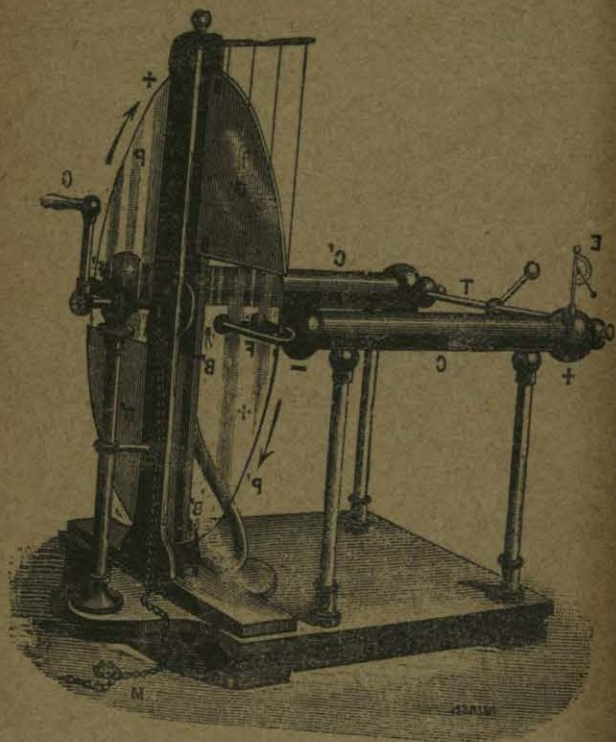


Fig. 313. Máquina de Ramsden.

quina de Wimshurst que es de mera influencia y multiplicación.

317. *Máquina de Ramsden.*—La máquina de Ramsden se compone de un disco circular de vidrio que se puede hacer girar por medio de una mani-

rela. El disco al girar frota entre dos pares de cojines de cuero, rellenos de crin y cubiertos con un polvo dorado llamado vulgarmente *oro musivo* (bismulfuro de estaño SnS^2). Frente al disco hay dos cilindros huecos de latón unidos anteriormente por una barra del mismo metal y aislados por medio de columnas de vidrio. Los conductores tienen unos arcos metálicos que abrazan al disco y que presentan puntas metálicas. Estos arcos en forma de herradura se llaman *peines*. Los cojines se comunican unos con otros por medio de una tira de papel de estaño pegada al soporte de madera y se comunican con el suelo por medio de una cadena.

Al frotar el disco contra los cojines se electriza positivamente; esta electricidad descompone por influencia la electricidad neutra de los conductores, atrayendo por las puntas la electricidad negativa y dejando á los conductores cargados de electricidad positiva.

Los cojines se electrizan negativamente; pero como están en comunicación con el suelo, se pierde constantemente por la cadena el fluido de que se cargan.

318. *Constantes de la máquina.*—La máquina de Ramsden, como todas las electrostáticas, está caracterizada por su *rendimiento* y su *potencial*, que se llaman las constantes de la máquina.

El rendimiento es la cantidad de electricidad que la máquina produce en un tiempo dado, por ejemplo en un segundo. El rendimiento es proporcional á la velocidad de rotación y á la extensión de superficie frotada; pero es independiente del ancho de los cojines. El potencial es la diferencia de carga que se establece entre los frotadores y los conduc-