

§ III.

Trátase de la carga eléctrica de los cuerpos no conductores, de las influencias eléctricas á distancia, de las atracciones y repulsiones, de los electrómetros y electróscopos, y del reparto de la electricidad por las superficies de los cuerpos electrizados.

EUG. — Siendo así ya no lo extraño.

TEOD. — Los cuerpos *aislantes* ó *ideolétricos* ó no conductores, pues todos estos nombres llevan, presentan fenómenos diferentes de los espuestos; parece que el fluido eléctrico, que se desarrolla en ellos ó que se les comunica se fija en cierto modo alrededor de cada molécula del cuerpo aislante; de modo que todo lo que hemos dicho de los efectos de la tension y de la compresion y naturaleza del aire en los cuerpos conductores no es aplicable á los no conductores, á menos que considereis cada una de las moléculas como independiente de las demas.

SILV. — Esto me parece un absurdo.

TEOD. — Con todo es un hecho. Si tomais un plato de resina y lo electrizais fuertemente por los medios convenientes, será facil reconocer en toda su superficie una tension eléctrica considerable. Mas si tocáis uno de sus puntos con la punta del dedo, ó cualquier otro conductor saldrá una chispita, y el punto tocado habrá perdido su estado eléctrico, mientras que los demas lo conservarán todavía; y es de tal modo completa la independenciam de estos diferentes puntos, que unos pueden conservar la elec-

tricidad vitrea y otros la resinosa sin que puedan unirse estos dos fluidos. Cuando tratemos de la botella de Leyden lo acabaremos de demostrar.

EUG. — ¿Tampoco será regular que los cuerpos aislantes se conduzcan como los conductores en el vacío?

TEOD. — Así es á la verdad. Para que pierdan su electricidad de una manera total, es preciso que trascurra mucho tiempo, lo cual parece indicar que ejercen una atraccion bastante fuerte sobre las partículas del fluido eléctrico, al paso que, segun está demostrado, los conductores no ejercen ninguna; pues solo la guardan cuando hay un obstáculo que se opone á su salida. Otro hecho hay que tambien detallaremos en otra parte, y es que si electrizais al mismo tiempo una lámina conductriz y otra aislante, aplicadas la una contra la otra, en el momento en que las separeis, toda la electricidad se quedará en la superficie de la chapa aislante.

EUG. — Concluyente es la prueba si tal sucede. Decidme ahora si la electricidad ejerce su influencia solamente á corta distancia, ó si puede ejercerla á distancias considerables.

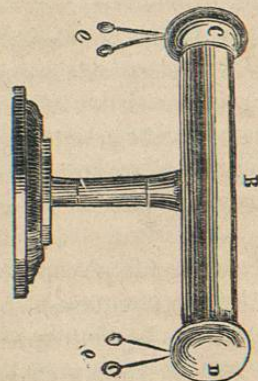
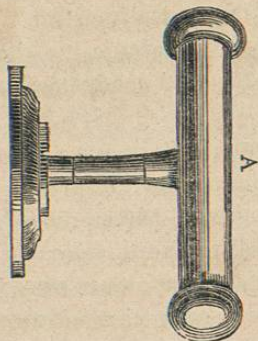
TEOD. — Aun cuando parezca fija en capas delgadas, en la superficie de los cuerpos que estan cargados de ella, ejerce influencias á bastante grandes distancias. Y como sin la teoría de estas influencias no podriais entender la mayor parte de los fenómenos eléctricos, se hace forzoso que os la explique.

EUG. — Os pido encarecidamente que aun cuando sea en compendio, no me priveis del conocimiento de todos los principios adoptados.

TEOD.—Aquí tenemos este conductor A (Fig. 84),

que viene á ser un cilindro de cobre terminado por dos esferas y sostenido por una columna de vidrio. Carguémoslo de electricidad vitrea; ahora coloquemos cerca de él otro conductor B, que como veis está construido del mismo modo, sin mas diferencia que las bolitas de sahuco *ee* colgadas de él; á este no lo electrizaremos, mirad como ya da señales de electricidad, las bolitas se rechazan.

