

Electricidad por frotamiento

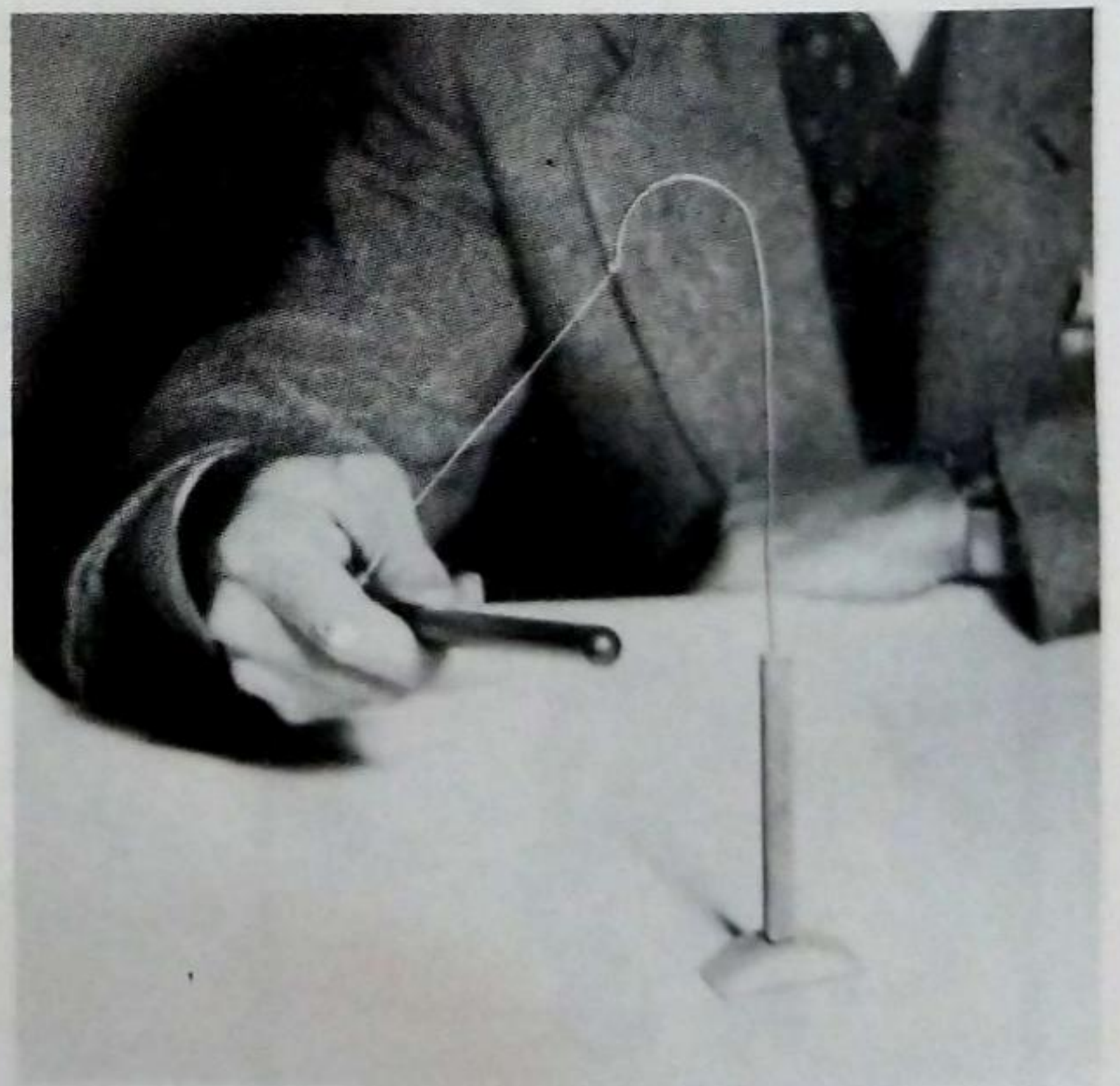
La palabra electricidad deriva de *electrón*, que en griego quiere decir *ámbar*; sin embargo los griegos no la usaron, pues fue Gilbert quien la introdujo. El mismo Gilbert fue el primero que estudió sistemáticamente los fenómenos eléctricos, y entre otras cosas descubrió que no sólo el ámbar se electriza por frotamiento, sino también muchos otros materiales, como el vidrio, el lacre, la resina y la madera. Esto se puede comprobar en cualquier momento: tómese una barra de lacre, o de vidrio (pueden servir los anteojos), o una regla de material plástico, frótesela, y se comprobará que atrae a pequeños trocitos de papel.



Atracciones y repulsiones eléctricas

Para estudiar los fenómenos eléctricos producidos por frotamiento, conviene construir un péndulo como el de la figura: un pie de madera, un alambre que sostiene, por medio de un hilo de seda, una pequeña bolita de corcho. Este aparatito se llama *péndulo eléctrico*.

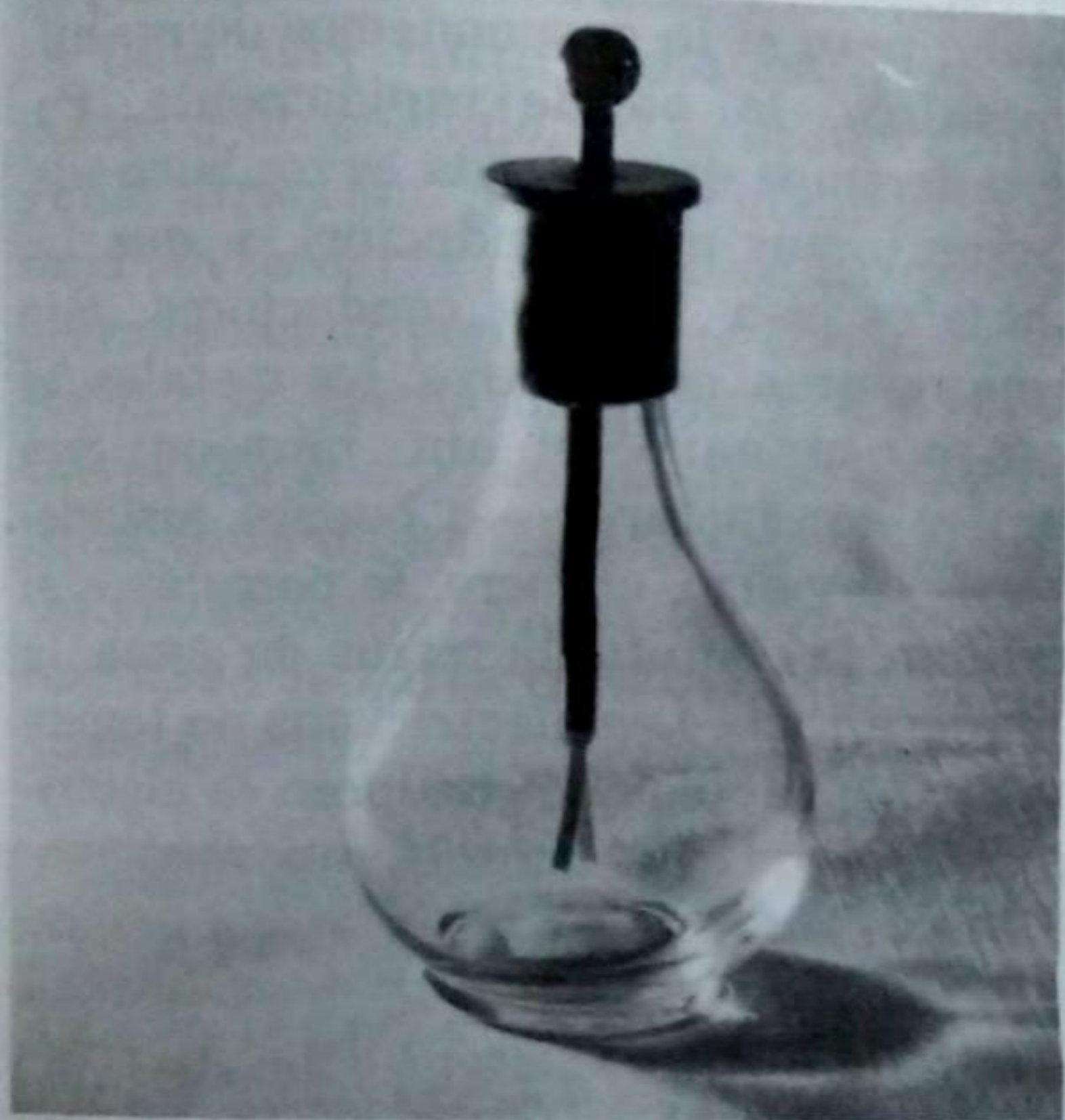
Si frotamos enérgicamente una reglilla de material plástico y la acercamos al péndulo, la bolita es atraída; pero en cuanto se ponen en contacto, la bolita es rechazada violentamente. Todo esto es bastante misterioso, sobre todo el hecho de que primero la bolita sea atraída, y luego de tocar, rechazada. Esto preocupó mucho a los físicos, hasta el siglo XVIII, y ya veremos cómo se trató de explicarlo.



