

LA ELECTRICIDAD

REVISTA GENERAL DE SUS PROGRESOS CIENTÍFICOS É INDUSTRIALES.

SUMARIO.

TEXTO.

SECCION DOCTRINAL: Electro-dinámica. Artículo XIX. Segundo sistema de producir la electricidad.—La acción química.—SECCION DE APLICACIONES: La tracción por acumuladores. Ideas y proyectos de Mr. Reynier. Artículo IV.—La electricidad en cirugía, por Mr. Tripier. Artículo II.—Acumuladores eléctricos. Artículo XIV.—SECCION DE NOTICIAS DIVERSAS: Fuerza electro-motriz en las pilas.—Avisadores eléctricos de incendio.—Amperómetros y voltímetros.—Pila de bolsillo Skrivanow.—Transmision de fuerza á distancia.—Pila primaria.

GRABADOS.

Tres elementos voltáicos en série.—Dinamo cargando una pila de acumuladores.—Máquina Gramme excitada en derivacion, cargando una batería de acumuladores.—Máquina Gramme con excitacion independiente cargando acumuladores.

Seccion doctrinal.

ELECTRO-DINÁMICA.

(Continuacion.)

ARTÍCULO XIX.

SEGUNDO SISTEMA DE PRODUCIR LA ELECTRICIDAD.—LA ACCION QUÍMICA.

Elemento voltáico clásico.—Para elevar un cuerpo á una cierta altura, ó sea para separarlo de la tierra, se necesita *gastar* un cierto trabajo ó energía, que desaparece. Esta energía vuelve á aparecer y *es devuelta*, en la caída del cuerpo: durante su descenso podemos utilizar el trabajo de la caída (como se hace con un salto de agua por medio de la rueda hidráulica). Si no lo utilizamos, no por eso dejará la energía de presentarse. En efecto, si el cuerpo

cae *libremente*, sin hacer trabajo, al chocar contra la tierra observaremos que se habrá calentado, como se calienta la bala de plomo que se estrella contra un blindaje, ó sobre un yunque bajo los golpes del martillo: como se calienta el agua de una cascada en el choque de la caída.

Del mismo modo pasan las cosas en las reacciones químicas. Combinarse dos cuerpos, es unirse más íntimamente: descomponerse un compuesto es separarse sus elementos. La descomposicion ó *separacion*, exigirá un gasto de energía, que desaparecerá. En la combinacion aparecerá otra vez esta energía bajo una forma ó bajo otra, calor ó electricidad.

El zinc se combina con el oxígeno, ó *cae* sobre el oxígeno: habrá produccion de energía, que se presentará naturalmente bajo la forma de calor, como cuando la bala de plomo cae sobre la tierra. Para separar el zinc del oxígeno, ó sea para descomponer el óxido de zinc, habrá que gastar la misma energía que se produjo en la combinacion. El óxido de zinc formado, puede á su vez combinarse con el ácido sulfúrico: nueva produccion de calor y formacion de la sal llamada sulfato de zinc.

Si en una vasija de vidrio, ponemos agua acidulada con el ácido sulfúrico, en la cual sumergimos en parte una placa de zinc *ordinario*, se descompondrá el agua en sus dos elementos gaseosos, hidrógeno y oxígeno: el oxígeno se combina con el zinc y forma el óxido de zinc: este se combina con el ácido y forma sulfato de zinc, que se disuelve: por aquí habrá, pues, un desprendimiento de calor ó sea devolucion de energía; pero la descomposicion del agua no se hace sin consumo ó gasto de energía. El *calor total* ó la *energía total* que aparecerá como devuelta, será la diferencia entre lo producido y lo gastado. Esto es lo que efectivamente acreditan los experimentos más delicados. En cuanto al hidrógeno que proviene de la descomposicion del agua, se desprende.

En resumen: En la reaccion química que acabamos de exponer, hay produccion definitiva de energía bajo su forma ordinaria que es *el calor*.

Mas así como en la caída de los cuerpos, del agua de una cascada ó salto, por ejemplo, podemos tomarle al agua en su caída la mayor parte de la energía que produce, convirtiéndola en energía mecánica (movimientos y trabajos de las máquinas accionadas por la rueda hidráulica), del mismo modo hay medios de impedir que toda la energía desarrollada en la reacción química (caída química podíamos decir), se convierta en calor, y de conseguir que una gran parte de esa energía química tome la forma de *energía eléctrica*, ó hablando impropriadamente, que se *convierta en electricidad*.

Sobre estas ideas tan sencillas como trascendentales están fundadas todas las pilas eléctricas que se han inventado, y cuyo número no bajará de 500, y las que en lo sucesivo se inventen.

Muchos descubrimientos, la mayor parte de los que consigna la historia de la ciencia, más que producto de un raciocinio, lo han sido del empirismo y de la casualidad. Volta, el famoso físico que inventó la primera pila, fundada en la reacción química precedentemente expuesta, nunca supo que su maravilloso aparato era una máquina para convertir ó transformar la energía potencial química debida á la atracción de los átomos, ó *afinidad*, en energía eléctrica, del mismo modo que una rueda hidráulica es una máquina que transforma la energía potencial debida á la atracción terrestre ó gravedad, en energía mecánica utilizable.

Veamos ahora de qué modo arreglamos la máquina *pila*, para que la energía puesta en juego por la afinidad química tome la forma de energía eléctrica, ó de corriente eléctrica. Si en una vasija de vidrio ó barro vidriado, se pone agua acidulada por el ácido sulfúrico, y en ella se introducen casi totalmente dos placas, una de *zinc puro* y otra de platino ó de carbon, de modo que se encuentren en su mayor parte bañadas por el líquido, comenzará la reacción química antes explicada: el zinc será atacado por el líquido: el platino ó el carbon, no: el líquido toma un exceso de éter (de fluido eléctrico): el zinc experimentará una disminución de fluido: el aumento de fluido que toma el líquido, es igual á la falta que experimenta el zinc. Todo esto, expresado en otros términos, equivale á decir: el líquido se carga de electricidad positiva, y el zinc de electricidad negativa en cantidades iguales.

Recuerde el lector que lo mismo sucedía cuando se frotaban dos cuerpos de diferente naturaleza.

La electrización del líquido y del zinc tiene

un límite, límite natural impuesto por la intensidad con que los cuerpos (zinc y líquido) reaccionan. *Cuando la fuerza electro-motriz* (fuerza que produce la separación del fluido y que en este caso es la misma afinidad química) *es igual á la diferencia de potenciales de las placas, la acción química cesa*; porque entonces dicha fuerza electro-motriz, que es la que altera el equilibrio, y dicha diferencia de potenciales, pueden considerarse como dos fuerzas iguales y opuestas. La diferencia esa de potenciales mide y es igual á la fuerza electro-motriz que existe entre el zinc y el líquido.

