

en el anterior, la superficie lo estaba imperfectamente. Ahora, si se reduce todavía la longitud, los filetes más cortos desaparecen, porque sus dos polos se reúnen y la cantidad de magnetismo decrece por insuficiencia de sitio para la distribución de los polos elementales. En el primer caso el perímetro medio era muy pequeño, en el segundo es sobrado grande, y el caso intermedio ofrece precisamente la superficie polar que conviene á la dilatación ó extensión de los polos.

„Por lo común la barra se imana sólo superficialmente; si se imanara por igual en toda su masa hasta su eje, el número de los filetes magnéticos sería proporcional á la superficie de la sección media. Se llega aproximadamente á esta proporción dividiendo el acero en láminas tenues que se imanan por separado superponiéndolas en seguida; el número de filetes aumenta entonces proporcionalmente al de láminas, y como las superficies no cambian sino por aumento de espesor, en breve se llenan de magnetismo; las curvas de intensidad se reúnen en medio, y el imán queda lleno en todas sus dimensiones, puesto que, por un lado, la sección media está imanada profundamente, y por otro, las curvas de intensidad llenan las superficies exteriores. Vese también por qué los haces magnéticos son superiores á los imanes formados de una sola pieza cuyo espesor fuese igual á la suma de los espesores de las láminas.,

Estas deducciones están basadas en numerosísimos experimentos, y si las consignamos aquí detalladamente, no es tan sólo por el interés que tienen para la teoría del magnetismo, sino también porque han inducido á su autor á dar reglas nuevas para la construcción de sus *contactos* y *armaduras*. En el capítulo siguiente volveremos á ocuparnos de ellas; pero antes terminaremos este artículo con una cita de Jamín en la que este físico trata de la fuerza coercitiva.

Para él, la definición habitual de la fuerza coercitiva es vaga y no descansa en ningún experimento definido. Discurrida para expresar, bajo el punto de vista magnético, la diferencia entre el hierro y el acero, la dificultad que presenta el metal para la imanación y la resistencia que opone á las causas de desimanación, júzgase que dicha fuerza debe servir de explicación á propiedades que, según Jamín, “se pueden resumir de una manera tan sencilla como clara, diciendo que el hierro dulce es buen conductor de las tensiones magnéticas y que el acero lo es tanto menos cuanto mayor dureza tiene.” “Propongo, pues, dice, desechar la frase fuerza coercitiva sustituyéndola por la palabra conductibilidad, que, grande ó escasa, constituye la propiedad esencial del hierro y del acero y explica todos sus efectos. Por su cualidad de conductor, el hierro adquiere y pierde el magnetismo tan luego como interviene ó cesa una causa exterior; por la misma razón transporta á través de un contacto las tensiones opuestas de dos polos y hace que el imán vuelva á neutralizarse; y por igual motivo sirve también, cuando se le añaden armaduras cuidadosamente aplicadas, para reunir y transportar á masas polares inmediatas el magnetismo diseminado por las superficies de los imanes naturales. Por el contrario, á causa de su poca conductibilidad, retiene el acero separadas en los extremos de una barra las tensiones contrarias que son tanto más poderosas cuanto más larga es aquélla. Del propio modo se explica la necesidad de las fricciones para la imanación á fin de actuar en cada punto y suplir la conductibilidad que falta, la imposibilidad de hacer contactos con el acero, y por último la diferencia de tensión que subsiste entre este metal y el imán puesto en contacto con él.,

La teoría de los dos fluidos, que acabamos de exponer de un modo elemental en este capítulo, fué concebida antes del descubrimiento de los hechos que han enlazado definitivamente los fenómenos del Magnetismo con los de la Electricidad. Basta para ex-

plicar las principales propiedades de los imanes, sus atracciones y repulsiones mutuas, su acción sobre las substancias simplemente magnéticas, como el hierro dulce; y también para dar cuenta de lo que ocurre cuando se ponen en práctica los procedimientos de imanación artificial cuya descripción será objeto del siguiente capítulo; en una palabra, basta para coordinar todos los casos descritos, demostrando que todos ellos pueden derivarse de un mismo principio.