El electroscopio

Este aparato consta de dos hojuelas metálicas, muy delgadas y livianas, que penden de una varilla metálica; el conjunto está encerrado en un recipiente de vidrio. Si se toca la bolita en que ter-

mina la varilla, con una barra de ebonita, o con una regla de material plástico previamente frotadas, se observará que las hojuelas se separan. Si se la toca antes de frotar, las hojuelas permanecen inmóviles debido a que no hay electricidad. El electroscopio permite, pues, decidir si un cuerpo tiene electricidad o no; de ahí su nombre: *electro* (de electricidad) y *scopio* (de mirar).

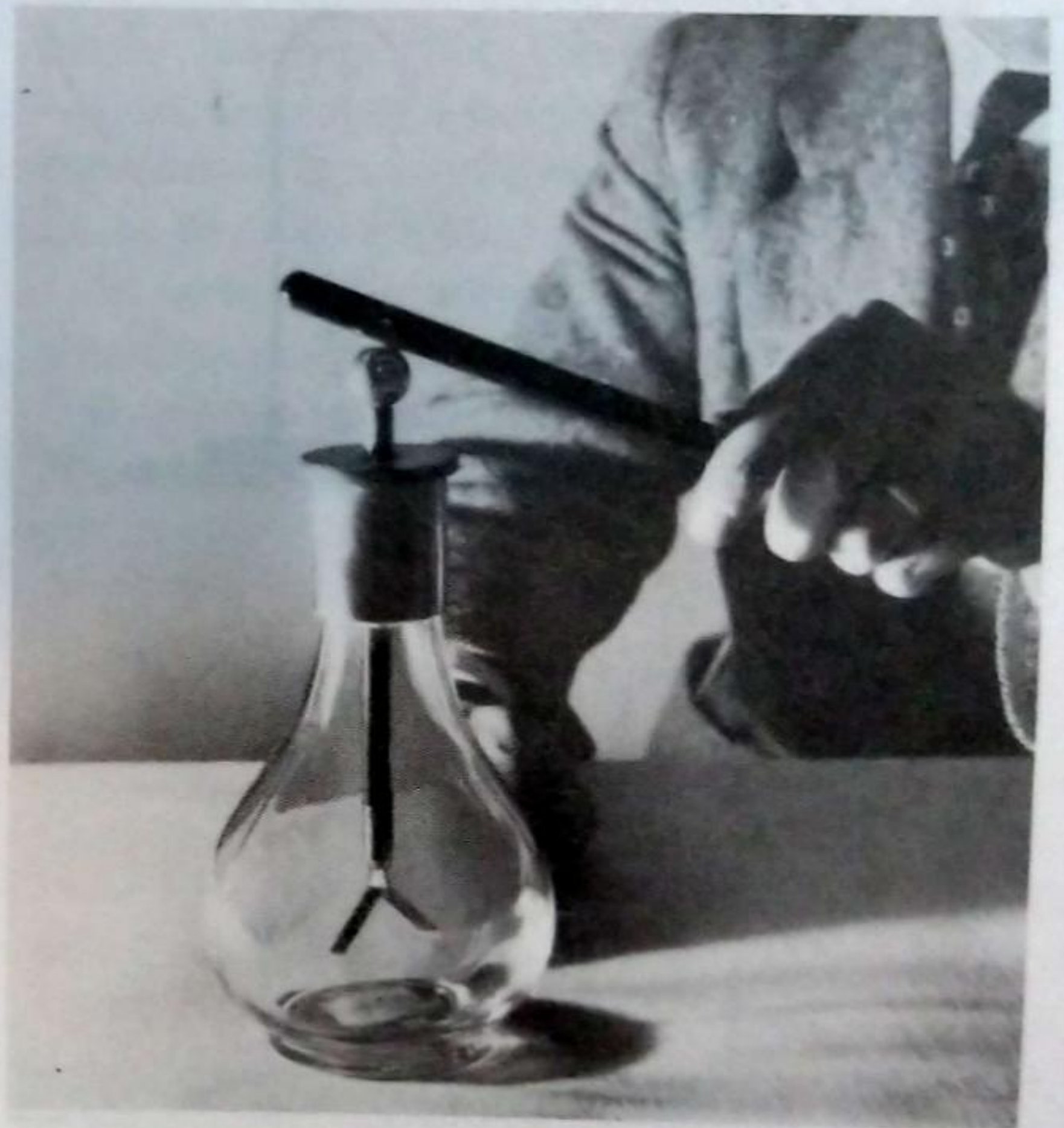


El electroscopio.

Electricidad positiva y electricidad negativa

El marqués Du Fay, en 1734, intentó la primera explicación de las atracciones y repulsiones. El y otros físicos de su época habían observado que si se

toca la bolita del péndulo con una barra de vidrio frotada, la bolita es rechazada, pero que si inmediatamente se le acerca una barra de resina frotada, la bolita es atraída por la barra. Esto hizo pensar a Du Fay que había dos clases de electricidad: una *electricidad del vidrio*, o vítreo, y otra *electricidad de la resina*, o resinosa. Actualmente se las llama *positiva* y *negativa*, respectivamente. Podría pensarse que otras sustancias se cargan con otras clases de electricidad —distintas de la del vidrio y de la de la resina—, pero el péndulo prueba que *sólo hay dos clases de electricidad y que todos los cuerpos se electrizan por frotamiento: positivamente o negativamente.*



Electroscopio en funcionamiento.

La primera ley de la electricidad

Con dos péndulos eléctricos, una barra de vidrio y otra de ebonita, se pueden realizar las siguientes experiencias:

1) Se frota una barra de vidrio y se tocan con ella las bolitas de los dos péndulos; las dos bolitas tienen electricidad positiva, recibida de la barra. Si colo-

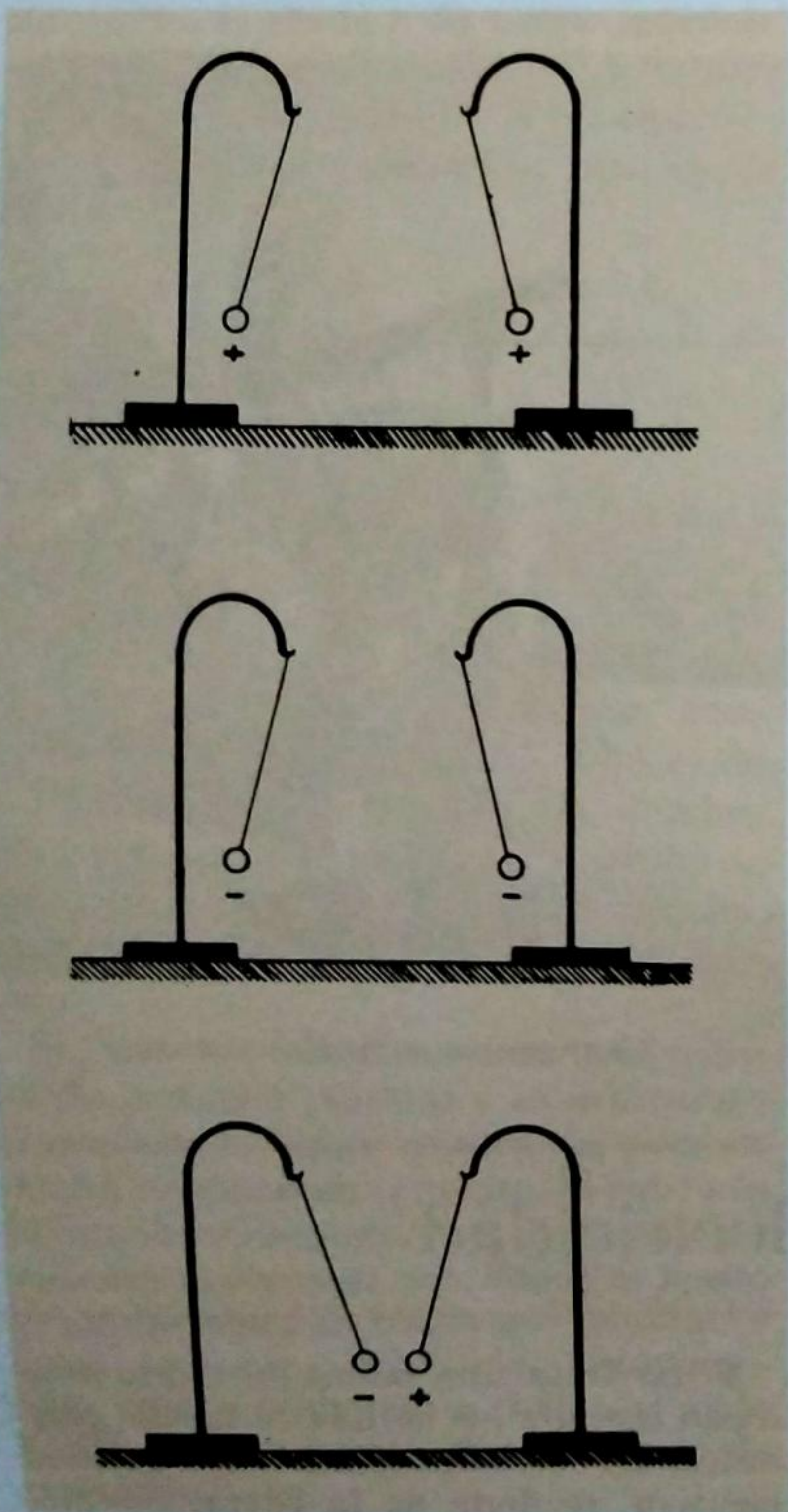
camos las bolitas frente a frente, se rechazan.