Fig. 84.



laca, froto, y lo presento á las bolitas de la estremidad C, ved como las rechaza; señal de que en esta estremidad hay electricidad resinosa; ahora la presenté á las bolitas de la estremidad D; las bolitas son atraí-

das por la resina; luego hay electricidad vitrea.

EUG.—Es una cosa singular.

TEOD.—Vamos mas adelante. Sin tocar el conductor B, apartémosle de la influencia del otro; hete las bolitas quietas, ya no da ninguna muestra de electricidad. Volvámoslo bajo la influencia del otro conductor, y toquemos con la punta del dedo su estremidad D; hé aquí que ya no muestra ninguna electricidad en este cabo; las bolas estan quietas, y notad que las de la estremidad opuesta se han apartado mas; prueba clara de que se ha aumentado allí su tension, y bastará que acerquemos la resina para convencernos de que su electricidad es resinosa. Apartemos ahora de nuevo el conductor B facil os será demostrar si quereis que hay en toda su estension electricidad resinosa. Venga una bolita electrizada resinosamente.

EUG.—En efecto la rechaza. Dadme cuenta de todos estos fenómenos que me tienen confuso.

TEOD.—El conductor A contiene electricidad vitrea que puede ejercer atracciones y repulsiones, hasta á grandes distancias, sobre otros fluidos eléctricos; el conductor B, situado cerca de él, contiene fluido natural, esto es las dos electricidades vitrea y resinosa; el fluido resinoso es atraído hácia la estremidad C del conductor B por el fluido vitreo del conductor A, mientras que el fluido vitreo es rechazado hácia la estremidad D. En semejante estado los dos cabos del conductor B han de anunciar electricidades opuestas, y esto es efectivamente lo que anuncian como habeis visto. Cuando he alejado el conductor B sin haberlo tocado, las dos electricida-

des que formaban antes de todo su fluido natural y que se han separado bajo la influencia del conductor A, cesando esta influencia han vuelto á unirse, se han combinado otra vez y presentado de nuevo el estado natural; por esto no habeis visto fenómeno ninguno de electricidad. Cuando he tocado el conductor B, en el punto D durante la influencia del conductor A, despréndese una chispa que se compone de fluido vitreo, rechazado hácia esta estremidad, el cual se une al resinoso del dedo. Con esta sustraccion se facilita la accion descomponente del conductor A y la electricidad aumenta en C. Por último cuando despues del contacto se aleja el conductor B del conductor A, el fluido resinoso se desparrama uniformemente por toda su superficie, mas no halla ya en él el fluido vitreo necesario para saturarle; y por esto el conductor B conservará caracteres eléctricos resinosos. Ocioso es decir que si en vez de cargar el conductor B de electricidad vitrea lo cargamos de electricidad resinosa todo sucederá en orden inverso.

EUG. — ¿Qué decís, Silvio, de estas esplicaciones?

SILV. — Las halló en efecto muy conformes.

TEOD. — Lo que os acabará de probar el importante fenómeno de la separacion de ambos fluidos, es que durante la influencia del conductor A, hay en medio del conductor B un punto que no presenta ningun caracter eléctrico y varia segun la distancia en que se halle el conductor A. Inutil es que os diga que todos estos fenómenos son proporcionales á la tension de la electricidad en el conductor A pri-

mitivamente cargado y al grado de aproximacion de ambos á dos conductores.

EUG. — ¿Y qué es lo que se ha pasado en el conductor A, porque hasta ahora casi no nos habeis hablado sino del conductor B?

