

invierno como en verano; que la fuerza de la electricidad disminuye en el medio del día; y que en tiempos tempestuosos y agitados, su naturaleza varia á cada instante. Saussure dice (Viage en los Alpes) que esas variaciones se suceden á veces con tal rapidez, que apenas se tiene uno tiempo para observarlas, y que las nieblas hacen descender la electricidad de las altas regiones de la atmósfera, en cuyo caso es mucho mas sensible en la superficie de la tierra.

M. Schübler ha hallado, 1º que la electricidad es siempre positiva cuando el tiempo está sereno¹; 2º que se halla en el *primer minimum* poco tiempo antes de la salida del sol; que aumenta despues de la salida de ese astro, y que llega á su *primer maximum* algunas horas despues, (en el mes de mayo á las ocho próximamente). Disminuye en seguida hasta las cuatro ó las cinco, época de su *segundo minimum*, y llega ordinariamente al *segundo maximum* á una y media ó dos horas despues de puesto el sol; la estension de esas oscilaciones es, en igualdad de circunstancias, doble en verano que en invierno; esos periodos regulares se observan todo el año cuando el cielo está sereno, y son muy ligeros cuando el cielo está cubierto.

jaron colgando, esos físicos, un alambre metálico de 50 metros próximamente de longitud. Para demostrar que la oposición no es mas que aparente, sea *ab* (Fig 459) el alambre metálico; supongamos que la electricidad de la atmósfera es positiva, y que crezca en la misma proporción que la altura; la parte superior atrae el fluido negativo del alambre con una fuerza *R*, y repele el positivo con una fuerza *V*. La capa inferior produce el mismo fenómeno en sentido inverso, pero en virtud de fuerzas menores *r* y *v*. Así la electricidad negativa será atraída hácia la parte superior con un exceso de fuerza igual á $R-r$, y la electricidad positiva repelida hácia la parte inferior con un exceso de fuerza igual á $V-v$. Por consiguiente la parte superior del alambre se hallará en estado negativo, y la inferior en positivo. (M. Biot, t. II, p. 456).

¹ Segun Lemonnier y otros físicos, es algunas veces negativa.

Se ha observado que los periodos diurnos de la electricidad no siguen la marcha del termómetro.

La lluvia, la nieve y el granizo estan electrizados unas veces positiva y otras negativamente (*Annales de Chimie et de Physique*, t. II, 404).

Segun M. Peltier, la tierra está electrizada negativamente hasta las dos de la tarde.

492. Se conocen varios medios de hacer manifiesta la electricidad de la atmósfera.

El mas sencillo de todos, consiste en el empleo de un electroscopio sensible, armado de una varilla puntiaguda de metal de un metro de longitud próximamente; generalmente se compone esa varilla de varias piezas que encajan unas en otras (Fig. 460). Seria mas conveniente terminar el vástago por una bola y sustituir al electroscopio con el electrómetro condensador, de manera que su platillo inferior comunicase con el suelo por medio de una cadena. Todavía es mejor arrojar en el aire, como hacia Saussure, una bola pesada atada á un cordón metálico y cuya parte inferior toque al vástago del electroscopio. Cuando el cordón está estirado, trasmite al electroscopio la electricidad de la capa atmosférica con que está en contacto, pero á causa de la constancia del movimiento se destaca sin que por eso pierda el instrumento la electricidad que habia adquirido. Para aislar la vasija del electroscopio es muy conveniente colocarla en una campana de vidrio con algunos fragmentos de cal viva para desecar el aire. En la actualidad es mas sencillo emplear, como M. Peltier, el multiplicador, de manera que su alambre comunique por un extremo con la atmósfera y por el otro con un parage húmedo de la tierra (Véase mas adelante el multiplicador).