¿Qué papel hace la placa de platino? Esta no hace ningun papel químico activo: su misión se reduce á tomar el mismo potencial eléctrico del líquido, lo cual lo hace *porque está en contacto con él*. Sirve, pues, de simple conductor.

Este sencillo aparato, que cualquiera puede improvisar en el acto, es lo que se llama *un elemento voltáico*, y su analogía con *un elemento de frotamiento* es bien clara. Mientras las placas zinc y platino estén sin comunicarse, el circuito *estará abierto*: la diferencia de potenciales de las placas es igual á la fuerza electro-motriz. Mas si ponemos en comunicación ambas placas por un hilo conductor, que puede tener leguas de largo, circulará por ese hilo una corriente eléctrica que irá por el hilo desde el platino, que tiene el mayor potencial, al zinc que lo tiene menor. Desde el instante en que á favor del hilo interpolado *tienden á igualarse* los potenciales de las placas, la fuerza electro-motriz, que como la gravedad, nunca duerme ni descansa, vuelve á producir la reacción química ó el trabajo químico. De aquí que la corriente dure tanto como dura la acción química: y esta dura mientras haya ácido y haya zinc en presencia.

La placa de zinc, que tiene el menor potencial (potencial negativo), constituye el *polo negativo del elemento*; y la placa de platino, ó carbon, ó conductor *no atacado*, constituye el polo positivo. *Siempre el metal atacado es el polo negativo, y el metal ó cuerpo conductor no atacado, el polo positivo*. Dichas placas también se llaman *electrodos*, negativo el metal atacado, positivo el metal no atacado.

Una observación importante. Para constituir el polo ó *electrodo* positivo de un elemento voltáico, se ha de emplear una placa de un cuerpo *conductor no atacable* por el ácido; porque si fuera atacable, tendería á electrizarse negativamente, y por tanto tendería á producirse una corriente contraria á la que produciría la acción química del zinc. De aquí resultaría una

aminoracion de la corriente. Empleando por electrodo positivo un metal no atacable, la corriente seria producida por la fuerza electro-motriz que nace en la reaccion del ácido sobre el zinc: llamemos e esta fuerza electro-motriz y R la resistencia del circuito entero: la intensidad I de la corriente producida será

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

Mas si empleamos por electrodo positivo un metal atacable, y representamos por e' la fuerza electro-motriz que nace en la reaccion química entre ese metal y el ácido, la intensidad I' de la corriente seria

$$I' = \frac{e-e'}{R}$$

Esta fórmula nos dice que la nueva intensidad I' es menor que la anterior, porque la fuerza e' se opone á la e y solo queda obrando la diferencia $e-e'$. La fuerza electro-motriz e' se llama fuerza electro-motriz *inversa*.

Si por electrodo positivo pusiéramos otra placa de zinc, no podria haber corriente, porque entonces e seria igual á e' y la intensidad I' quedaria reducida á cero, segun lo manifiesta la anterior fórmula.

El elemento voltáico que acabamos de describir, que fué el inventado por Volta, y despues modificado mucho en su forma por Wollaston y otros, es el que por esta razon hemos llamado *clásico*.

Empleo del zinc amalgamado en las pilas, en vez del zinc comercial.

—Si en el elemento voltáico clásico, ponemos *zinc químicamente puro*, este no es atacado por el ácido hasta que se cierra el circuito: de modo que no se gasta zinc ni ácido mientras el circuito está abierto. Todo esto constituye una ventaja grande en las pilas. Si se emplea zinc ordinario en vez de zinc puro, no tendremos esta ventaja; porque el zinc impuro del comercio es atacado en circuito abierto.

Este fenómeno se explica suponiendo que las moléculas de metales extraños que contiene el zinc comercial, constituyen con las moléculas del zinc y con el ácido, unos elementos microscópicos que *siempre están en circuito cerrado*, aunque el circuito del elemento voltáico esté abierto. De aquí que el zinc impuro sea atacado en circuito abierto.

Pero el zinc químicamente puro, que tan conveniente seria, es muy caro. Afortunadamente se puede hacer sufrir al zinc del comercio una preparacion económica que le da las cualidades

del zinc puro, haciéndolo inatacable en circuito abierto. Esta preparacion consiste en platear el zinc con el mercurio, operacion que se llama *amalgamar el zinc*.

La amalgamacion del zinc se hace del modo siguiente. Se coloca en una vasija un poco de mercurio y agua fuertemente acidulada por el ácido sulfúrico. Se frota el zinc en contacto con ambos líquidos, con una brocha ó cepillo. El ácido limpia la superficie del zinc disolviendo la capa de óxido que ordinariamente lo recubre, y entonces el mercurio se une al zinc en capa delgadísima, dándole un aspecto brillante.

En todas las pilas ordinariamente usadas, se emplea el zinc *como metal atacable*. Mas como los líquidos que se emplean son distintos, y no todos atacan en circuito abierto al zinc comercial, resulta que no en todas las pilas es indispensable amalgamar el zinc; pero sí en la mayoría de ellas.

Resistencia del elemento.—Descrito queda ya lo que constituye esencialmente el elemento inventado por Volta. Completamos su descripcion con algunas consideraciones muy importantes, que son *aplicables á todos los elementos de todas las pilas*.

La resistencia del elemento, que tambien se llama *resistencia interior*, y que representaremos por la letra r , varia con la concentracion del líquido ó su acidulacion, y con el cambio que este experimenta cuando funciona, por la formacion del sulfato de zinc. Cuanto más acidulada está el agua, la resistencia es menor: el agua pura ofrece una resistencia enorme: el agua salada ofrece menor resistencia.

La resistencia interior del elemento está sometida á las leyes generales de todo conductor, leyes que ya el lector conoce porque quedaron expuestas en uno de los anteriores números de esta *Revista*.

Así, cuanto más cerca esté la placa de zinc de la placa no atacable (platino, carbon, cobre), tanto menor será la resistencia interior del elemento, porque tanto menor será la longitud del prisma líquido que la corriente ha de recorrer. Cuanto más grande sea el elemento, tanto más pequeña será su resistencia interior, porque tanto mayor será la seccion del dicho prisma.