2) Se frota una barra de ebonita, y con ella se tocan las bolitas, que por lo tanto tienen ahora electricidad negativa; colocadas frente a frente, también se rechazan.

3) Luego de frotar las dos barras, con la de vidrio tocamos una de las bolitas, y con la de ebonita la otra. Al colocarlas frente a frente, las bolitas se atraen.

Como resultado deducimos:

Electricidades de la misma carga se rechazan. Electricidades de distinta carga se atraen.



Apoyándonos en esta ley, ¿cómo podríamos determinar con qué electricidad se carga una regla de material plástico cuando se la frota?

Conductores y aisladores

La bolita del péndulo mantiene durante bastante tiempo su carga eléctrica si está suspendida de un hilo de seda; pero si la suspendemos de un hilo metálico, la pierde rápidamente. Por eso decimos que la seda es un buen aislador (o un mal conductor), y que los metales son buenos conductores. Son conductores, entre otros: los metales, el cuerpo humano, el aire húmedo. Son malos conductores —o buenos aisladores— el vidrio, el lacre, la porcelana, el ámbar, la ebonita, la resina, la goma, la madera seca. Los electricistas no temen tocar los cables que conducen la electricidad cuando lo hacen con pinzas cuyos mangos están revestidos de goma o de un material conveniente, o cuando están de pie sobre un aislador. Si estuvieran sobre el suelo o algún conductor, y tocaran los cables con los dedos, la electricidad pasaría a través del cuerpo (que es conductor) y le produciría graves trastornos, que hasta pueden ocasionar la muerte.

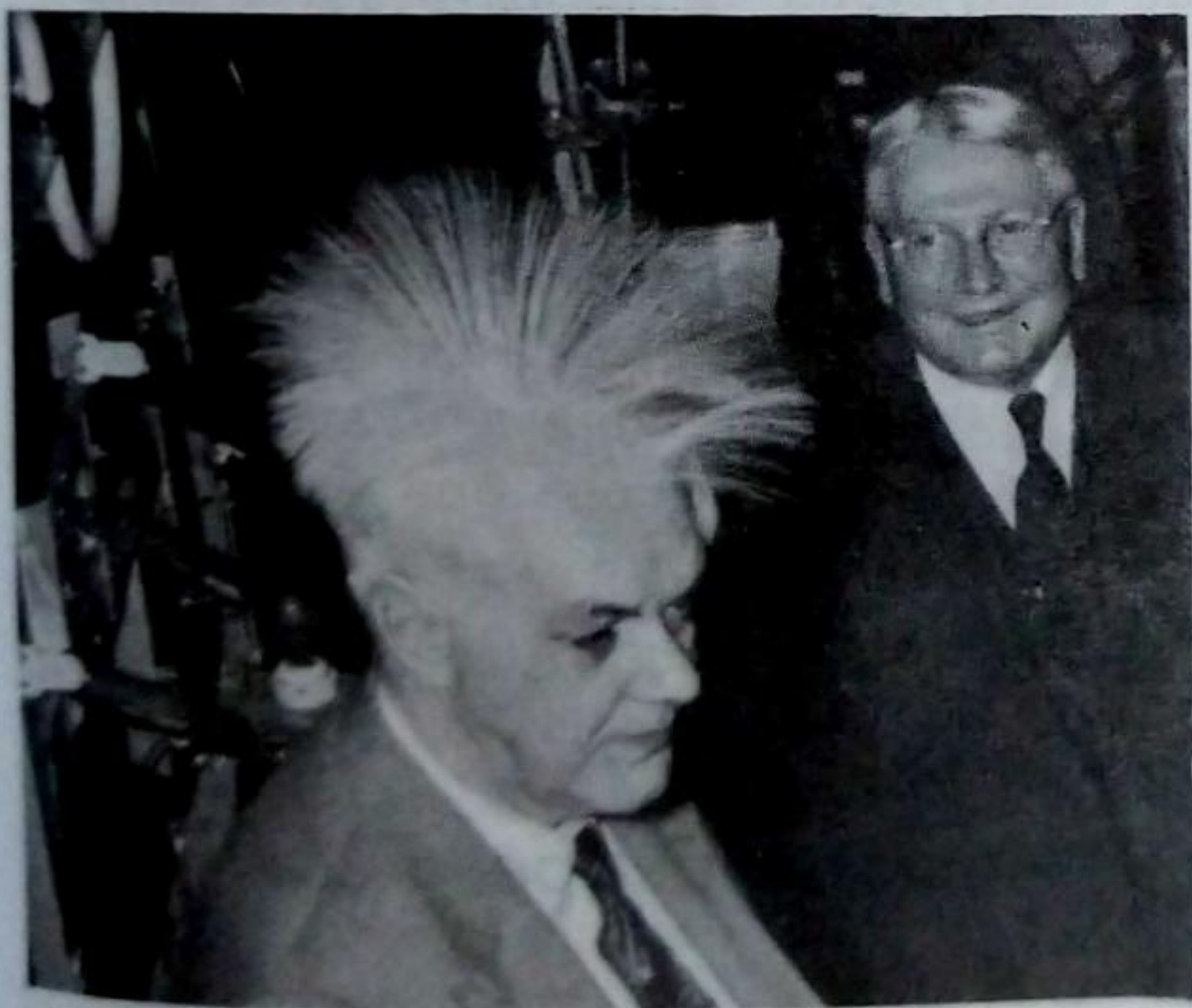
El primero que advirtió la diferencia entre aisladores y conductores fue el inglés Gray, en 1729, al comprobar que para electrizar a un niño (claro que con pequeñas cantidades de electricidad, sin hacerle correr ningún peligro) era necesario colocarlo sobre una plancha de resina, o suspenderlo con hilos de seda, antes de darle la carga eléctrica. Entonces se observaba que los cabellos del niño se erizaban, pues como estaban cargados, se rechazaban entre sí, tal como las hojuelas del electroscopio.

En cambio, si el niño estaba parado sobre una plancha metálica colocada sobre el piso, al darle la carga no sucedía nada, pues la electricidad se iba a

tierra, a través del cuerpo y de la plancha metálica, que son buenos conductores.

Todos los cuerpos se cargan

Durante mucho tiempo se creyó que la propiedad de electrizarse por frotamiento no existía en los metales, a los que se llamó *no eléctricos*. En efecto: si se frota una barra metálica y se la acerca a un péndulo, no se observa ninguna atracción. Ahora sabemos que también la barra metálica se carga con el frotamiento, pero como es conductora, las cargas producidas van a tierra, a través del cuerpo de quien la sostiene. Si al trozo de metal se le sostiene con un mango aislador, las cargas no pueden irse y la barra metálica queda electrizada.



Espectacular consecuencia de estar cargado eléctricamente y de pie sobre una plataforma aislante.