TEOD. — Justa es la observacion y voy á satisfaceros. El conductor A no experimenta ningun cambio absoluto en su estado eléctrico; mas puede sufrir algunos en apariencia y momentáneamente en tanto que está cercano el conductor B. Porque en primer lugar la electricidad vitrea que contiene en exceso, al mismo tiempo que atrae la electricidad resinosa del otro conductor, es atraida á su vez por esta, de suerte que la tension se hace mucho mas fuerte en una estremidad que en otra. En segundo lugar el conductor A, á mas del exceso de electricidad vitrea de que está cargado, contiene fluido natural, el cual puede descomponerse en parte por la aproximacion de la electricidad resinosa del conductor B.

EUG. — ¿Y si ambos conductores estuviesen cargados de electricidad semejante ó diferente, qué sucederia?

TEOD. — En este caso se ejercerian las acciones de distancia, en primer lugar, sobre los fluidos libres; por ejemplo si el conductor A está cargado de electricidad vitrea y el conductor B de electricidad resinosa, ambas á dos electricidades se atraen, y el máximo de su tension, en entrambos conductores, se halla en las estremidades cercanas. Puede ser tal esta accion que las estremidades opuestas dejen de dar caracteres eléctricos; de modo que no se po-

drá robar al conductor B su electricidad, tocándolo por el cabo D; de lo que se saca que, á causa de esta atraccion recíproca, hallándose ambas electricidades en cierto modo fijas, dejan de presentar sus fenómenos ordinarios, y esto es lo que se quiere decir cuando se habla de electricidades disimuladas. Si ambos á dos conductores estan cargados de electricidad semejante, estas electricidades se rechazarán, las estremidades opuestas de los conductores presentarán el máximo de tension, al paso que las aproximadas no presentarán ningun caracter eléctrico. Por esto dos puntas vecinas destruyen recíprocamente sus efectos. Advertid que todos estos fenómenos, cuando es solamente el aire el que separa los conductores, son muy limitados, porque llega cierto grado de aproximacion en que los fluidos que se atraen consiguen vencer la resistencia del aire para reunirse entre ambos conductores, produciendo el fenómeno de la centella eléctrica. Así cuando acercáis la mano á un conductor cargado de fluido eléctrico, el fluido de la misma naturaleza contenido en la mano será rechazado, mientras que el fluido resinoso es atraído, hasta que la tension en el conductor y la tension en la mano sean suficientes para vencer la presion atmosférica y producir la chispa.

EUG.—¿Cuando sale esta chispa sale toda la electricidad de que está cargado el conductor, ó solo la que tiene de esceso?

TEOD.—Casí toda sale, y lo concebireis claramente representándoos que el trayecto de la chispa forma en la atmósfera una especie de vacío al través del cual puede precipitarse todo el fluido eléc-

trico á la vez. Si en vez del aire se pone otro cuerpo que separe ambos á dos conductores, como por ejemplo vidrio, se obtienen fenómenos eléctricos mucho mas notables que cuando solo los separa el aire. Vamos á hacer ahora, si quereis, algunos experimentos sobre las atracciones y repulsiones de los cuerpos electrizados.

SILV.—No os pese perder el tiempo en esto, porque es curioso.

TEOD.—Primeramente pongamos en el conductor una campanilla, de modo que quede electrizada. Quitemos despues el badajo de esta campanilla, y colguémosle con un hilo de seda fuera de la campanilla, pero cerca. En poniendo la mano á la parte opuesta empezará el badajo á moverse, y dará ya en la campanilla ya en la mano... ahí lo veis.

EUG.—Curioso es en efecto.