Conviene pues, para disminuir la resistencia interior r del elemento,

- 1.º *Un líquido muy conductor.*
- 2.º *Poner muy cerca los electrodos (las placas).*
- 3.º *Que estos sean de gran superficie mojada, ó lo que es lo mismo, que el elemento sea grande.*

Fuerza electro-motriz del elemento voltáico.—Esta depende de la naturaleza de la reaccion química que tiene lugar en el elemento. Esta reaccion puede ser más ó ménos complicada. Pongamos un ejemplo. Si en una disolucion de sulfato de cobre, sumergemos en parte una placa de zinc, y una de platino, y ponemos en comunicacion exteriormente ambas placas por un hilo metálico, el zinc se sustituye al cobre de la sal, el cobre se precipita, el zinc se disuelve y se forma sulfato de zinc. Aquí hay una descomposicion del sulfato de cobre que absorbe o gasta energía, y una produccion de energía debida á la formacion del sulfato de zinc. Y como es mayor la produccion que el gasto, de aquí que, en definitiva, aparezca un sobrante de energía que bajo la forma eléctrica (ó sea de corriente) se nos presentará en el circuito.

Hay una importantísima relacion entre la fuerza electro-motriz que puede producir una reaccion química determinada, y la cantidad de calor que esta reaccion produce por cada equivalente químico que toma parte en ella: relacion importantísima, que permite deducir la fuerza electro-motriz, cuando se conoce el *calor de combinacion* ó vice-versa, y que explicaremos al tratar de la *electrolisis*. Por lo demás, no es preciso seguir este camino teórico para hallar la fuerza electro-motriz que nacerá en una reaccion química. Si se construye un elemento en que esa reaccion se utilice, hay medios experimentales directos para medir esa fuerza electro-motriz, por medio de instrumentos llamados electrómetros, y aún con los voltímetros, si no se trata de medidas muy precisas.

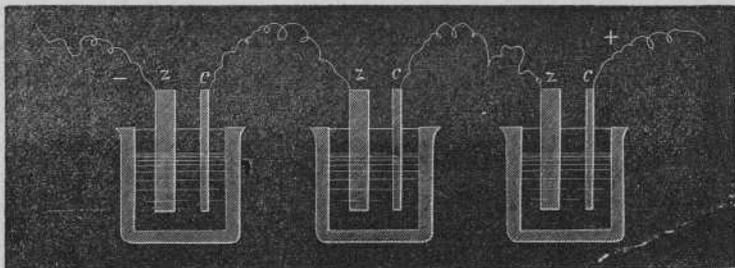


Figura 1.^a Tres elementos voltáicos agrupados en série.

Agrupamiento de los elementos voltáicos para formar pilas y baterías.—Este asunto lo hemos tratado ya con tanta detencion cuando tratamos del primer sistema (*Frotamiento*) para producir electricidad, que nada hay aquí que decir de nuevo. Los elementos se pueden, como allí explicamos, agrupar todos *en série*, constituyendo lo que propiamente se llama *una pila*, y se pueden agrupar todos *en cantidad* ó sea *en derivacion*. Entre estas dos agrupaciones extremas caben muchos *agrupamientos mixtos*, formados de varias *pilas parciales*, relacionadas *en derivacion* y constituyendo lo que hemos llamado *baterías voltáicas*. El lector puede ver todo esto, ya explicado, en los artículos anteriores de la *Seccion doctrinal*.

La figura 1, indica una pila formada por tres elementos voltáicos. Los tres elementos están relacionados en série. El metal activo *z* es zinc: el metal no atacado ó pasivo *c* es cobre en el elemento voltáico clásico: puede ser platino ó carbon. El zinc extremo de la izquierda es el polo negativo: el carbon extremo de la derecha es el positivo.

Si los elementos se quisieran agrupar en de-

rivacion ó cantidad, se pondrian en comunicacion por cortos conductores metálicos los tres polos negativos *z* entre sí, y se haria lo mismo con los tres positivos *c*.

Teoria del elemento voltáico y de la pila voltáica.—De lo expuesto habrá deducido el lector que el punto de partida para la teoria de la pila está en el hecho siguiente.

Cuando dos cuerpos ejercen una accion química, uno de ellos toma un potencial más elevado que el otro: entre ambos se establecen una diferencia de potenciales más ó ménos grande segun sean los cuerpos. Vimos que lo mismo sucedia cuando dos cuerpos se frotaban.

Ocurre ahora esta pregunta. ¿Esa diferencia de potenciales, es producida por la accion química (afinidad) en el primer caso, y por el frotamiento en el segundo, ó bien se produce sin más causa ó motivo que el *simple contacto* de los dos cuerpos? Esta segunda explicacion se llama *la teoria del contacto*.

Volta sostuvo lo segundo, y lo sostuvo con experimentos comprobantes. Despues se abando-

nó esta idea para aceptar la otra explicacion. Posteriormente ha habido grandísimas discusiones, estudios y experimentos hechos por los primeros físicos de este siglo, defendiendo unos el pro y otros el contra. Esta falta de acuerdo sobre una cuestion que parece *de hechos*, proviene de la dificultad de distinguir si cuando hay dos cuerpos en contacto existe ó nó una ligera accion química entre ellos, ó con el aire.

Hoy parece fuera de duda que el solo hecho del contacto establece una diferencia de potencial entre los cuerpos que se tocan.

Pero esto no basta de ningun modo para explicar la corriente eléctrica. *Sea cualquiera la causa que produce la diferencia inicial de potenciales entre el zinc y el agua acidulada del elemento clásico (por ejemplo), el movimiento eléctrico, la energía eléctrica, la corriente, está con toda evidencia sostenida por la accion química.* Una energía no es más que la transformacion de otra: no puede ser engendrada de la nada, cosa que sucederia si admitiéramos que la corriente era engendrada por el contacto. Tan absurdo seria decir que el contacto produce corriente, como decir que una presion estática, que una fuerza que no mueve materia ninguna, produce un trabajo.

El lector habrá visto que nosotros hemos establecido la ecuacion de las energías en el circuito eléctrico sin necesidad de entrar en la cuestion puramente científica sobre la causa inicial de la diferencia de potenciales.

Seccion de aplicaciones.

LA TRACCION POR ACUMULADORES

IDEAS Y PROYECTOS DE MR. REYNIER.

ARTÍCULO IV.

(Continuacion.)

Segun Mr. Reynier, la batería de acumuladores debe llevar almacenada para un viaje redondo una energía eléctrica de $15,72 \times 0,8 = 12,58$ caballos-hora.

Esta energía puede almacenarse en 800 kilogramos de acumuladores. Mas como estos tienen en ciertos casos que dar una energía superior, cree Mr. Reynier que debe doblarse la

carga de acumuladores y elevarla á 1.600 kilogramos. Haciéndolo así, la locomotora eléctrica tendria el peso siguiente:

Acumuladores.	1.600 kilogramos.
Motor eléctrico.. . . .	250 »
Transmisiones, etc.	300 »
Herramientas y útiles.	50 »
Conmutadores, resistencias, etc.	60 »
Truc ó carro.	1.140 »
Total.	3.400 kilogramos.