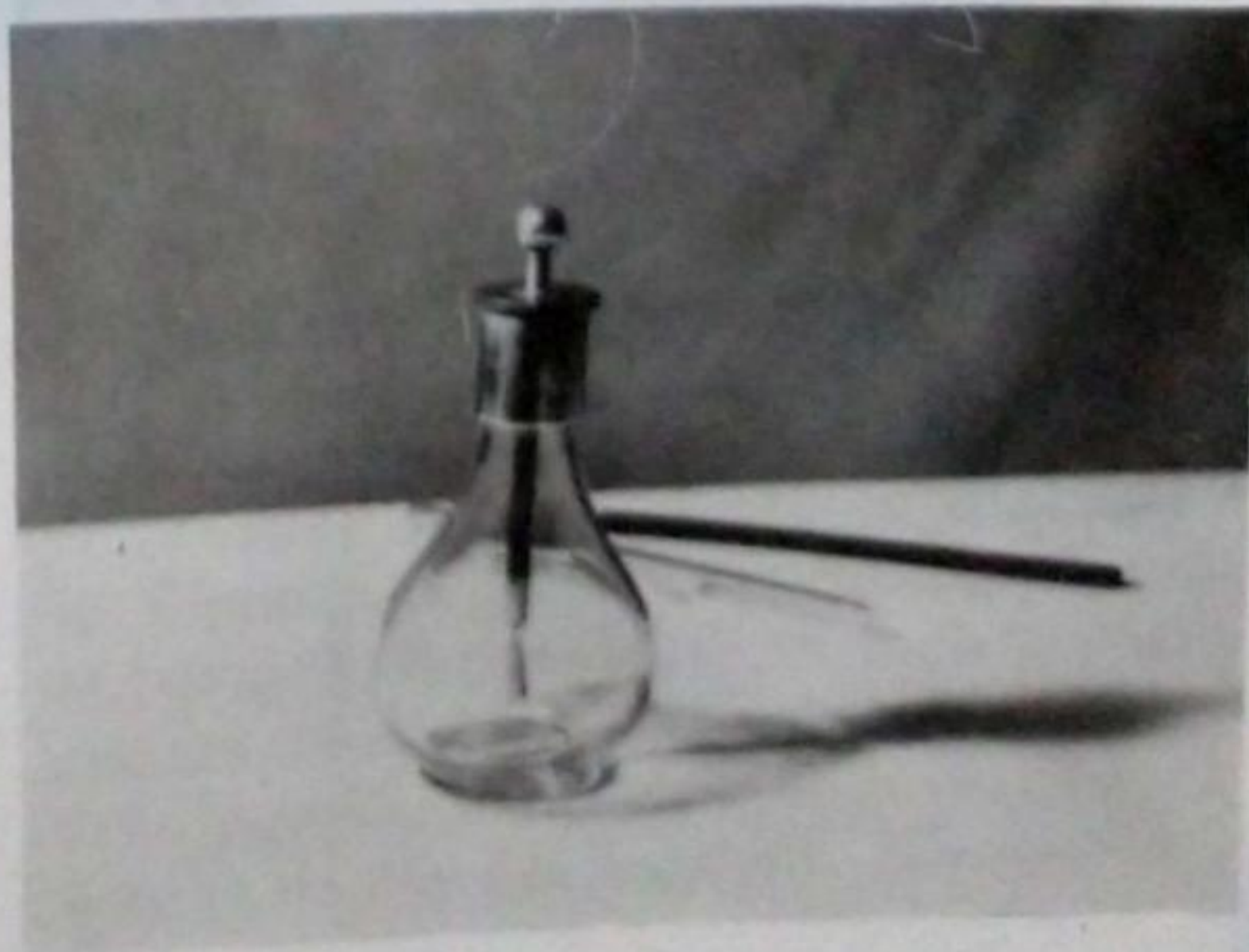
Diferencia entre conductor y aislador. En un conductor, las cargas eléctricas se mueven sin encontrar mayor resistencia; en los aisladores ocurre lo contrario. Si se frota una zona de una barra de ebonita, las cargas producidas quedan en esa zona; en una barra metálica, las cargas que se producen al frotar sólo

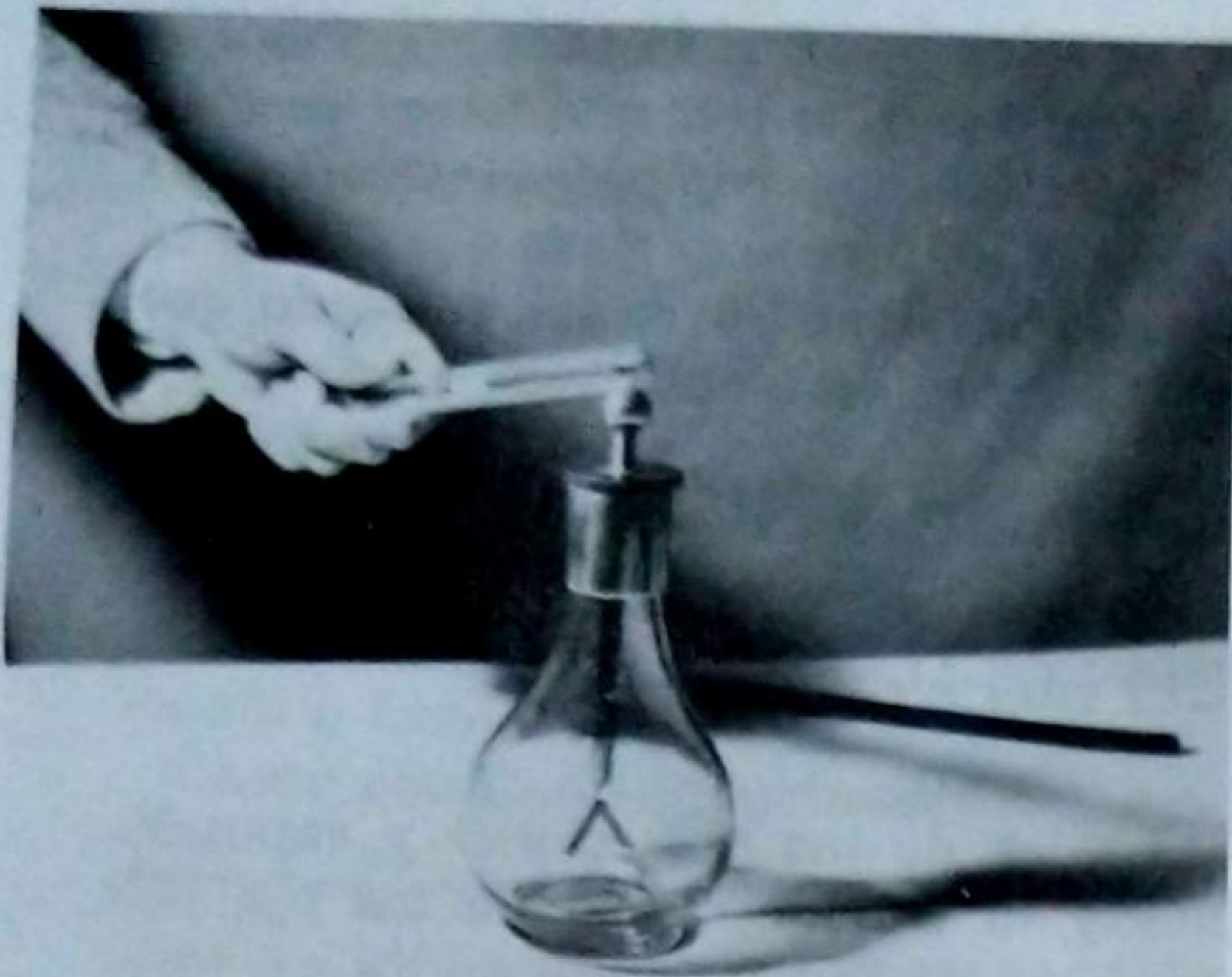
una zona ocupan toda la barra. Por esa misma razón, si con una barra de ebonita frotada se toca un electroscopio, las hojuelas se abren, pero se abren más si se hace deslizar la barra de modo que toda la zona frotada toque la bolita.

El funcionamiento del electroscopio

La ley de las atracciones y repulsiones y la conductividad de los metales explican el funcionamiento de un electroscopio. Si se frota una barra de vidrio, por ejemplo, y con ella se toca la barra metálica del electroscopio, las cargas eléctricas positivas de la barra de vidrio pasan al electroscopio y llegan hasta las hojuelas. Como éstas tienen cargas del mismo nombre, se rechazan y quedan abiertas (véase figura superior de la pág. siguiente).

Si se frota de nuevo la barra de vidrio y se vuelve a tocar el electroscopio, la llegada de nuevas cargas queda revelada por un aumento de la separación de las hojuelas. Si se frota en cambio una barra de ebonita, y con ella se toca el electroscopio, la llegada de cargas negativas se revelará por la disminución de la separación de las hojuelas. (Véase figura central de pág. sgte.) Y si la nueva carga negativa es mayor que la positiva que poseían las hojuelas, éstas se cerrarán del todo y luego volverán a