495. Volta y Saussure consideraban el acto de la evaporación como el manantial principal de la electricidad de la atmósfera. Pero esos físicos no estaban acordes acer-

ca de la naturaleza de la electricidad producida, y no obtuvieron en todos sus experimentos un desprendimiento de electricidad. M. Pouillet ha deducido de experimentos hechos al intento : 1° que no se desarrolla electricidad en la volatilizacion de un cuerpo puro (agua destilada, ácido acético, sulfúrico y nítrico concentrados) si se ejecuta la operacion en una vasija de una materia tal que el liquido no ejerza sobre él ninguna acción química; 2° que se desarrolla si el agua contiene alguna materia ácida, salina ó alcalina; 3° que el vapor de agua que se desprende de una disolucion alcalina (barita, cal, etc.) va cargado de electricidad negativa; 4° que el que se desprende de una disolucion ácida ó saliva se carga de electricidad positiva.

Es decir que en todos casos, la disolucion de donde emana el vapor toma una electricidad contraria. Son importantísimos esos experimentos, porque desvanecen las dudas que se tenian acerca de uno de los principales manantiales de la electricidad atmosférica (*Annales de Chimie et de Physique*, t. 55 y 56).

Para hacer el experimento se coloca sobre una placa de laton aislada un crisol de platina á una elevada temperatura. La placa comunica por medio de un alambre metálico con el platillo inferior de un electrómetro condensador, cuyo platillo superior comunica con el suelo. Se echa en el crisol el liquido que se trata de ensayar, y entonces se recoge la electricidad que conserva, y si se quiere recoger la que el vapor arrastra, se sumergirá el alambre metálico en este último.

A la evaporacion, como manantial de la electricidad atmosférica, debe agregarse el rosamiento del aire con las nubes, con la tierra y consigo mismo; en fin todos los fenómenos químicos que se verifican en la atmósfera.

Como las sales predominan en las aguas de la superficie de la tierra, parece natural que durante el día sea negativa esa superficie, segun piensa M. Peltier.

La atmósfera suele estar á veces tan cargada de electricidad que los matorrales, los troncos de árboles aislados, las orejas y las crines de los caballos, etc., se hacen luminosos. Esas centellas ó chispas van acompañadas de un silbido semejante al que se percibe poco antes de que el agua rompa á hervir en las vasijas metálicas. Tales son los hechos que observaron varias personas la noche del 17 de julio de 1817 en diferentes puntos de la costa oriental de los Estados-Unidos de América. Los relámpagos se sucedian con rapidez y pocas veces se oyó el estampido del trueno.

Los señores James Braid de Leadhills en 20 de febrero de 1817 (*Annales de Chimie et de Physique*, t. X, p. 284) y Allemand, hijo, en 5 de mayo 1820, tuvieron ocasion de observar un hecho semejante. El último advirtió que la copa y ala de su sombrero se habian vuelto luminosos durante una fuerte lluvia, y tratando de apagar el fuego con la mano aumentaba su intensidad. Esa luz no tenia olor ni producía el chasquido de que se habló en las observaciones precedentes (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XVII, p. 505).

De los para-rayos.

194. Despues de los experimentos de Franklin, se colocan sobre los edificios barras metálicas que se sumergen en el suelo, y que por el uso á que estan destinadas han recibido el nombre de *para-rayos* (Véase la Fig. 164).

Se dudó por algun tiempo de la utilidad de los para-rayos, creyendo que eran mas á propósito para provocar que para impedir la caída del rayo sobre un edificio; la esperiencia despues ha probado lo contrario, y en el día nadie niega ya su utilidad. ¿Qué efecto produce el para-rayo? La presencia de una nube descompone su electri-

idad, repele hácia el suelo el fluido de su misma naturaleza y atrae á la punta la electricidad de contraria-naturaleza. La intension de esta última debe ser tanto mayor cuanto mas considerable sea la accion de la nube; y cuando la presion sea suficiente para vencer la resistencia del aire, su electricidad se combina con una porcion de la electricidad de la nube que acaba por descargarse; en seguida se aleja obedeciendo á la accion del viento, como M. Charles ha observado diferentes veces, presentando á nubes tempestuosas, cometas armadas de puntas metálicas y atadas á cuerdas compuestas de cuerpos buenos conductores.