Habiendo doblado el peso de la batería, habrá energía para dos viajes redondos.

La recarga de la batería se hace en ménos de cinco horas, de modo que cada batería podrá sufrir al ménos dos cargas y dos descargas por dia. El servicio estará asegurado con dos locomotoras eléctricas por carruaje-ómnibus.

Valuando en 100 pesetas la tonelada (1.000 kilogramos) de acumuladores, el coste de cada locomotora eléctrica será:

Acumuladores.	1.600 pesetas.
Dinamo.. . . .	2.500 »
Conmutadores, resistencias, etc.	500 »
Mecanismo de transmision.	500 »
Truc y frenos.	1.400 »
Total.	6.500 pesetas.

Amortizando la parte eléctrica de la locomotora á razon del 25 por 100 anual y el resto á 20 por 100, y los acumuladores á 100 por 100, la amortizacion anual de la locomotora será:

100 por 100 de 1.600 pesetas de acumuladores.	1.600 pesetas.
25 por 100 de 3.000 pesetas de aparatos eléctricos.	750 »
20 por 100 de 1.900 pesetas del truc ó carro.	380 »
Total.. . . .	2.730 pesetas.

La amortizacion anual para las dos locomotoras será de $2.730 \times 2 = 5.460$ pesetas, ó sea de 15,60 pesetas por carruaje-ómnibus y por dia, suponiendo 15 dias al año de parada por reparaciones, etc.

RESÚMEN GENERAL.

Gasto por la electricidad.—El coste de la traccion por acumuladores, por dia y por carruaje-ómnibus, haciendo 8 viajes redondos

con un trayecto total de 92.800 metros, sería, aproximadamente:

Fuerza motriz en la estación central á razón de 125,76 caballos-hora á 0,08 pesetas por caballo-hora.	10,06 pesetas.
Sostenimiento y amortización diarios de las locomotoras y acumuladores.	15,60 »
Engrasado.	5 »
Gastos de la locomotora.	5 »
Gasto de local para dos locomotoras.	4 »
Total.	39,66 pesetas.

Gasto por caballos.—Segun los datos públicos de la *Compañía general de los ómnibus de París*, la tracción por caballos ha costado durante el año de 1882 por carruaje y por día lo siguiente:

Alquiler de los depósitos.	11,2073 pesetas.
Sueldos de los jefes de depósitos.	0,3900 »
Salarios de los picadores.	0,3711 »
Servicio veterinario, enfermería, medicinas.	0,4502 »
Salario de los palafreneros.	4,5698 »
Salario de mozos de cuadra y otros empleados.	2,4842 »
Agua.	0,2284 »
Alimentación de los caballos.	35,5549 »
Renovación de los caballos.	4,3279 »
Herraje.	1,8057 »
Caballos de labor.	1,1643 »
Sostenimiento del mobiliario, de los depósitos y de almohazas.	0,3883 »
Renovación y sostenimiento de arneses y atalajes.	1,7000 »
Total.	65,0423 pesetas.

Vemos que, segun Mr. Reynier, la tracción por acumuladores costaría por carruaje-ómnibus y por día 40 pesetas; y por caballos costaría 65 pesetas.

Si recordamos ahora que el trabajo medio de tracción de los caballos en el camino del perfil supuesto, es próximamente (por término medio) de 4 caballos, y que el trabajo este se hace durante 8 horas, resulta que el trabajo efectivo gastado en un día para la tracción es de

$$4 \times 8 = 32 \text{ horas.}$$

Luego un caballo-hora efectivo costará, empleando los acumuladores

$$\frac{40}{32} = 1,22 \text{ pesetas.}$$

El caballo-hora efectivo costará, empleando la tracción animal

$$\frac{65}{32} = 2 \text{ pesetas.}$$

Mr. Reynier, el campeón del sistema de tracción por acumuladores, concluye sus cálculos con estas consideraciones:

«Hemos visto que los acumuladores nos ofrecen una economía de 39 por 100.

»También ha de tenerse en cuenta que los progresos del arte prometen importantes y próximas reducciones en el precio y en el peso de los acumuladores, al paso que no puede esperarse una baja en el valor de los caballos y del forraje, que siempre va subiendo.

»La locomotora eléctrica, ofrece, además, ciertas ventajas especiales: mayor elasticidad en el servicio, explotación de una plataforma disponible, etc.

»Ahora faltaría dar á los resultados de mis cálculos la sanción experimental, con locomotoras bien dispuestas. El tran-carro presentado por la *French-Electrical Power Storage*, es impropio para esta demostración; porque pone en evidencia el abuso más bien que el uso de los acumuladores. Emplear una formidable batería para que dure mucho tiempo, y subir velozmente pendientes del más del 4 por 100, no sirve más que para que lo admiren los interesados: ha llegado el momento de convencerles demostrándoles que el sistema es seguro, duradero, económico.

»Ajustarse á las prescripciones de la teoría; tomar el peso de acumuladores estrictamente necesario y suficiente para obtener lo que dan los caballos; esforzarse en conseguir el objeto sin sobrepujarlo, en una palabra, hacer cosas útiles y no cosas que asombren.»

Ya lo hemos dicho: no aceptamos en modo alguno estos cálculos, ni abrigamos la seguridad en el éxito, que Mr. Reynier tiene. Nos parece que en varias cosas, pero sobre todo en el peso de los acumuladores se queda corto, así como en algunos gastos. ¡Ojalá acierte él y nos equivoquemos nosotros! De todos modos, el trabajo de Mr. Reynier merece plácemes que no le escaseemos. Su sistema es digno de la atención de los ingenieros.

LA ELECTRICIDAD EN LA CIRUJÍA

POR MR. TRIPIER.

ARTÍCULO II.

La gálvano-cáustica química.—En la galvano-cáustica *térmica* el trabajo de la pila se convertía en calor, el cual se utilizaba para

efectuar cauterizaciones *actuales* ó *igneas*. En la *gálvano cáustica química* se exige al trabajo químico que efectúe el aislamiento de cáusticos ácidos ó alcalinos destinados á obrar al modo de los cáusticos llamados *potenciales*.

Es cosa sabida que cuando la corriente eléctrica atraviesa un cuerpo compuesto, líquido ó en disolución, este cuerpo se descompone: que sus elementos ácidos ó electro-negativos se dirigen y acumulan sobre el *electrodo positivo*: que los elementos básicos ó electro-positivos se dirigen al electrodo negativo.