TEOD.—Despues de este experimento puede divertirse el físico, y tener en su gabinete un repique que le avise cuando trabaja la electricidad, y cuando está quieta la máquina. Para esto (Fig. 85) colguemos del conductor una campanilla A de modo que quede electrizada, y pongamos junto á ella otra de tono diferente E que no esté electrizada, y entre las dos un badajo m colgado con seda. Mientras trabaja la máquina la campanilla electrizada le a-

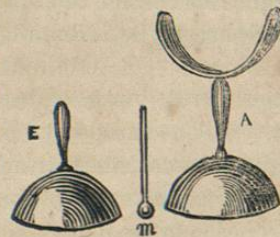


Fig. 85.

trae, y dando el badajo ya en una, ya en otra campanilla, forma repique. ¿Ois? Muchos ponen en un plato de madera siete campanillas, una que se ha de electrizar, que está en el centro, esta ha de tener su cabo hácia abajo sobre el lacre ó resina, puesto sobre vidrio para quedar *aislada* y electrizarse, y las otras seis no deben ser electrizadas. Se han de colgar con hilos de seda otros tantos badajos entre la campanilla del medio y las del rededor; y entonces moviéndose los badajos, ya atraídos por la campanilla del medio, y ya rechazados por ella, tocan alternativamente, y hacen un repique multiplicado. Los que tienen gabinete propio para esta máquina colocan este aparato del repique junto al techo, y conducen por medio de un alambre la electricidad desde el conductor hasta la campanilla del centro, que debe estar bien aislada.

EUG. — Se esplican estos repiques por la misma teoría de los fluidos.

TEOD. — Por la misma se esplican en efecto. Cuando el badajo de una campanilla es atraído por la que está electrizada, y la toca, queda electrizado, porque está colgado con un hilo de seda, y por quedar electrizado le rechaza la campanilla, que también lo está; y de este modo va á dar en la otra campanilla E, y pierde con este toque la electricidad, y así queda capaz de ser atraído de nuevo; por lo que debe dar alternativamente en las dos campanillas, y formar el repique eléctrico. Esta atracción y repulsión se ven más claras y evidentes en el experimento de las limaduras de hierro (Fig. 86). Cuando ofrecemos las limaduras á la chapa F electrizada, que

las llevamos solo en el centro del plato B en un monton, empiezan luego á hervir saltando hácia arriba; y en tocando en la chapa electrizada, se electrizan también las limaduras, y por esto las despide la chapa F, que ya no las quiere; y por último se ve todo el plato cubierto de limaduras, de lo que se demuestra que no se cayeron simplemente en el plato, si que fueron rechazadas por la chapa superior electrizada.

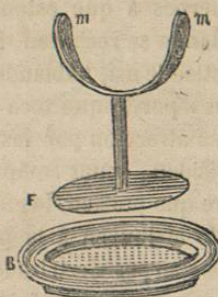


Fig. 86.

Esto se observa constantemente en todos los cuerpos electrizados. En el electrómetro de hilos, como todos están electrizados, todos se rechazan mutuamente, y hacen un ramillete muy abierto y erizado; pero tocando con el dedo en el conductor se pierde la electricidad, y al punto caen los hilos y se juntan unos con otros. Lo mismo experimentamos en la pluma electrizada, en la cual cada pelillo rechaza á los otros, porque todos están electrizados, y en quitando la electricidad al conductor queda toda la pluma natural.

EUG. — Concibo claramente como pueden explicarse todos estos fenómenos por las atracciones y repulsiones de los dos fluidos eléctricos: mas no acierto á comprender como siguen los cuerpos el movimiento de estos fluidos.

TEOD. — Os lo explicaré. Las moléculas de los cuerpos están unidas á las de la electricidad por una