Puede imitarse ese fenómeno, suspendiendo del conductor de una máquina eléctrica un trapo de algodón atado á una hebra de lino y presentando despues una punta á ese algodón electrizado.

Las barras de los para-rayos van adelgazándose desde la base hasta la cúspide, y su altura en general es de 7 á 9 metros por 54 á 60 milímetros de lado en su parte inferior.

En atencion á la facilidad con que el hierro se oxida por su contacto con el aire húmedo, se quita de la parte superior una longitud de 55 centímetros y se reemplaza con un vástago cónico de laton dorado en su estremidad, ó lo que es aun mejor terminado en aguja de platina de 5 centímetros.

El modo de fijar el vástago en el edificio depende de las circunstancias particulares del último. El conductor sigue primero á lo largo del tejado, pasa despues por el muro ó pared maestra sumergiéndose en un pozo de 4 á 5 metros de profundidad si no se tiene agua á mano. Cuando el terreno es muy seco se duplica la profundidad. (Véase la Fig. 160 a).

Para preservar de la oxidacion la parte inferior del para-rayos se la hace pasar á una capacidad formada de

ladrillos y llena de carbon. Se ha experimentado que el hierro rodeado de brasea ó carbon menudo segun se acaba de indicar puede tirar 50 años sin sufrir la menor alteracion: despues de haber pasado por esa especie de receptáculo de carbon, atraviesa el conductor el muro del pozo en que debe sumerjirse, y para facilitar el desprendimiento de la electricidad se ponen dos, tres ó mas ramales en su parte inferior.

Es muy conveniente hacer que el extremo del para-rayo vaya á la parte mas húmeda del edificio, y para que esa humedad sea constante, en lo posible deben dirigirse las aguas llovedizas hácia aquel punto.

Como las barras de hierro, en razon de su rijidez, presentan dificultades para doblarse y seguir como es necesario las paredes de los edificios, se ha imaginado sustituirlas con cuerdas formadas de alambres metálicos y perfectamente embreadas.

Si el edificio contuviere piezas metálicas de alguna consideracion, como láminas de plomo aplicadas á los caballetes de los tejados, canales, etc., es necesario ponerlas en comunicacion con el para-rayo.

Se ha observado que una varilla metálica de las que se acaba de hablar protege eficazmente contra el rayo un espacio circular de un radio igual al duplo de su longitud.

Para dos para-rayos colocados sobre un mismo edificio basta un conductor comun. Generalmente cada par necesita un conductor, pero sea el que quiera el número de los que se cuenten sobre un edificio, deben ponerse pareados, estableciendo una íntima comunicacion entre los pies ó estremidades de todos los vástagos.

Siempre debe procurarse que el rayo llegue al suelo por el camino mas corto (Comision de la Academia de ciencias de París. — Informe leído por M. Gay-Lussac. *Annales de Chimie et de Physique*, t. 26, an. 1824).

494^a. Se defienden los edificios aislados de los efectos del rayo con conductores mas ó menos inclinados colocados en todas sus fachadas, los cuales descargan las nubes que una fuerte ventisca pudiera precipitar sobre cualquiera de ellas.

495. Segun los esperimentos de que se habló en el artículo de las baterías, es evidente que las varillas se fundirian si fueran muy delgadas. Sin embargo no se ha presentado ningun caso de fusion de para-rayo de las dimensiones anteriormente indicadas.

Deben evitarse en los para-rayos las *soluciones de continuidad*, y una vez llenada esta condicion no hay nada que temer; porque una de las propiedades mas invariables de la electricidad es la de seguir siempre con preferencia los mejores conductores; así que impunemente puede descargarse con la mano una batería eléctrica teniendo en la mano el conductor metálico que reune las dos armaduras. Y un pájaro, en el mismo esperimento, puede tocar al conductor sin recibir la menor lesion. Puede tambien rodearse de pólvora el escitador sin peligro de que se inflame.