Aplicando los electrodos sobre la materia orgánica se separarán los elementos ácidos de los alcalinos los cuales aparecerán en el estado naciente en las proximidades de los electrodos. Este trabajo de descomposición, esta *electrolisis*, se provoca muchas veces en cirugía, para originar ciertas reacciones consecutivas, ciertos resultados secundarios.

Examinemos desde luego la electrolisis, no como procedimiento para cauterizar, como con notable impropiedad se oye decir todos los días, sino como *condición preliminar de una cauterización*.

Cuando los elementos ácidos y alcalinos de la materia orgánica son separados por la corriente, y no pueden atacar los electrodos, (*) obran sobre la materia orgánica á la manera de los cáusticos potenciales, y determinan la aparición de una escara exactamente limitada por la superficie del electrodo en contacto con el organismo. De modo que esto nos ofrece el medio de efectuar, allí donde pueda penetrar el más fino estilete, cauterizaciones semejantes á las determinadas por la acción de los ácidos ó de los álcalis, cauterizaciones cuya actividad se regula fácilmente dotando á la corriente que se emplee de las condiciones convenientes de cantidad y tensión.

Se tomará, pues, una pila que suministre una corriente de intensidad calculada según la suma de trabajo químico que nos proponemos obtener en un tiempo dado, suma que variará necesariamente para acomodarse á la rapidez que quiera darse á la operación; es decir, que en general, variará según la sensibilidad de la región en que se opere. Conviene por punto general, llegar á darle á la intensidad de la corriente el valor adecuado, por medio de una disminución de la resistencia del circuito. Debe evitarse

(*) La palabra *electrodo*, que significa *puerta de la electricidad*, se aplica á los extremos conductores que se ponen en contacto con el organismo, para que este, cerrando el circuito, sea atravesado por la corriente. De este modo se descomponen ó *electrolizan* todos los compuestos en disolución: las placas metálicas, ó hilos, que en esta se meten, son los *electrodos*.

la introducción en el circuito de resistencias inútiles, empleando de preferencia pilas de gran superficie: de este modo no necesitaremos emplear grandes tensiones y disminuirémos el dolor producido.

Uno de los electrodos sirve para cauterizar, y el otro no sirve más que para cerrar el circuito. Este último debe estar formado por una ancha superficie conductriz de estaño, de carbon, de arcilla húmeda, separada por una ó muchas capas de agaric mojado.

Antiguamente, atendiendo al aspecto de las escaras, se dividían los cáusticos potenciales en coagulantes y fluidificantes; y se había reconocido que los primeros eran los ácidos, y los segundos los álcalis. En 1862 demostré que esta distinción, fundada en la consistencia de las escaras, debía generalizarse á las cicatrices; que las cicatrices que siguen á las cauterizaciones ácidas eran duras y retractiles, al paso que las cicatrices debidas á las cauterizaciones alcalinas, eran blandas y poco ó nada retractiles. En esta consideración me apoyé para aconsejar el atenerse, en la inmensa mayoría de los casos, al uso de las cauterizaciones negativas ó alcalinas, y para ejecutar algunas operaciones en las cuales la cauterización gálvano-química me parecía la mejor. Entre estas operaciones citaré especialmente la destrucción de las estrecheces uretrales (con Mallez) la de las obstrucciones del orificio cervical interno del útero, la de las obstrucciones del canal nasal (con A. Desmarres) al menos en los casos en que no es preciso penetrar por los conductos lagrimales.

La *gálvano-cáustica química*, así como la ha llamado muy propiamente su inventor L. Ciniselli (1861), representa, en resumen, un método de cauterización potencial, á voluntad ácida ó alcalina. Cuando se trabaja á descubierto sobre superficies no anfractuosas, yo no la encuentro más ventajosa que los cáusticos anteriormente empleados, á menos que se tenga que operar una cauterización alcalina que se desee limitar á un sitio muy estrecho, á donde no podría circunscribirse una aplicación de potasa ó de pasta de Viena. En estas condiciones de acción superficial, la cauterización galvánica tiene el defecto de ser más dolorosa que la aplicación de los álcalis fijos. No sucede así cuando se trata de superficies anfractuosas, en trayectos fistulosos, ó en las fistulas naturales que representan los canales excretorios. Desde la aparición del método, insistí yo sobre la ventaja que presentaba, no solamente para localizar las cauterizaciones en puntos poco accesibles, mucho mejor que podía

hacerse con los otros cáusticos, sino aun y sobre todo para permitir en estos puntos las cauterizaciones alcalinas, no las ácidas. Tal me parece que es la indicacion fundamental de la gálvano-cáustica química.

Sin embargo, no deben limitarse á esto sus aplicaciones. En todas épocas ha habido prácticos que han creído que deben localizarse las acciones eléctricas, lo mismo variables que permanentes, por medio de agujas implantadas en los tejidos. Cuando se localizan de este modo las aplicaciones voltáicas se producen escaras en el trayecto de las agujas. Este hecho, considerado desde luego como un accidente de la galvanizacion, se ha disimulado por punto general.

Desde el descubrimiento de la gálvano-cáustica química era legítimo considerar la gálvano-puntura como un medio de efectuar cauterizaciones lineales penetrantes, de direccion perpendicular ú oblicua á la superficie de los tegumentos. Por esto he creído yo que debía sistematizar esta práctica, proponiendo efectuarla bajo el nombre de *cauterizacion tubular*, no solamente con agujas, sino con trocates de calibres variados, para poner en comunicacion con el exterior, de un modo más ó menos duradero, las colecciones mórbidas situadas á profundidades diversas. Con agujas negativas he abierto abscesos y kistes pequeños: con el trocate, abscesos y kistes más voluminosos, y lipomas.

En estos casos la accion quirúrgica no interviene sola: concurren tambien á la curacion algunas reacciones fisiológicas sobre cuyo mecanismo seria temerario aventurar una explicacion.

Cuando se ataca por la puntura ordinaria ya sea simple, ya seguida de inyeccion, un kiste, una coleccion serosa, un absceso, el orificio abierto por el trocate ó el bisturí se utiliza siempre y en el acto para expeler la mayor parte posible de productos mórbidos. La curacion se produce aquí por un doble mecanismo: el trayecto fistuloso que se ha establecido, permite sin duda, en un momento dado, que salga poco á poco el contenido del tumor; pero la accion curativa más importante es el trabajo reparador de una fuerza no bien determinada aún, que consecutivamente á la accion electrolítica ó á las cauterizaciones secundarias, se ejerce en la superficie interna de las paredes kísticas ó de las membranas pirogénicas.