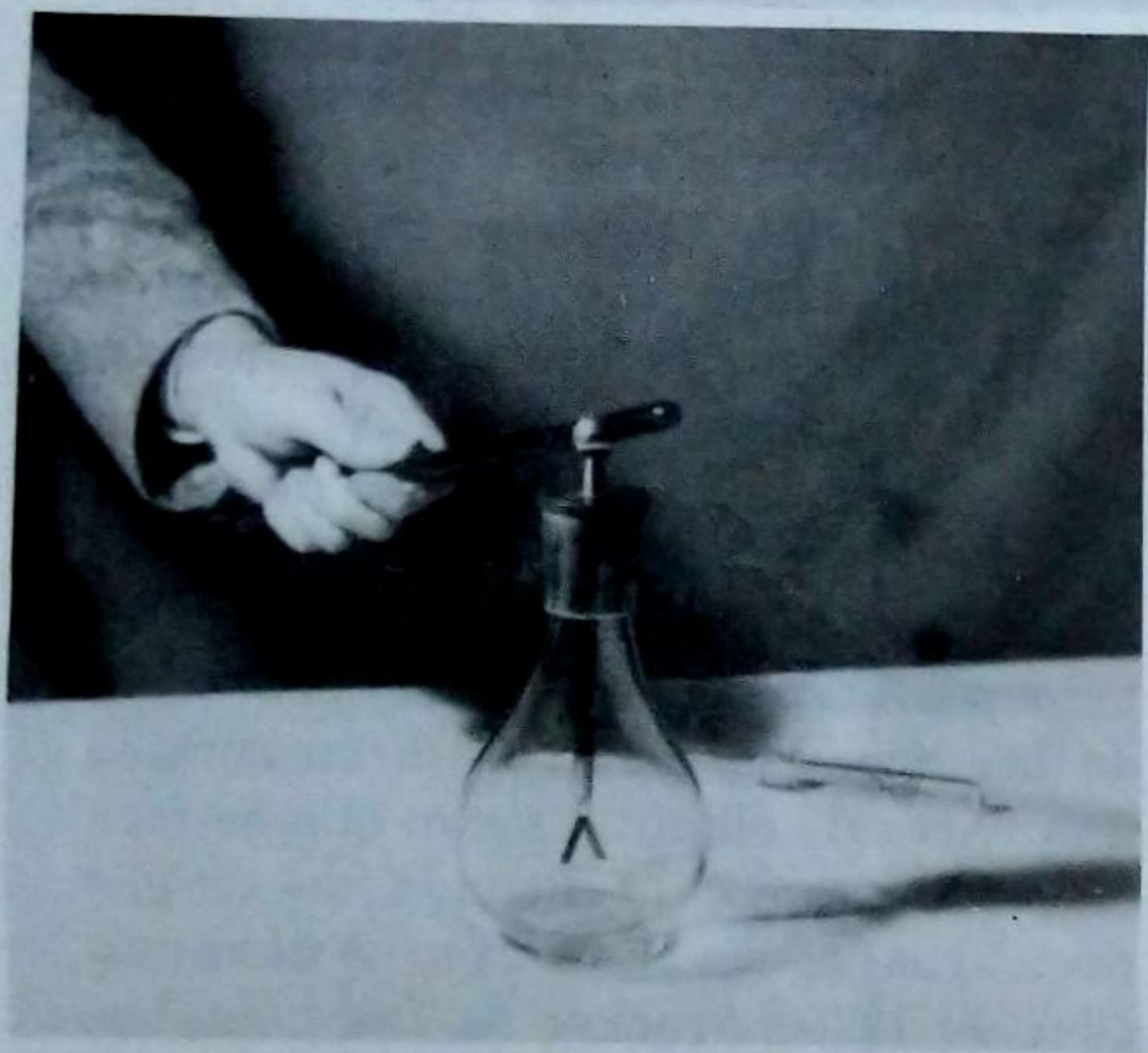
abrirse, pero ahora por la repulsión de las cargas negativas, en exceso sobre las positivas.

Sabido esto, ¿cómo podríamos averiguar la clase de electricidad con que se carga un cuerpo al ser frotado, empleando el electroscopio?

Producción simultánea de las dos electricidades

¿Por qué una barra de ebonita no atrae a un péndulo eléctrico, si previamente no se la frota? Porque la barra de ebonita posee cargas de los dos signos, en cantidades iguales y uniformemente distribuidas, de modo que la atracción que ejercen las positivas queda anulada por la repulsión de las negativas.

¿Qué pasa cuando se frota la barra con un paño? Se separan las dos clases de electricidad: la negativa queda en la barra de ebonita, y la positiva, en el paño. Sabíamos que la barra atrae la bolita de un péndulo; ahora probemos con el paño acercándolo a un péndulo descargado: lo atrae. Y si lo acercamos a un péndulo cargado positivamente, lo rechaza, lo que prueba que sus cargas son positivas.



Las atracciones y repulsiones del péndulo

Ahora podemos explicar por qué la bolita del péndulo es atraída por una barra frotada, de ebonita, por ejemplo, pero es violentamente rechazada al instante de haberla tocado. Al acercar la barra, las cargas negativas de ésta atraen a las positivas de la bolita y rechazan a las negativas. Como las positivas están más cerca, prevalece la fuerza de atracción sobre la de repulsión, y la bolita es atraída (figura de la izquierda).

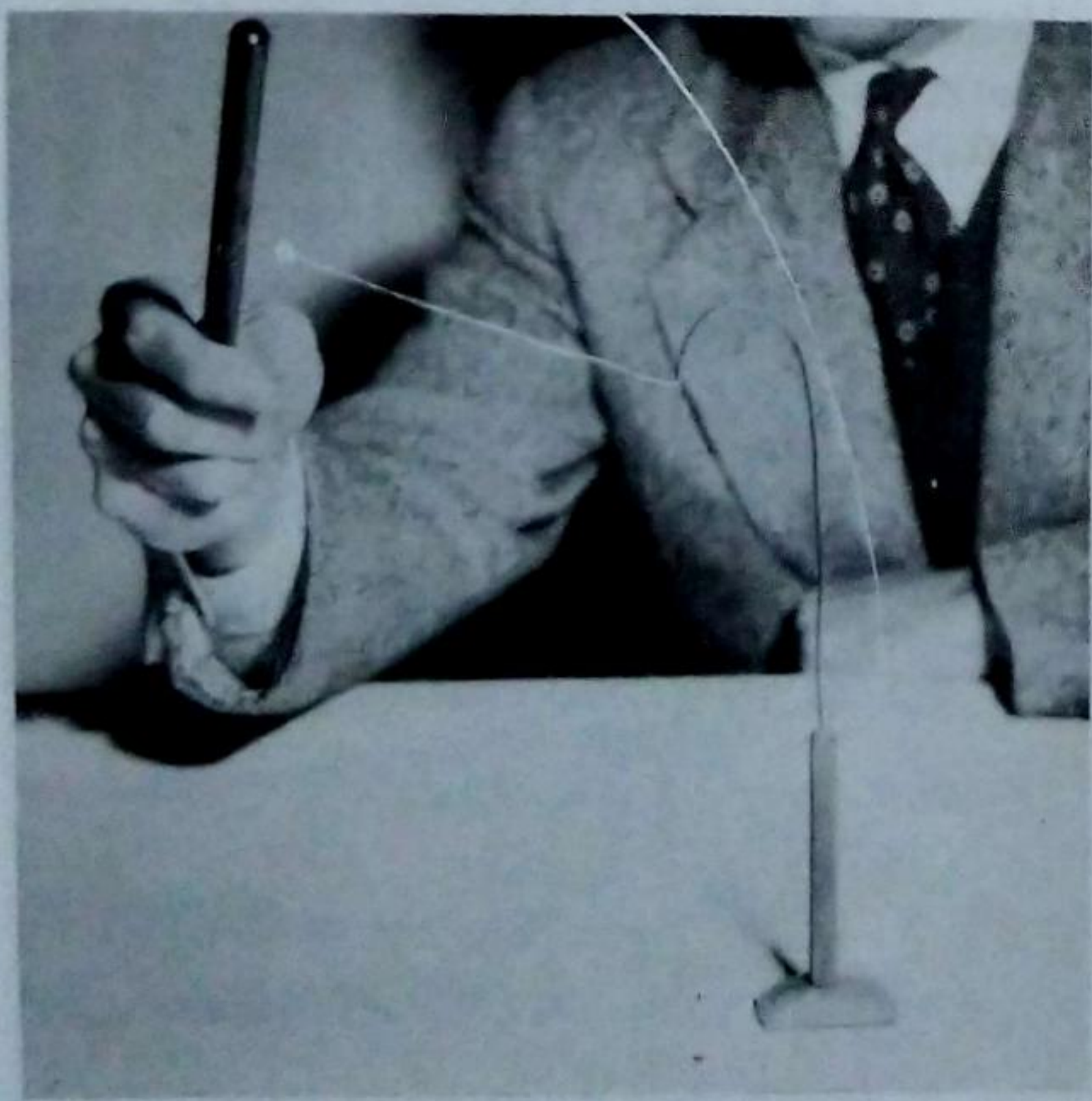
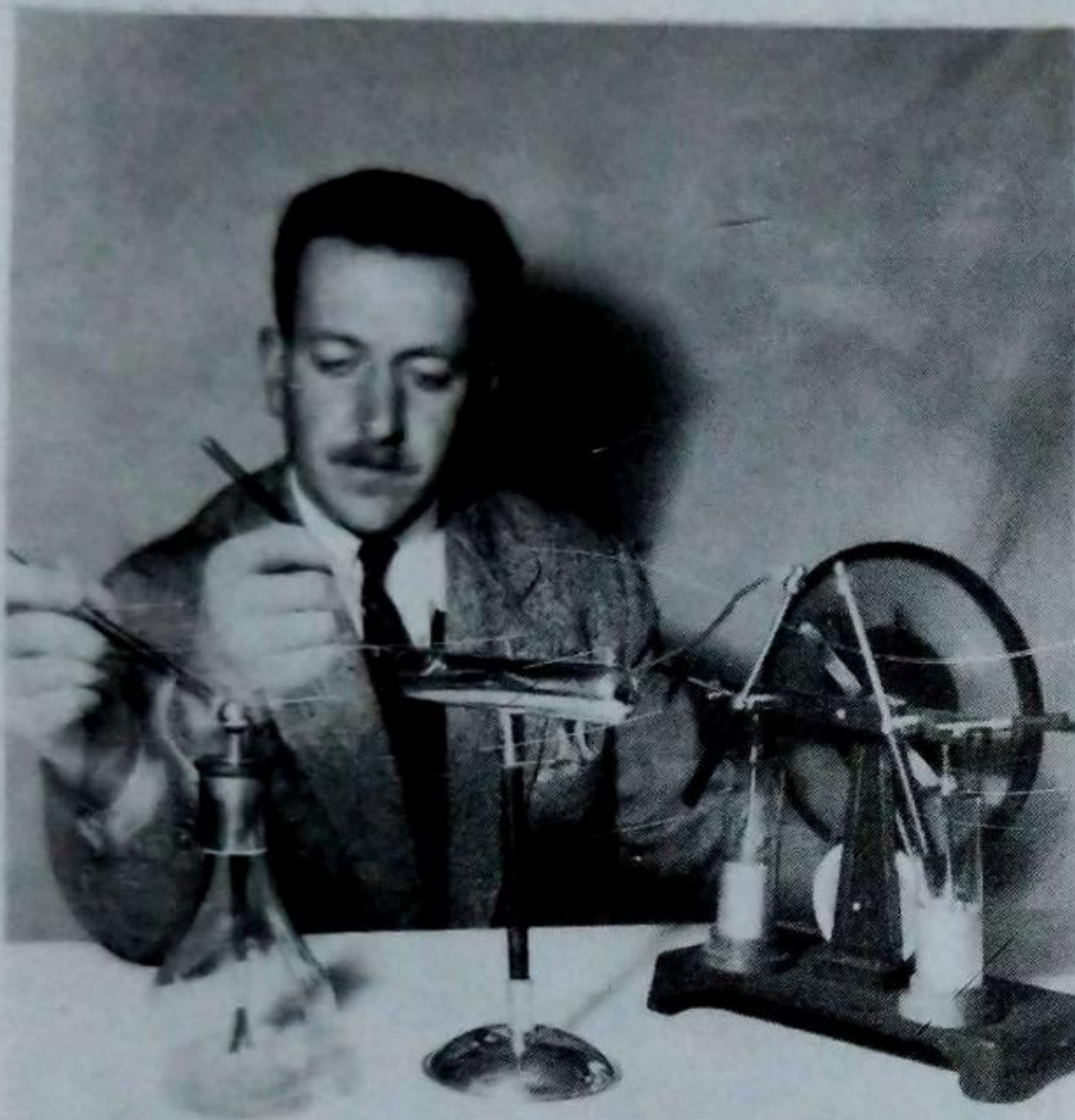