Con todo, al hacer esos esperimentos, se observa algunas veces una conmocion instantánea que es incomparablemente menor que la de la batería. La electricidad libre pasa cerca de la mano del operador y por influencia descompone la electricidad natural de ese órgano, y cuando este vuelve á su estado natural, en el momento en que la batería se descarga produce una conmocion; esto se llama el *choque lateral*. Puede comprobarse ese hecho de otro modo; colóquese un pistolete de Volta, lleno de una mezcla de hidrógeno y de oxígeno, próximo á un conductor, y en el momento de la descarga de la batería podrá observarse la esplosion. El choque lateral es tanto menor cuanto mayores son las dimensiones del conductor; de manera que es uno dueño de atenuarlo cuanto quiera.

496. *Del choque de rechazo*. Muchas veces se han visto caer muertos súbitamente hombres y animales en el momento de la esplosion, á pesar de haber estallado el rayo á gran distancia del punto en que se hallaban. He aquí la esplicacion que se ha dado á ese fenómeno.

Sea ABC (Fig. 462) una nube cargada de electricidad negativa. Supongamos una persona colocada en E á corta distancia de la nube, de modo que la electricidad natural de sus órganos pueda descomponerse; la nube atraerá la electricidad positiva y la negativa será repelida al suelo. Si en el momento en que esté cargada de electricidad positiva, un objeto D determina la esplosion de la nube, las dos electricidades, separadas antes por la influencia de la nube, se reunirán, y el sacudimiento podrá ser bastante fuerte para ocasionar la muerte.

Esplicacion de los movimientos que la electricidad produce en los cuerpos.

497. 1^o Una bola de médula de sauco ó de cualquier otro cuerpo cargado de electricidad positiva y negativa, y aislada con respecto á los demas cuerpos, permanece y debe permanecer inmovil; pues que la presion que ejerce sobre el aire que la rodea es igual en todos sus puntos. Esa presion, segun se ha visto, es proporcional al cuadrado del espesor de la capa eléctrica.

2^o Sean ahora dos esferas electrizadas P y Q; tres casos distintos podemos considerar; cuando P y Q no sean conductores; cuando uno lo sea, Q v. g., y otro no; cuando entrambos en fin sean conductores.

1^{er} caso. Ni P ni Q son conductores. A causa de esa propiedad retienen ambos cuerpos la electricidad y dividen entre sí sus movimientos.

No tomamos en consideracion la accion de la electricidad de P ó de Q sobre sí misma, porque las repulsiones ó

atracciones de mi sistema no pueden transmitir ningun movimiento á su centro de gravedad. Únicamente no es necesario considerar la accion entre las electricidades de P y de Q; de manera que segun lo espuesto en el n° 447 podremos representar la accion eléctrica repulsiva ó atractiva de dos bolas por $\frac{FEE'}{D^2}$; siendo D la distancia de esas dos bolas E y E' las cantidades de electricidades que poseen y F un coeficiente que representa la intension de esa reaccion cuando D, E y E' son respectivamente iguales á la unidad de su especie, y sin que las bolas, hipotéticamente, tengan la menor facultad de conducir.

2° caso. Q conductor y P no conductor. Cuando la distancia entre dos esferas es muy grande con relacion á sus radios puede mirarse como constante el coeficiente F, y produciéndose la reaccion eléctrica en virtud de las cantidades de electricidad E y E', puede representarse por $\frac{FEE'}{D^2}$.

Mas como el estado eléctrico de la esfera que conduce, varia segun la distancia, se sigue que la accion eléctrica debe variar tambien bajo las mismas condiciones.

De cualquier modo que sea, no hay la menor dificultad en concebir la atraccion de dos esferas si sus electricidades son de naturaleza diferente, y su repulsion si las últimas son de la misma naturaleza, considerando siempre que la presion del aire atmosférico retiene la electricidad en la superficie de los cuerpos.

5° caso. Ni P ni Q son conductores. Los mismos principios sirven de base para la resolucion de este problema.