fuerza desconocida : así cuando dos fluidos de naturaleza diferente se atraen, se llevan consigo los cuerpos á que estan unidos, haciendo lo propio cuando se rechazan. Mas advertid que esto solo se entiende así, hablando de los cuerpos no conductores : por lo que toca á los conductores que no tienen atraccion por las moléculas de ninguna electricidad, pues como ya sabeis la arrojan siempre que pueden, los físicos lo esplican de otro modo y lo atribuyen á la presion atmosférica que rodea los cuerpos electrizados, y á la fuerza expansiva de la electricidad enfrenada tan solamente por esta presion ; y para obviar las objeciones que puedan hacerles dicen que las presiones eléctricas se ejercen sobre la pequeña capa de aire que está naturalmente adherida á la superficie de todos los cuerpos. Mas dejemos este punto que no parece nada claro y sobre el cual es preciso andarse en suposiciones, y vengamos á otro. Ya habeis visto que para reconocer la presencia de la electricidad en varios experimentos que hemos hecho, me he servido de sencillísimo instrumento, del hacesito de hilos de seda en cuyo cabo hay las bolitas de meollo de sahuco. Este instrumento se llama *electróscopo* y sirve en efecto para descubrir la electricidad desenvuelta en un cuerpo y su naturaleza, como lo habeis presenciado mas de una vez esta tarde. Aquí tengo otro electróscopo (Fig. 87) el cual, como estais viendo, consiste en un frasco por cuyo cuello penetra un alambre terminado al exterior en una bolilla, y al interior dos pajas libremente suspendidas, paralelas y en contacto : la parte superior del instrumento

está barnizada con goma laca para aislar completamente el pequeño conductor, y en una de las caras del frasco se halla una porcion de grados señalados que miden la separacion de entrambas pajas. Tocando con un cuerpo electrizado la bolita, al instante se ponen en movimiento las pajas. Con este instrumento se puede conocer la electricidad atmosférica, añadiéndole una punta metálica muy aguda.

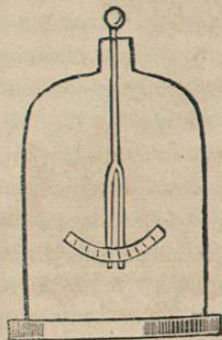


Fig. 87.

EUG. — ¿Y no hay ningun instrumento para conocer la cantidad de fluido eléctrico que se acumula por ejemplo en la máquina que lo desenvuelve?

TEOD. — Sí, le hay en realidad y se llama electrómetro. Aquí os lo presento (Fig. 88). Consiste como podeis ver en un semicírculo de marfil A, en el cual se han trazado grados, y con una bolita de corazon de sahuco C colgada de una varilla de hierro B, la cual se mueve al rededor del centro del semicírculo A, á medida que se acumula electricidad en

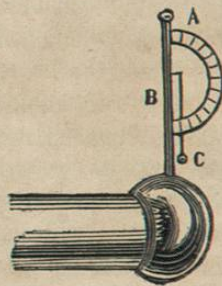


Fig. 88.

la máquina sobre la cual se ha aplicado este instrumento, la bolita se aparta del tallo del electrómetro, y señala los grados de carga eléctrica cuyo máximo se manifiesta, cuando la bolita hace ángulo recto en el tallo. El mejor electrómetro sin duda es la balanza de torsion ó de Coulomb, de que ya os he hablado en alguna de las tardes anteriores.

EUG. — Puesto que se han ideado instrumentos para descubrir la electricidad desenvuelta en los cuerpos y medir su cantidad, es natural que se sepa en qué proporcion se la reparten los cuerpos, cuando se tocan, ó ponen bajo la influencia de algun cuerpo electrizado.

TEOD. — En efecto, la invencion de estos instrumentos ha conducido á examinar varios fenómenos de reparto de electricidad entre los diferentes cuerpos, y las leyes que sigue dicho fluido en este reparto. Ya hemos visto que los cuerpos electrizados podian ejercer sus influencias á ciertas distancias y en el contacto; ahora es preciso hacerse cargo del modo como pueden dar ó recibir electricidad en el contacto, segun que clase de cuerpos sean. Los no conductores pueden llegar hasta el contacto, sin que se produzca ningun fenómeno eléctrico, en atencion á que su electricidad está en cierto modo fija al rededor de cada una de las moléculas del cuerpo, y de consiguiente no hay sino este punto tocado que pierda ó reciba electricidad. Por esto ora se quiera darles electricidad, ora robársela, es preciso tocarlos por todos sus puntos sucesivamente. Muy diferentemente sucede en los conductores, toda su electricidad puede comunicarse súbitamente por un solo