figura de la derecha de la pág. sgte., hay mayor número de cargas en las partes más convexas que en las partes llanas.

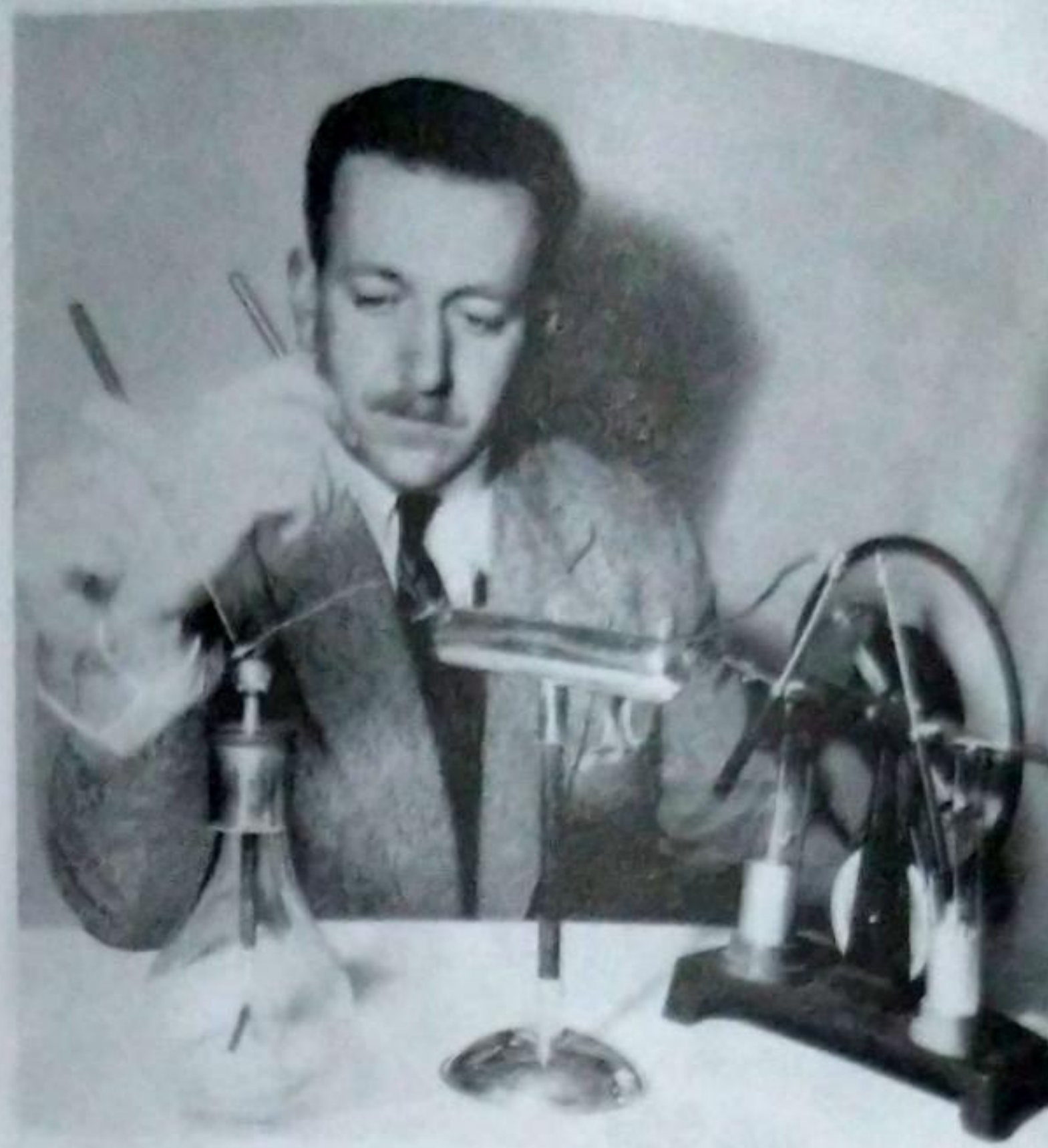
Si llamamos *densidad eléctrica* al número de cargas que hay en cada centímetro cuadrado, podremos decir que *la densidad eléctrica en la superficie de un conductor es mayor en las partes más convexas*. Si representamos con un grisado la densidad eléctrica, se puede visualizar la diferente densidad de conductores de distintas formas.



En las partes llanas hay pocas cargas.

Poder de las puntas

Si un cuerpo cargado tiene puntas, la densidad eléctrica es en ellas muy grande, tanto que si la densidad es suficientemente grande, las cargas allí



En las partes más convexas hay más cargas.



El sombreado visualiza la densidad eléctrica.

acumuladas pueden saltar al aire. Las moléculas gaseosas se cargan entonces, y son violentamente repelidas por las cargas del mismo signo que permanecen en el conductor. Se produce así el llamado "viento eléctrico", capaz de apagar una vela.