498. Vamos á hacer una aplicacion en el *péndulo eléctrico*. Supongamos que la bola *a* de ese instrumento está electrizada positivamente, y en ese caso aproximemos una barra de resina cargada de electricidad negativa (Fig. 465).

La electricidad negativa de la resina atraerá la positiva

de la bolita, y esa electricidad positiva se acumulará la mayor parte en *b*, de manera que la presion eléctrica será mucho mas fuerte en *b* que en *a*, y recíprocamente la presion atmosférica será menor en *b* que en *a*; la bola se lanzará hácia la barra con una fuerza igual á ese exceso de presion. Hemos considerado únicamente la electricidad positiva de la bola, pero es necesario al mismo tiempo tomar en cuenta la electricidad natural de esa bola, puesto que una parte se descompone á causa de la influencia de la barra de resina.

La electricidad positiva procedente de esa descomposicion, se coloca en la parte mas próxima de la barra de resina y la negativa pasa á la parte opuesta, resultando todavía un exceso de presion que obrará en el mismo sentido que el exceso que determinó la electricidad primitiva.

A medida que el hilo que sostiene la bola se separa de la vertical, se aviva la fuerza de la gravedad para hacerle caer, y en el número 22, tomo I, hemos visto que si por *p* se representa el peso de la bola y por *a* el ángulo que el hilo forma con la vertical, puede representarse por *p. sen. a* la intension de la componente que tiende á hacerle volver á la vertical. En la posicion en que guarda equilibrio hay igualdad entre el exceso de la presion que tiende á levantar la bola y *p. sen. a* que tiende á hacerla bajar.

Con frecuencia se observa en los esperimentos de electricidad que la atraccion sucede á la repulsion. Esto sucede ordinariamente cuando se presenta un cuerpo pequeño y con poca carga á un cuerpo mucho mayor y con muy crecida carga; v. g., una bolita electrizada negativamente y presentada al conductor de una máquina. A medida que la bola se aproxima se descompone una porcion mucho mas considerable de su electricidad, y entonces la atraccion debida á esa última causa vence á la fuerza de repulsion á que dió origen la electricidad inicial.

199. Parécenos este lugar el mas á propósito para hablar de un experimento que se hace en todos los cursos de física. Sobre el conductor de una máquina eléctrica (Fig. 166) se coloca una aguja AB formada con un alambre metálico cuyas puntas están vueltas en opuestos sentidos. En su centro tiene un agujerito C para colocarla sobre un apoyo cónico. Cuando la máquina funciona, la aguja gira como si con las puntas rechazara el aire. La electricidad se escapa por cada una de las puntas, y resulta que la presión es entonces nula, pero la que en el extremo opuesto se ejerce contra la atmósfera, determina el movimiento en ese último sentido. El fenómeno es absolutamente semejante al que observamos al tratar de los líquidos, nº 41, tomo I.

« Este fenómeno, dice M. Pécelet¹, se comparó á los efectos de reaccion que se producen en el desagüe de los líquidos y de los gases, considerando á la capa de aire que rodea á un cuerpo electrizado como una vasija que retenia el fluido, pero cuyas paredes tenian solamente una resistencia limitada; entonces, si la tension electrica en un punto cualquiera de la superficie vencia á aquella resistencia, se agujereaba la vasija, y escapando entonces el fluido, resultaba en el punto opuesto de la vasija una presión que le hacia moverse en sentido opuesto al del desagüe. Era difícil admitir esa esplicacion, porque siendo la accion igual á la reaccion, era necesario suponer á la electricidad una masa finita ó una velocidad infinitamente grande. M. Aimé ha hecho patente la inexactitud de esa esplicacion con el siguiente experimento. Una aguja doblada en forma de s y barnizada en toda su longitud, excepto en el extremo de las puntas, colocada horizontalmente dentro de una campana por medio de un alambre metálico muy fino y tambien barnizado, no da vueltas

¹ Tom II, pág. 84.

cuando la máquina funciona si se toma la precaucion de hacer el vacío en la campana, aun cuando la electricidad se escapa por las puntas, como puede observarse haciendo el experimento en la oscuridad. Segun esto parece probable que el movimiento de que se trata proviene de la fuerza repulsiva que sobre la aguja ejerce el aire electrizado por la corriente. Hay otro hecho observado igualmente por M. Aimé, que viene en apoyo de la última esplicacion; el *molinillo eléctrico*, que así se llama tambien el aparato (Fig. 164), funciona cuando está sumergido en un líquido mal conductor, como el aceite, y permanece inmovil, cuando está sumergido en el agua.» (Pécelet.