punto tocado, ya sea para trasportarla á otro cuerpo, ya para recibirla de este, ya en fin para repartirla entre los dos. Vamos á ver las leyes de estas comunicaciones y repartos, y valgámonos todavía de los dos conductores que ya nos han servido (Fig. 84). Si suponemos el conductor A cargado de cierta cantidad de electricidad vitrea y lo ponemos en contacto con el depósito comun, esto es, el suelo, sabemos que en un instante antes de este contacto el depósito habrá suministrado enfrente del conductor A cierta cantidad de electricidad resinosa, que en el momento del contacto se unirá con la electricidad vitrea del cuerpo A, para volver á formar fluido natural. En este caso el depósito comun contendrá, á mas de su composicion ordinaria, toda la cantidad de fluido vitreo que rodeaba el conductor A; mas siendo esta cantidad infinitamente pequeña relativamente á la masa total del fluido natural, el depósito comun no dará ninguna muestra de electricidad; asíes como se opera la descarga de lo que se llama un conductor. Notad bien esto, porque os servirá para entender la utilidad de los pararrayos. Si el conductor A, cargado de electricidad vitrea, se pone en contacto con un conductor B, de igual superficie y en el estado natural, sabemos que un rato antes del contacto se habrá acumulado electricidad resinosa en la estremidad C del conductor B, y que en el momento de este contacto se reunirán entrambas electricidades para formar el fluido natural. Mas es evidente que despues del contacto ambos conductores no forman mas que uno, que debe contener precisamente las mismas cantidades de

electricidad que antes, esto es, el fluido natural, mas un exceso de fluido vitreo igual al que contenia el conductor A. Este exceso se reparte en el conductor compuesto segun las leyes que hemos establecido dependientes de su forma, de modo que, si ambos conductores son perfectamente semejantes, se hallarán cargados cada uno de la mitad del fluido vitreo que circua el conductor A, ó lo que es lo mismo, la electricidad se repartirá igualmente entre ambos conductores. Sabeis por otra parte que la tension del fluido eléctrico, en la superficie de un conductor depende de la cantidad de electricidad y de la estension de la superficie que ocupa; de aquí resulta que en el caso de reparto la tension disminuirá á proporcion de la estension de la superficie sobre que se reparta. De aquí se sigue, que si poneis un conductor de una dada superficie, en contacto con otros conductores de superficie mucho mayor, la tension eléctrica podrá ser estremadamente flaca; mientras que al contrario si haceis tocar con un conductor grande otro pequeño, este podrá presentar una tension muy fuerte, igual á la que tenia el grande en el punto tocado, pero nunca superior. Esto ha facilitado un medio apto para conocer el estado eléctrico de diferentes puntos de un conductor para lo cual se sirven de un disco metálico muy pequeño con un mango hecho de un hilo de goma laca; tócase con este instrumento el punto del conductor que se quiere examinar y luego se presenta aquel á un electrómetro. Con este instrumento y la balanza de torsion, Coulomb ha determinado las leyes del reparto del fluido eléctrico.

EUG. — Con que si es cierta esta ley que cuanto mas estensa es una superficie, menor es la tension del fluido eléctrico, no tendremos mas que hacer sino aumentar ó disminuir esta superficie para procurarnos mas ó menos electricidad.

TEOD. — Ninguna duda cabe en ello; y voy á hacer un esperimento facil, que os acabará de convencer; aquí tengo esta cinta metálica arrollada sobre este cilindro aislado; voy á electrizarlo hasta que tenga una tension fuerte: mirad como aparta la bolita del electrómetro y cuanto la separa del tallo; pues bien desarrollemos la cinta ahora; hé aquí que casi no mueve la bolita.