Inducción electrostática

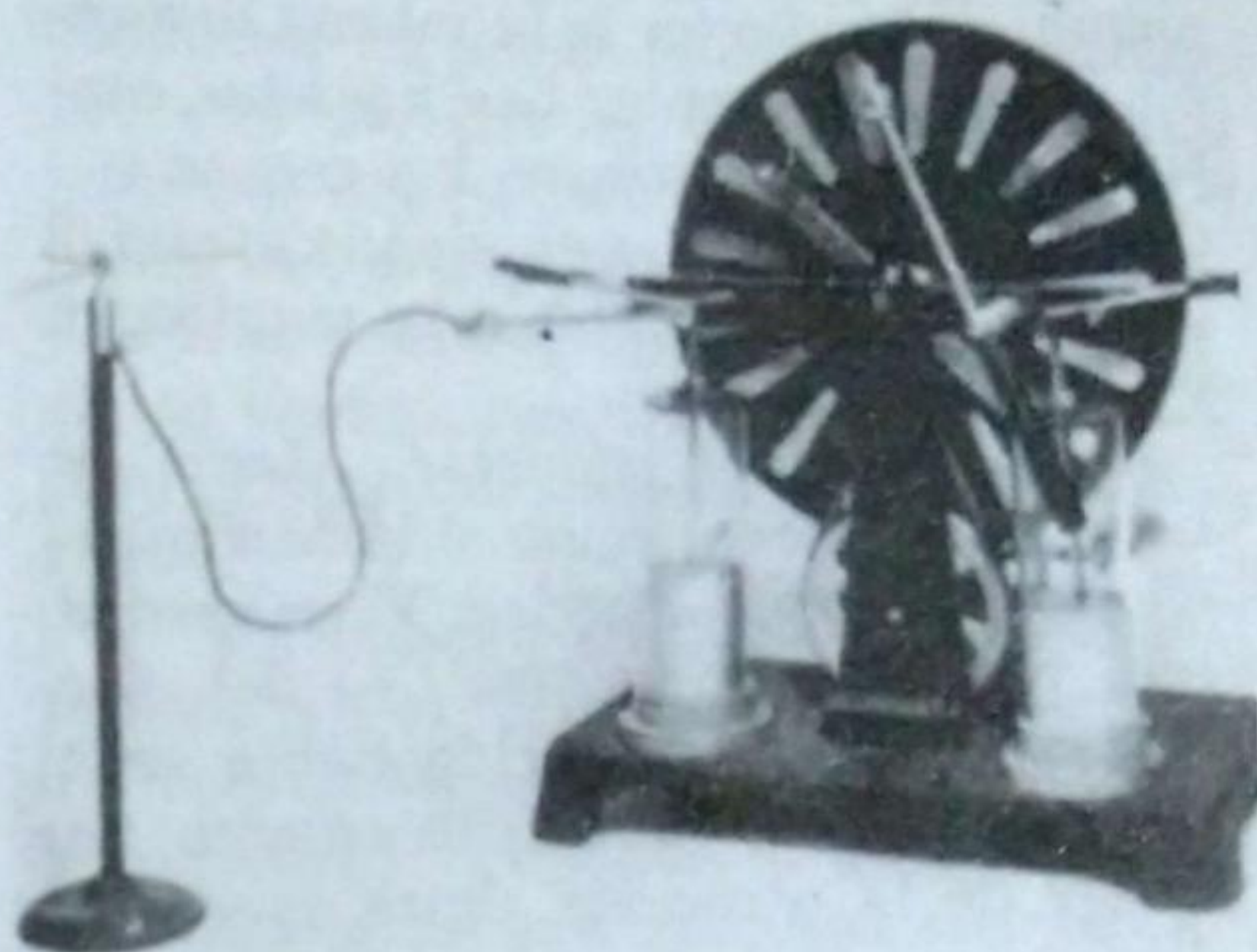
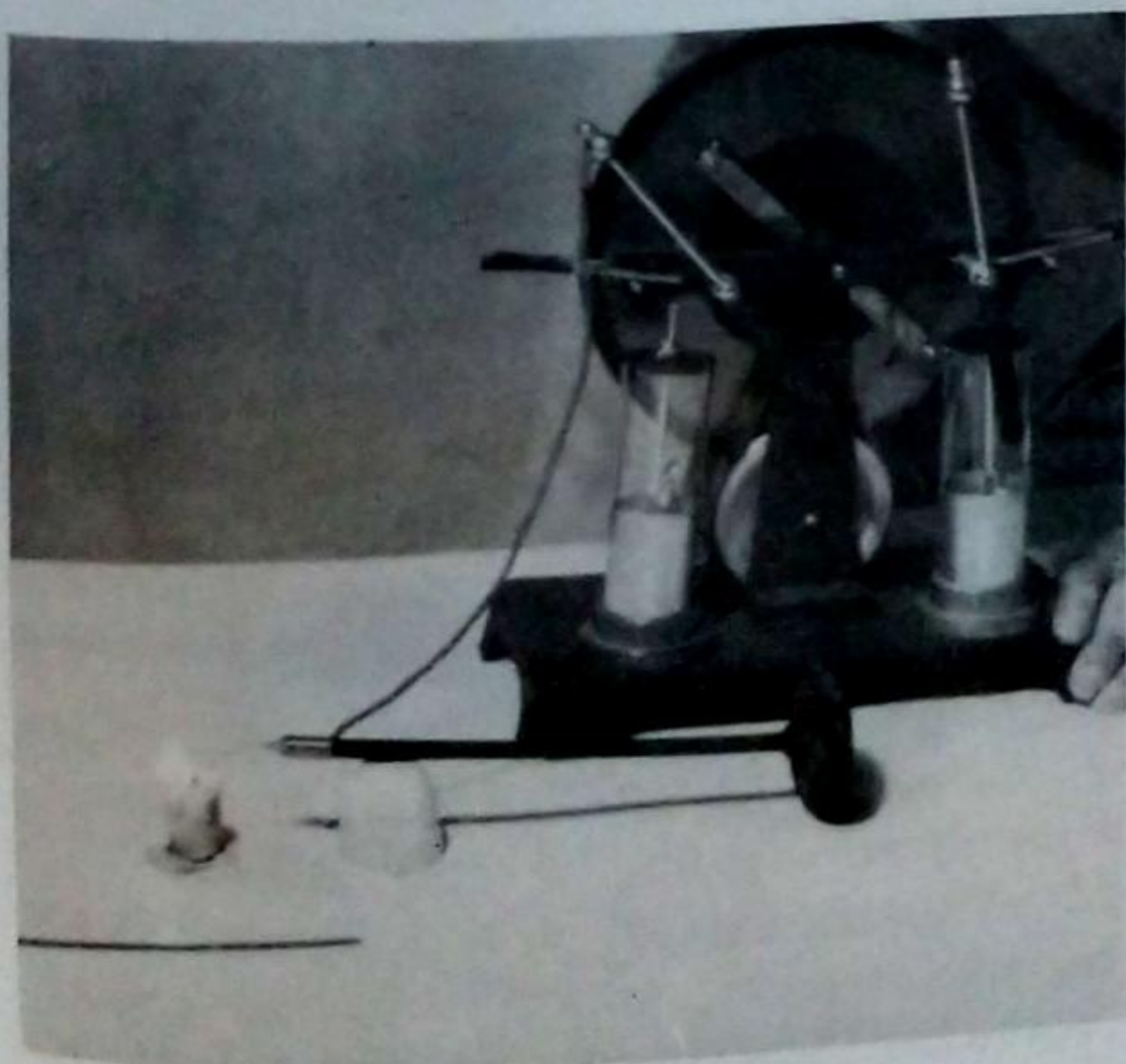
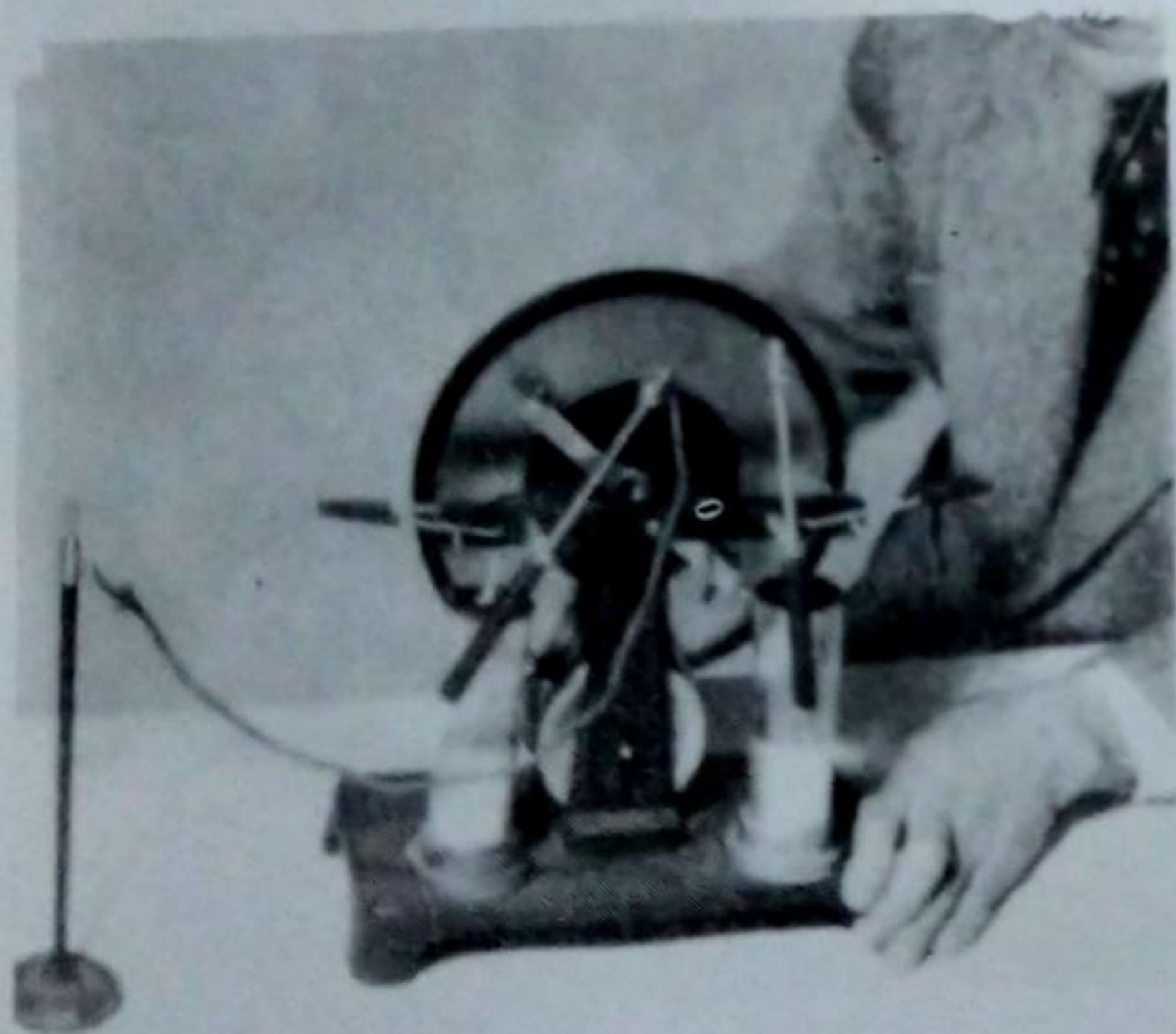
Consideremos una esfera metálica descargada, sostenida por un pie aislador. Recordemos qué quiere decir que un cuerpo está descargado, o en estado