Electricidad desarrollada por la presión.

200. « El rozamiento¹ es el origen de la electricidad libre en las máquinas eléctricas que hemos explicado; pero hay ademas otras causas que pueden descomponer el fluido natural, entre las cuales es una la presión de los cuerpos sólidos compresibles ó elásticos. El primer hecho relativo al desarrollo de la electricidad libre por la presión es debido á M. Liebes, el cual observó que una placa de metal aislada y sin barnizar se electrizaba negativamente comprimiéndola con un tafetan barnizado, y positivamente si la frotaba con el mismo cuerpo. Tambien una placa de vidrio se electriza negativamente cuando se le comprime entre pedazos de tafetan engomado.

« Haüy descubrió despues que algunos cristales se electrizaban por el mero hecho de la presión; es sumamente marcado el fenómeno en la cal carbonatada

¹ Hemos sacado todos los pormenores adjuntos acerca de la electricidad desarrollada por la presión, del *Curso de Física*, de M. Lamé, tom. III.

cristalizada ó espato de Islandia; para hacer el experimento se la comprime entre los dedos presentándola en seguida á los extremos de una aguja metálica horizontal, y que pudiéndose mover fácilmente sobre un eje comunica con el receptáculo comun; la aguja entonces se desvia á causa de la atraccion que el fluido libre del cristal ejerce sobre el fluido de nombre opuesto acumulado en el extremo de la aguja á causa de la influencia del primero. Los cristales comprimidos pueden conservar su electricidad libre por muchas horas y aun á veces por muchos dias, propiedad sumamente notable en el espato de Islandia. La facultad de dar ó no señales de la electricidad por la presion, y la de conservarla por mas ó menos tiempo, han sido colocadas por M. Haüy entre los medios que pueden seguirse para distinguir entre sí las sustancias minerales.

« M. Becquerel ha estudiado tambien los fenómenos que resultan del desarrollo de la electricidad por la presion; su electrómetro se reducía á una balanza eléctrica cuyo alambre metálico era capilar, y con un aparato particular graduaba á voluntad las presiones ejercidas, que cesaban, ó instantáneamente, ó con una velocidad determinada. De sus experimentos ha deducido las leyes siguientes: cuando se comprimen uno contra otro dos cuerpos de diferente naturaleza, y se los separa despues súbitamente, quedan cargados de diferentes electricidades. Si los dos cuerpos son malos conductores, ó si siendo buenos conductores se los ha comprimido ó separado hallándose aislados, la electricidad libre esparcida en cada uno de ellos se manifiesta con los signos ordinarios. Si uno solo de esos dos cuerpos, no aislados, es mal conductor, solo se advierten en él las señales de la electricidad.

« En fin, si los dos cuerpos sometidos á la presion son buenos conductores, y están siempre en contacto con el receptáculo comun, la electricidad libre desarrollada por

la presion no es sensible en ninguno de ellos, resultado que debia esperarse.

« La cantidad de fluido neutro que la presion descompone, ó la masa de electricidad libre esparcida en cada uno de los cuerpos comprimidos, despues de su separacion, depende á la vez de la fuerza de la intensidad de la presion que han experimentado y de la rapidez con que se los ha separado. Cuando la velocidad es la misma, la electricidad libre esparcida en cada cuerpo por separado es tanto menor cuanto mas lenta ha sido la separacion, y cuanto mas corta es la facultad de conducir tanto mas tiempo conservan la electricidad libre desarrollada por la presion.