Los abscesos en los cuales este modo de abrirlos me ha dado inmediatamente resultados satisfactorios y una sólida curacion en pocos dias son los abscesos ganglionarios del cuello y los

bubones: los de los grandes labios y los marginales del ano; sin que haya habido recaída como sucede cuando la abertura se hace con el bisturí. Me ha faltado ocasion de aplicar este sistema á los abscesos por congestion de la region infra-inguinal, los abscesos del hígado, los abscesos de los riñones y peri-nefréticos, los abscesos de la próstata y peri-prostáticos.

Los diversos kistes superficiales, y los kistes sero-sanguíneos del cuello, se tratan muy bien con este sistema de abertura, que tambien me parece indicado para los abscesos del hígado. En un kiste del ovario practiqué un pozo ó canal que *entubé* con cauchú y por donde hacia inyecciones yodadas diariamente. Los kistes del parénquima uterino se vacian de este modo por la vagina con mucha comodidad.

La cauterizacion tubular debe estudiarse además como procedimiento de toracentesis. De todas las punturas, la de la cavidad pleural es la que más se ha estudiado, por el interés grandísimo que tiene su buena ejecucion. No he de recordar aquí todas las precauciones que se toman las cuales se encuentran aseguradas por el procedimiento que yo recomiendo aquí. Tambien en este caso há lugar á preguntarse si la accion dinámica de la galvanizacion simplificaria tambien en este caso, como en el de los abscesos, la evolucion de los fenómenos de reabsorcion. Esto por lo menos, es admisible *à priori*.

Con el objeto de modificar la vitalidad de ciertos tejidos y notablemente del tejido óseo epifisario, ocurrió á Mr. Jules Guerin la idea de efectuar en ellos, cauterizaciones *sub-cutáneas*. Para esto, plantó en ellos agujas cuyas extremidades solas estaban al descubierto, porque todo el resto iba revestido de una materia aisladora de la electricidad. Ignoro el éxito que tuvo la primera operacion de este género para la cual habia reclamado mi concurso el doctor Guerin; pero el procedimiento merece atencion: yo lo emplearé para procurar la destruccion de ciertos tumores sólidos.

En la gálvano-cáustica química hay que tomar algunas precauciones muy fáciles, pero indispensables.

Se sabe que en la superficie del electrodo positivo nacen ácidos, y en la del negativo álcalis; lo cual permite emplear como electrodo negativo metales cualesquiera porque no son atacados por los álcalis. Pero no sucede esto con el electrodo positivo, el cual puede ser fácilmente atacado por los ácidos. Para cauterizaciones ácidas, es preciso por tanto emplear un metal no oxidable; oro, plata, mas nunca acero.

Otra cosa hay que tener presente y que se refiere no á las condiciones físico-químicas, sino á una condicion fisiológica. Cuando se ejerce la accion polar negativa sobre la bóveda craneana en la cara, en el cuello, en la nuca, en el hueso sub-clavicular, es muy posible que, en ciertos sujetos se produzca un síncope. De aquí no deduzco que debamos abstenernos de practicar sobre la cabeza la galvanizacion polar ó las cauterizaciones negativas; pero recomiendo en estos casos que el circuito se cierre en un punto lejano, en la mano, por ejemplo, para favorecer la dispersion de la corriente: que se vigile al paciente y se esté pronto á disminuir la intensidad de la corriente, en el momento en que se presente la palidez ó los vértigos: que cuando la aplicacion de la corriente deba durar más de tres ó cuatro minutos, se opere sobre el paciente, acostado.

(Continuará.)

ACUMULADORES ELÉCTRICOS.

(Continuacion.)

ARTÍCULO XIV.

Máquinas magneto-eléctricas. —

Para pequeñas instalaciones, las máquinas de iman son las más simples y más cómodas, porque la direccion de la corriente que producen no puede cambiar más que con el sentido de la rotacion, lo cual constituye una condicion favorable para que no se cambien accidentalmente los polos durante la carga.

Construidas generalmente estas máquinas para dar una gran fuerza electro-motriz y una pequeña intensidad ó cantidad de fluido, la batería de los acumuladores deberá disponerse en una sola *série*. El número de los acumuladores varía con la potencia de la máquina. La regla que ha de observarse es que la resistencia total que ofrecen los acumuladores representa cerca del triplo de la resistencia de la máquina, y que la intensidad de la corriente *no exceda del número de ampères indicado por el constructor de la dinamo*.

Máquinas dinamo-eléctricas.—Estas son las que deben emplearse en todas las instalaciones verdaderamente industriales. Sus

electro-imanen pueden ser excitados en derivacion ó por una máquina especial.

En las dinamos *ordinarias* toda la corriente engendrada por la rotacion del inducido, pasa entera por el sistema inductor ó sea por los electro-imanen. La figura 2 representa un schema ó figura convencional de una dinamo ordinaria empleada en cargar una batería de acumuladores. No aconsejaremos nunca el empleo de una disposicion que exige precauciones especiales para evitar un cambio de polos que con facilidad puede presentarse, y que solo puede ser manejada por un hombre muy práctico.

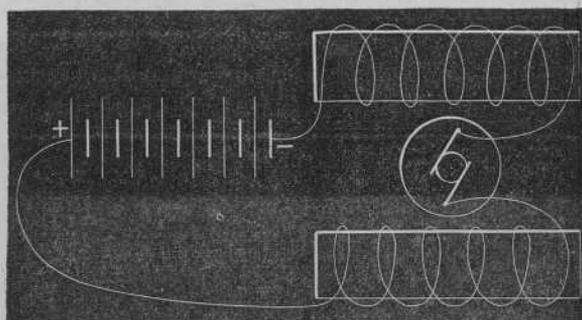


Fig. 2. Dinamo cargando una batería de acumuladores. ∞

En la figura convencional número 2, el círculo grande representa el anillo inducido de la máquina Gramme; el círculo pequeño representa el colector; las dos tangentes que lleva este círculo son los frotadores ó escobillas; encima y debajo del anillo inducido se ven dos cilindros envueltos por un hilo arrollado en hélice que representan los electro-imanen ó sea el sistema inductor. A la izquierda se vé la batería que se está cargando. Esta disposicion debe proibirse siempre que sea posible por las razones antedichas, y emplearse una de las dos disposiciones siguientes.