neutro: tiene cantidades iguales de cargas de ambos signos, y ambas igualmente distribuidas; de modo que todo sucede en sus alrededores como si no

tuviera carga alguna.

Si acercamos a la esfera una barra cargada negativamente, las cargas negativas de la barra atraen las positivas de la esfera y rechazan las negativas; es decir: la parte de la esfera más cercana a la barra queda cargada positivamente, y la más alejada, negativamente. El electroscope probará que está cargada.

¿Qué ocurre si retiramos la barra que ha inducido a la esfera a cargarse? Como ya no hay quien las separe, las cargas vuelven a reunirse, y la esfera queda nuevamente en estado neutro.



El molinete eléctrico está conectado a la máquina electrostática que todavía no funciona. Al funcionar la máquina, pasan cargas al molinete; éstas se acumulan en las puntas, saltan al aire y por reacción el molinete comienza a girar.

Cómo cargar un cuerpo sin tocarlo

Aprovechando el fenómeno anterior, se puede cargar a un cuerpo *sin tocarlo con la barra electrizada*.

Por ejemplo, vamos a cargar un electroscope empleando una barra de ebonita que, al ser frotada, se carga negativamente

1) El electroscope está descargado, de modo que las hojuelas están cerradas. Al acercar el cuerpo cargado, las hojuelas se abren, lo que interpretamos diciendo que las cargas (+) del electroscope son atraídas por las (-) de la barra de ebonita, y ocupan la esferita del electroscope, mientras que las cargas (-) son rechazadas y se ubican en las hojuelas.

2) Si se mantiene fijo el inductor (la barra de ebonita) y tocamos con un dedo la esferita del electroscope, las hojuelas caen. Las cargas (-) que estaban sobre las hojuelas han ido a tierra a través de nuestro cuerpo.

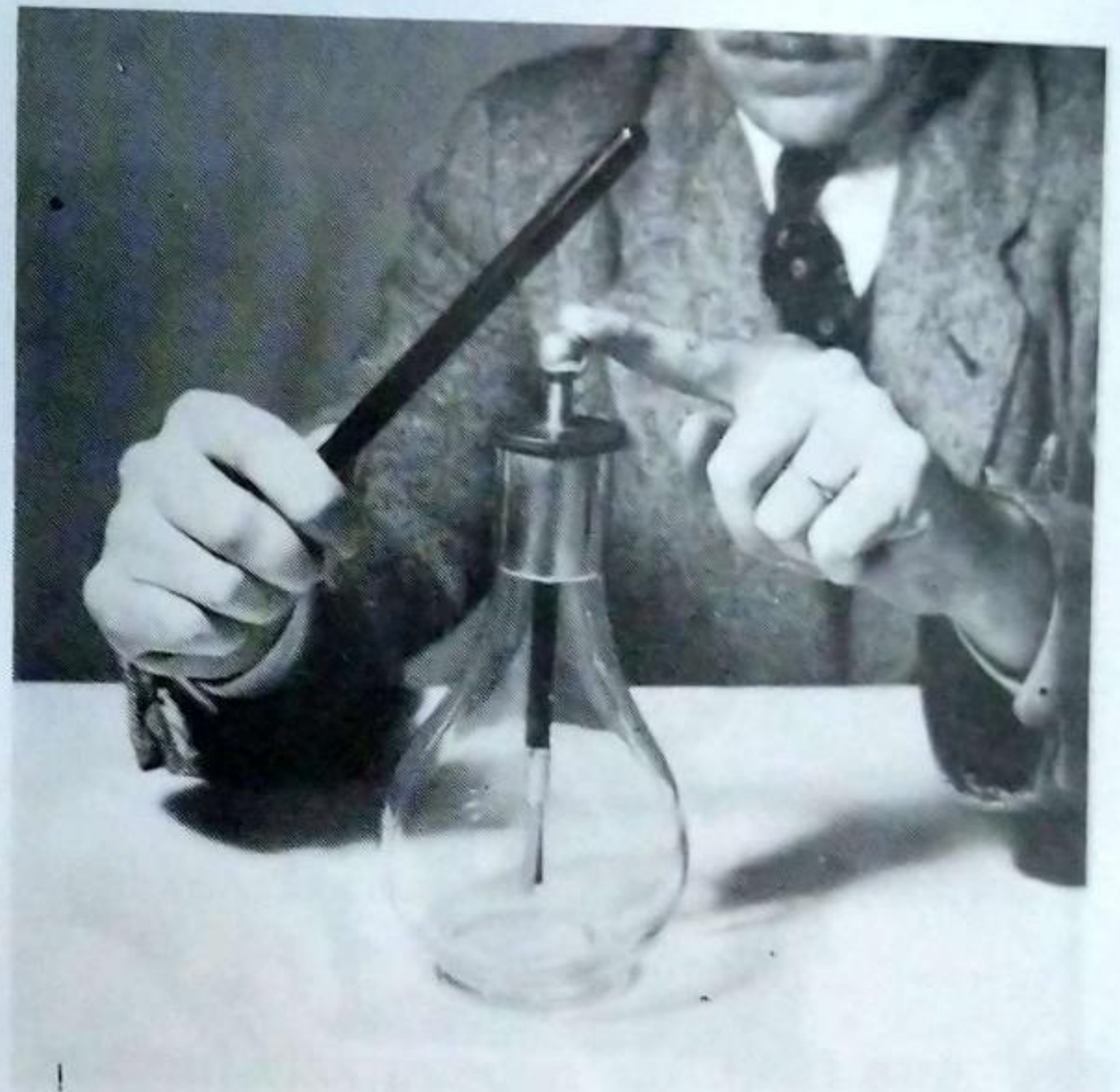
3) Retiramos el dedo, manteniendo siempre el inductor a la misma distancia del electroscopio. Las hojuelas continúan cerradas, porque las cargas (+) del electroscopio siguen siendo atraídas por las (-) del inductor, y se mantienen en la esferita.

4) Alejamos el inductor. Ahora las hojuelas se abren, como si hubieran recibido una carga eléctrica. Y, en verdad, han recibido cargas: las (+) del electroscopio, que el inducido había separado y que mantenía en la esferita, por la ley de la atracción entre cargas de distinto nombre.

Y así, el electroscopio ha quedado cargado con cargas positivas, sin que el cuerpo electrizado lo haya tocado.

Obsérvese que cuando se carga a un cuerpo por contacto, las cargas que adquiere son del mismo signo de quien lo electrizó, mientras que si se lo carga por inducción, *las cargas son del signo opuesto a las del inductor.*

Si una vez cargado el electroscopio por inducción acercamos nuevamente el inductor, las hojuelas caen, pues las cargas que poseía han sido llevadas nuevamente hacia la esferita del electroscopio.



Arriba): Esfera cargada por inducción. Abajo): Electroscopio cargado por inducción. Der.): Las cargas negativas se van a tierra y las hojuelas se cierran. Las cargas positivas del electroscopio están retenidas en la esferita. Las hojuelas permanecen cerradas.