« El calor influye mucho en estos fenómenos; el espato de Islandia que á la temperatura ordinaria se carga de electricidad positiva, mediante la presion, toma por la inversa, en las mismas circunstancias, la electricidad negativa cuando se eleva suficientemente la temperatura. Cuando se comprimen uno contra otro, dos cuerpos de la misma naturaleza, cuyas temperaturas sean iguales, no dan la menor señal de electricidad cuando se los separa; pero si las temperaturas son diferentes, el mas caliente se carga de electricidad negativa y el mas frio se electriza positivamente.

« Para observar esos fenómenos, es necesario enjugar y aun mejor secar los cuerpos que se trata de experimentar, puesto que siendo la electricidad buen conductor, puede recomponer los fluidos eléctricos; y la esperiencia demuestra que sin esas precauciones no dan los cuerpos señales de electricidad despues de su separacion. Se puede demostrar el desarrollo de la electricidad por la presion, con pedazos de corcho, de goma elástica, de médula de sauco, siempre que entre las manos del operador y esas sustancias haya un cuerpo mal conductor.

204. « No se debe confundir el desarrollo de electricidad

debido á la presion con el del rozamiento entre los cuerpos sometidos á esa presion. Los hechos citados anteriormente prueban que son absolutamente distintos, puesto que los cuerpos pueden adquirir diferentes electricidades en uno y en otro caso. M. Pécelet ha demostrado, con una porcion de esperimentos, que la energía de la presion no tiene ninguna influencia en la cantidad de electricidad desarrollada por dos cuerpos frotados bajo esa presion obrando continuamente. Esta ley parece hallarse en contradiccion con la que resultó de los esperimentos de Becquerel acerca de la electricidad desarrollada por la presion. Con todo es necesario advertir, que en esos fenómenos, el contacto prolongado de esos cuerpos, frotados ó comprimidos, produce una combinacion mas ó menos rápida de esos fluidos separados, y que los efectos observados dependen únicamente de las electricidades libres que escapan de esa recomposicion. Por consiguiente son compatibles entre sí esas dos leyes admitiendo que la cantidad de fluido neutro, que se reproduce en el contacto, es muy diferente entre las superficies frotadas y entre las que únicamente son comprimidas.

Electricidad desarrollada por la division de los cuerpos.

202. « Cuando se separan dos láminas de mica una de otra, se desprende un destello de luz en la oscuridad, y si ademas están aisladas quedan cargadas de contrarias electricidades. Dos láminas de cal sulfatada (yeso) que han perdido por la accion del calor su agua de cristalización producen el mismo fenómeno. Las dos partes de una carta desdoblada se electrizan tambien de diverso modo. Estos hechos, á lo que parece, dependen de la misma causa que la electricidad desarrollada por la presion, y son únicamente perceptibles en los cuerpos cristalizados ó aque-

los que en su superficie despues de la fractura ofrezcan alguna diferencia con respecto á la disposicion de sus moléculas; la esperiencia demuestra que cuando se rompen barras de vidrio ó de resina no quedan despues los pedazos cargados de electricidad. El choque puede tambien desarrollar electricidad, sin duda alguna por la compresion que ocasiona en los cuerpos chocados; la luz ó la fosforescencia que produce el choque en la oscuridad se atribuye á la reunion de las electricidades desarrolladas por la percusion. » (Lamé.)

De la electricidad desarrollada por el contacto.

203. En el año de 1789 se descubrió un nuevo ramo de la electricidad, que recibió el nombre de *Galvanismo*, por llamarse Galvani un profesor de Bolonia que estudiando la irritabilidad nerviosa, observó que una rana que habia colgado por la columna vertebral de un gancho de cobre esperimentaba fuertes convulsiones cuando los músculos tocaban otro metal apoyado en el cobre. Varióse de mil modos el experimento, y Galvani creyó haber encontrado una prueba de la existencia de una electricidad animal. Segun ese anatomista el músculo contenia las dos electricidades, la negativa en la superficie exterior, y en la interior la positiva, y los nervios en tal caso servian de conductores. El fluido positivo pasaba del interior del músculo al nervio y en seguida al arco escitador, y este último la trasmitia á la superficie exterior del músculo (*Historia del galvanismo*).