Primera disposicion.—La figura 3 representa una máquina Gramme excitada en derivacion, y empleada en cargar una batería de acumuladores. Expliquemos para aquellos lectores que lo necesiten lo que significa una máquina *excitada en derivacion*. En el hilo que está arrollado en hélice continua sobre el anillo Gramme, se engendra por la rotacion, una corriente eléctrica. Esta corriente recorre dicho hilo marchando desde una escobilla frotadora á la otra, de donde resulta que una de las escobillas puede considerarse como el polo positivo de una pila (la pila es el hilo del anillo) y la otra escobilla como el polo negativo. Supongamos

que en nuestra figura la escobilla más alta es el polo positivo. Obsérvese que de ella no parte, como en la figura anterior, un solo hilo, sino dos: uno de ellos recorre el electro-iman superior, pasa después á un *conmutador de resistencia variable á voluntad*, recorre en seguida el electro-iman inferior, y entra en la escobilla inferior ó polo negativo. Volvamos á la escobilla superior ó polo positivo, y sigamos el otro hilo: este comunica con el polo positivo de la batería cuyo polo negativo comunica á su vez con la escobilla negativa. De esta disposición resulta que la corriente total engendrada en el hilo del anillo, se divide en dos corrientes parciales: una

que es la que excita los electros y recorre la *resistencia*: otra que es la que carga la batería. A fin de que la corriente parcial excitadora de los electros no tenga ni un exceso ni un defecto de intensidad hay la *resistencia variable* que con el auxilio de su conmutador se puede aumentar en el primer caso y disminuir en el segundo. Con esta disposición la corriente excitadora no cambiará nunca de dirección en los electros, y así no pueden estos cambiar de polos.

Segunda disposición.—Otra disposición también recomendable, pero que exige el empleo de dos dinamos, es la que se llama de

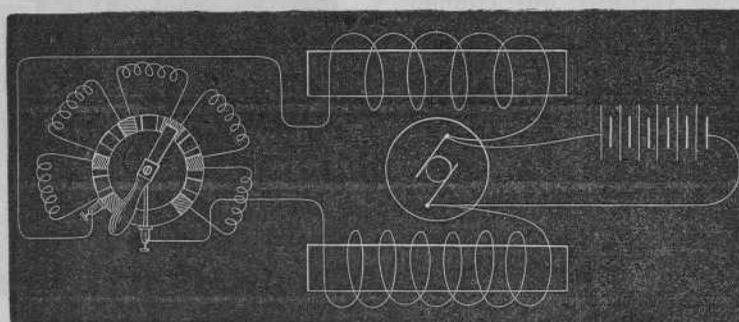


Fig. 3. Máquina Gramme excitada en derivación, cargando una batería de acumuladores.

excitación independiente. Recibe este nombre, porque la máquina dinamo-eléctrica empleada en la carga, tiene sus electros excitados por otra máquina de poca potencia que solo en este trabajo emplea su corriente. La primera máquina, que es la del trabajo, emplea toda su energía en la carga, sin tener que distraer parte de ella en la excitación. Esta disposición es la que representamos en la figura 4. La máquina pequeña de la izquierda, es la excitatriz de los electroimanes de la otra, que es la generatriz ó de trabajo. A la derecha de la figura se vé la batería que se está cargando, y entre ambas máquinas se coloca una *resistencia variable* con su conmutador. Este último no está indicado. La resistencia variable tiene por objeto cambiar á voluntad del operador la intensidad de la corriente excitadora, y por tanto la intensidad magnética de los electros de la generatriz. El cambio del magnetismo de estos arrastra un cambio en la intensidad de la corriente de la última máquina.

Las dos disposiciones que acabamos de describir imposibilitan el cambio de polarización. Una precaución, sin embargo, hay que tener siempre presente en la carga de los acumuladores, á saber: que cuando se pare el movimiento de la generatriz, se rompa inmediatamente su comu-

nicación con los acumuladores. De no romperse el circuito, sucedería que la batería, ya cargada ó á medio cargar, empezaría á descargarse por el mismo hilo del anillo inducido, toda vez que los dos extremos de este hilo comunican con los polos de la batería.

Es claro que la fuerza electro-motriz de la máquina generatriz debe proporcionarse al número de los acumuladores que se cargan á la vez. Para ello se puede hacer variar la excitación ó la velocidad de la máquina entre ciertos límites. Por abajo no hay peligro alguno en estas variaciones; mas nunca debe pasarse por arriba de cierto límite; nunca debe pasarse de la intensidad de corriente y de la velocidad marcadas por el constructor de la máquina. La fuerza electro-motriz de la máquina ha de ser notablemente superior á la de la batería.

Procedimiento para reconocer el sentido de la corriente durante la carga.—Dispuestos los acumuladores en serie ó cadena para la carga, se fija el extremo de un hilo de cobre á un acumulador colocado en medio de la serie ó cadena. En el otro extremo de ese hilo se fija una laminilla de plomo suficien-

temente delgada para que se pueda introducir en un acumulador. Se sumerge esta laminilla de plomo en uno de los acumuladores extremos, en el de la derecha de la serie, por ejemplo: se tiene allí unos 15 segundos; se saca, y se observa el aspecto de su superficie. Después se repite la misma operación sumergiendo la laminilla en uno de los últimos acumuladores de la izquierda. Se observará que en uno de los dos casos la laminilla se ennegrece porque se peroxidada, y en el otro aparece el plomo en su aspecto metálico. Pues bien: *la corriente de carga marcha por la batería desde el acumulador que da el aspecto metálico á la laminilla al acumulador que la ennegrece.*

Resistencia que debe intercalarse al principiarse la formación de los acumuladores.—Los acumuladores nuevos,

no teniendo fuerza electro-motriz propia, (la cual se vá obteniendo á medida que se van formando), resulta que al empezar *una formación* la máquina tiene una fuerza electro-motriz excesiva, porque no está en proporción con la débil de la batería.

Este inconveniente se remedia intercalando en el circuito una gran resistencia formada por un hilo de hierro largo ó por un líquido. Si la intensidad es demasiado fuerte se agrega más resistencia: si es demasiado pequeña, se disminuye. Esta gran resistencia no se emplea más que cuando se trata de *formar los acumuladores*; mas no cuando se trata de cargar acumuladores ya formados ó en servicio.