EUG. — Volvedla á arrollar, veremos si la separa con la fuerza de antes.

TEOD. — La arrollo de nuevo, ahí teneis los mismos efectos que produjo antes de desarrollarle, con solo la diferencia que es consecuente á la pérdida ocasionada por su contacto con la atmósfera.

EUG. — Fuerza es doblegarse á la evidencia, para mí esta ley es probada.

TEOD. — Puesto que se conoce la ley de la repulsion de las partículas eléctricas, y que está probada su situacion en la superficie de los cuerpos, un físico moderno, Poisson, ha ensayado determinar la reparticion del fluido eléctrico en todos los casos; no entraré en nuestra conferencia en los detalles de sus ensayos, y me contentaré con anunciaros dos de sus resultados, á saber: 1º *el grueso de la capa eléctrica en las estremidades de los dos ejes de un elipsoides es proporcional á su longitud.* 2º *La presion ejercida sobre la atmósfera por una capa eléctrica*

depuesta sobre la superficie de un cuerpo es proporcional al cuadrado del grueso de esta capa. Espuestas como estan ya estas leyes pasemos á lo que se llama *electricidades disimuladas*, y á los instrumentos que condensan estas electricidades para hacerlas sensibles.

EUQ. — Sin duda serán instrumentos que veo por ahí y que no hemos usado todavía.

§ IV.

Trátase de las electricidades disimuladas, del condensador, del vidrio eléctrico, de la botella de Leiden, de la batería eléctrica y del electroforo : de los medios de producir la electricidad, del aislamiento y de la máquina eléctrica ó su teoría.

TEOD. — Hay ciertas circunstancias en que una grande cantidad de electricidad acumulada, no produce sino una tension muy debil ; pues estas electricidades que presentan tensiones desproporcionadas llevan el nombre de *electricidades disimuladas*. Muchos casos hay en efecto en que es tan debil la tension de ciertas electricidades, que es preciso hacer de ellas una grande acumulacion para que se hagan sensibles. Ahí teneis el instrumento de que nos valemos para ello (Fig. 89). Primeramente os lo describiré y luego os daré su teoría. Este instrumento se llama el *condensador* y consiste en un plato metálico AB, montado sobre un mango aislante, eF reposando sobre una chapa de vidrio VV', que descansa sobre otro plato metálico DC. Ahí te-

neis toda su estructura. Ahora veamos su teoría. Si hacemos comunicar el plato AB, con un conductor cargado de electricidad vitrea, una parte de esta electricidad pasará al plato; mas luego que se haya esparcido por él, obrará por influencia sobre la electricidad del plato DC, al traves del plano de vidrio que los separa, atraerá cerca de este plano la electricidad resinosa de este plato DC, y rechazará su electricidad vitrea hácia la cara inferior. Si esta cara inferior comunica con el suelo, la electricidad vitrea rechazada desaparecerá y dejará á la electricidad resinosa que ocupa la cara superior toda su energía, para atraer la electricidad vitrea del plato superior. Desde entonces esta electricidad no ofrecerá ninguna tension sensible en la cara superior del plato AB, y esta cara podrá de consiguiente recibir nueva cantidad de electricidad vitrea de la parte del conductor primitivo, hasta que la cantidad de electricidad vitrea acumulada en AB, sea tal que esceda la proporcion que puede ser atraida y fijada por la electricidad resinosa del plato DC. Mas como las influencias á distancia son tanto mas enérgicas, quanto menores sean estas distancias, resulta que la acumulacion de la electricidad vitrea en el plato AB, será tanto mas considerable quanto mas delgada sea la

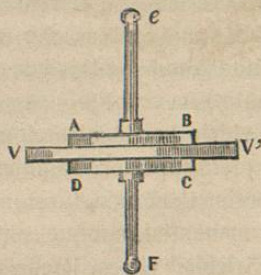


Fig. 89.