204. La opinion de Galvani fué aprobada por una porcion de sabios. Volta sin embargo sostuvo que la electricidad se producía por el contacto de los dos metales, y que si el animal esperimentaba convulsiones era solamente porque por medio de sus órganos establecia la comuni-

cacion entre las dos electricidades positiva y negativa desarrolladas por el contacto. Los experimentos en que el célebre fisico de Pavia se fundaba son los siguientes. Pueden todos reducirse á tres principales, pero en estos es muy interesante fijarse porque sirven de fundamento á la teoría de la pila.

1° Se toman dos discos circulares, uno de zinc y otro de cobre, aislados con barras de vidrio, se los pone en contacto y se aproxima en seguida uno de ellos, el de cobre por ejemplo, al platillo colector del electrómetro condensador. Si se repite varias veces la misma operacion, se advierte, despues de haber levantado el platillo superior, que el electrómetro está cargado de electricidad negativa, lo que prueba que el cobre estaba tambien cargado del mismo género de fluido. El zinc hubiera dado electricidad de diferente naturaleza (pero para ese experimento es necesario que el platillo colector del electrómetro condensador sea de zinc, ó valerse de un cuerpo intermedio algo húmedo en el caso de que fuera de cobre); porque lo mismo en el contacto, que en todos los casos en que hay desarrollo de electricidad, se producen ambos fluidos á la vez. Puede evitarse la comunicacion entre el suelo y el platillo superior del condensador, con tal que se toque al mismo tiempo cada uno de los plátillos con uno de los discos ¹.

El conjunto de dos láminas es en realidad una máquina eléctrica en pequeño; el contacto hace pasar el fluido positivo al zinc y el negativo al cobre, hasta que se establece el equilibrio entre la fuerza que produce la descomposi-

¹ Volta, generalizando sus ideas, asentó el principio de que el contacto de dos sustancias heterogéneas, cualesquiera que sean, produce la descomposicion del fluido natural. Sin embargo, el hecho no es visible entre dos discos, sino cuando estos son de meta).

cion de la electricidad natural y la accion atractiva entre ambos fluidos.

2° Pudiera tal vez creerse que la produccion de electricidad es consecuencia de la presion entre los dos metales. Para destruir esa objecion no hay mas que soldarlos segun se ve en la (Fig. 165). Tóquese en seguida el platillo colector del condensador, que suponemos de cobre puro, con la parte de cobre, teniendo al mismo tiempo en la mano la parte de zinc, y se observará que el electrómetro está cargado de fluido negativo; si se hace el experimento cogiendo esa placa doble por la parte de cobre y poniendo el zinc en contacto con el platillo colector, no se advierte ninguna señal de electricidad en el electrómetro y sin embargo la presion es la misma en ambos casos.

En el experimento n° 1°, como los discos estan aislados, deben retener cantidades de fluido eléctrico totalmente iguales aunque de contraria naturaleza, y entonces el condensador debe cargarse por uno y otro. Pero en el segundo experimento uno de los discos, por el mero hecho de comunicar con el receptáculo comun, adquiere su estado natural, y el otro puede recibir mayor cantidad de fluido, segun demuestra la esperiencia. Si la lámina de cobre toca al platillo inferior del condensador, una parte del fluido negativo que contiene pasa al platillo, y entonces disminuye la tension; la lámina doble suministrará por sí misma y por el suelo la electricidad necesaria para poner al cobre en su estado primitivo; de manera que el electrómetro condensador quitará la electricidad á la lámina de cobre, hasta que la tension eléctrica sea la misma en el platillo colector y en la lámina que toca. De modo que es un hecho, que la lámina de cobre puede estar cargada de electricidad negativa aunque toque la lámina de zinc que comunica directamente con el suelo. El contacto, es