Medios de activar la formación.—La formación es más rápida si se añade al agua

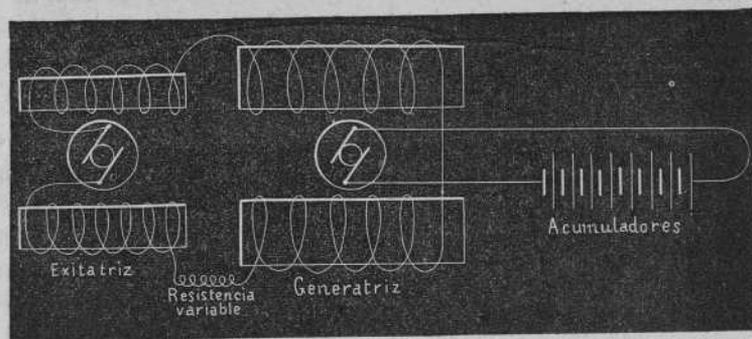


Fig. 4. Máquina Gramme con excitación independiente, cargando acumuladores.

acidulada uno por ciento de ácido nítrico. Durante las 200 primeras horas de formación se vá añadiendo uno por ciento de ácido nítrico después de cada período de 20 horas. El ácido nítrico que favorece y acelera la formación, es nocivo después, cuando ya formados los acumuladores, han de prestar estos su servicio normal. Por tanto, si debiésemos de servirnos de los acumuladores antes de las 200 primeras horas de formación, sería conveniente cesar en el empleo del ácido nítrico desde las primeras descargas útiles.

También se puede acelerar la formación, cargando alternativamente los acumuladores en

uno y en otro sentido. Estos cambios de polaridad deben hacerse con cuidado: después de cada carga, se ha de descargar la batería hasta que su corriente *en corto circuito* (*) ya sea pequeña, 5 amperes, por ejemplo.

(Continuará.)

(*) Se dice que una pila, una batería de acumuladores, ó una dinamo, están en *corto circuito*, cuando sus dos polos están unidos por un hilo de poca resistencia (grueso y corto). Puesta la batería cargada en corto circuito, claro es que se descargará rápidamente al través de ese hilo.

Seccion de noticias diversas.

Fuerza electro-motriz de las pilas.—El Dr. C. R. Alder Wright F. R. S. y M. C. Thompson vienen ocupándose hace algunos años de las causas que producen las variaciones de fuerza electro-motriz en los elementos voltáicos. Con respecto al elemento tipo de monsieur Latimer Clark, dicen haber encontrado que es de todo punto esencial no agitarlo despues de montado, porque su fuerza electro-motriz, que es de 1,45 volts, puede, por la agitacion, ser notablemente alterada; de ahí que aconsejen á todo experimentador á que, léjos de adquirir esos tipos en casa de un fabricante los monte él mismo, si quiere tener seguridad en los resultados. Aconseja asimismo emplear los materiales en estado de pureza y excluir completamente el aire, cerrando la abertura del elemento con parafina.

Las recientes investigaciones de estos dos sabios se han dirigido sobre los elementos Daniell y Grove, con objeto de descubrir la influencia que, el grado mayor ó menor de concentracion de las disoluciones tiene sobre la fuerza electro-motriz. De estos experimentos parece poderse establecer que: *un aumento de concentracion de la disolucion que rodea la placa que adquiere mayor potencial, aumenta la fuerza electro-motriz, mientras que se obtiene el efecto contrario aumentando la concentracion de la disolucion que rodea la otra placa.* Esta conclusion es general y aplicable á todos los elementos de dos líquidos, hay, sin embargo, algunas excepciones á la última condicion. El aumento y disminucion de la fuerza electro-motriz así producidos son considerables, alcanzando hasta el 5 por 100 para el elemento Daniell.

Avisadores eléctricos de incendio.—En la última reunion de la Sociedad de ingenieros telegrafistas y electricistas, M. E. Bright expuso su sistema de avisadores eléctricos de incendio, que está actualmente en ensayo en diversos distritos de Londres. Hay 21 centros de auxilio unidos á 140 estaciones distribuidas en las calles, habiéndose empleado 82 millas de conductores. El sistema tiene la importante ventaja de no emplear movimientos de relojeria, pues la señal se produce mediante la insercion de una resistencia dada en la línea del punto que llama. Por medio de una balanza diferencial se fija la posición de esta estación y casi instantáneamente por el empleado de guardia y se envia enseguida el tren de auxilio. Es indudable que, el día que el público se convenza de las ventajas de los avisadores eléctricos de incendio, su adopcion será general.

Amperómetros y vóltmetros.—Los aparatos de este género de la invencion de M. M. Ayrton et Perry para medir la intensidad de las corrientes eléctricas para luz, han sido objeto de un perfeccionamiento práctico, abandonando el uso del coeficiente porque habia que multiplicar las desviaciones, para obtener el valor real de la fuerza elec-

tro-motriz y de la intensidad. En los nuevos aparatos, la lectura de la escala dá directamente el número de volts y ampères, resultado que se ha obtenido mediante la adición de una pieza polar de hierro dulce colocada entre los pólos del electro-iman; de esta manera se modifica el campo magnético de modo que las desviaciones resulten siempre proporcionales al valor de la corriente que se ha de medir.

Pila de bolsillo Skrivanow.—El elemento está constituido por una lámina de zinc y por cloruro de plata envuelto en papel pergamino que inmergen en un líquido alcalino que contiene 75 partes de potasa cáustica por 100 de agua. La pila va contenida en un estuche de gutapercha cerrado herméticamente. Los conductores y los contactos exteriores son de plata, y el elemento completo pesa aproximadamente 100 gramos. La fuerza electro motriz de este elemento es de 1,45 á 1,50 volts, pudiendo proporcionar una corriente de 1 ampère durante casi una hora.

Al cabo de este tiempo hay que renovar la disolucion potásica y despues de dos ó tres veces de esta renovacion debe tambien cambiarse el cloruro argéntico.

Transmision de fuerza á distancia.—En una conferencia dada en la Sorbona por el distinguido ingeniero M. M. Deprez, se han fijado las condiciones con que tendrá lugar la próxima experiencia de transmision eléctrica de la fuerza.

Esta experiencia tendrá lugar en la línea del ferro carril del Norte entre Creil y Paris; la distancia entre estos dos puntos es de 51 kilómetros, lo que dá para longitud total del circuito 102 kilómetros. El conductor será de bronce silíceo de un diámetro de 5 milímetros. La fuerza motriz será de 200 caballos y habrá 3 máquinas receptoras de 30 á 35 caballos cada una. La fuerza electro-motriz no será menor de 7.200 volts y la intensidad de 20 ampères.

Como la resistencia del hilo de bronce silíceo de 5 milímetros de diámetro es de 0,87 de ohm por kilómetro, la resistencia total de la línea será de 88 ohms, de lo que resulta que el trabajo absorbido por sólo la resistencia de la línea es ya de 47 caballos.

Pila primaria.—Podemos dar los siguientes datos sobre una experiencia hecha con la reciente pila primaria Da-Lalande y Chaparou (con óxido de cobre). Dece de estos elementos gran modelo, unidos en tension, han alimentado durante 200 horas una lámpara de incandescencia que exigía una corriente de 1'5 ampères y una diferencia de potencial de 6 volts. Con 15 elementos podriase alimentar por igual número de horas una lámpara de 8 volts.