Pero conviene insistir en un punto, á saber, que la teoría de los dos fluidos, de los elementos magnéticos y de la fuerza coercitiva, no es en realidad más que una hipótesis provisional que será preciso modificar y completar para explicar los efectos recíprocos de las corrientes eléctricas y de los imanes. Cuando hayamos descrito estos efectos en los capítulos consagrados al Electro-magnetismo, será la ocasión oportuna de decir qué hipótesis han sugerido.

CAPITULO III

PROCEDIMIENTOS DE IMANACIÓN

I

IMANACIÓN POR LOS IMANES NATURALES Ó ARTIFICIALES

Las substancias magnéticas puestas delante de los imanes ó en contacto con ellos adquieren por influencia las propiedades del magnetismo polar. Ya hemos descrito los experimentos que así lo prueban. ¿En virtud de qué procedimientos se consigue que estas propiedades sean permanentes, siendo así que por lo regular no subsisten sino mientras dura el contacto ó la presencia del imán? Vamos á decirlo.

En la teoría de los dos fluidos se admite que la separación de éstos exige la acción de una fuerza especial, la *fuerza coercitiva*, que, por lo demás, así se opone á su reunión cuando se los ha separado, como á su separación cuando se hallan en estado neutro. Pero ¿cómo nace ó se desarrolla la fuerza coercitiva? Entre las substancias magnéticas, es el acero muy templado el que más dotado está de ella; el acero recocado pierde su fuerza coercitiva (1). El hierro dulce carece de ella ó la tiene en cantidad muy escasa; pero si se cambia su estructura mediante una acción mecánica, como la percusión, la torsión, el temple, la fuerza coercitiva se desarrolla en él, y puede adquirir un magnetismo polar perceptible. Es por tanto probable que esta propiedad dependa más bien de la estructura del cuerpo, de su disposición molecular, que de su composición química.

Resulta de aquí que para obtener imanes artificiales se debe emplear con preferen-

(1) Si se aceptan las deducciones de M. Jamín, expuestas al final del capítulo anterior, se debe reemplazar siempre la expresión *fuerza coercitiva* por la de *conductibilidad magnética*. Por ejemplo, el hierro dulce, que no tiene fuerza coercitiva, está en cambio dotado de gran conductibilidad; el acero templado, que es el metal de fuerza coercitiva más enérgica, es poco ó nada conductor del fluido magnético. Cualquiera que sea la frase que se adopte, no se deberá ver en una ú otra expresión otra cosa sino un modo de representarse los hechos. Toda la ventaja de la sustitución propuesta por Jamín consiste en que de este modo aparecen más relacionados los efectos magnéticos con los eléctricos, con los cuales tienen aquéllos la mayor analogía, según veremos más adelante.

cia el acero fuertemente templado. Sometiendo una barra de este metal á la influencia de un imán, el magnetismo que se desarrollará en ella subsistirá indefinidamente; en cambio, y precisamente á causa de la fuerza coercitiva, la imanación requerirá procedimientos especiales que vamos á describir ahora.

Pongamos la barra de acero que se trata de imanar en contacto por uno de sus extremos con el polo de un imán de gran fuerza. Al punto se desarrolla el magnetismo, naciendo un polo en cada extremo de la barra; el que está en contacto con el imán es de sentido contrario al del polo que toca; el otro es del mismo sentido. Este método,

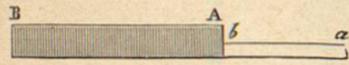


Fig. 27.—Imanación por simple contacto

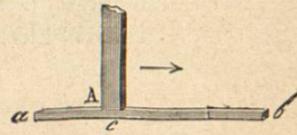


Fig. 28.—Método de imanación por simple tacto

que se puede llamar por *simple contacto* (fig. 27), está basado, como se ve, en la descomposición del fluido neutro por la influencia del imán.

El método llamado del *simple tacto* consiste en poner el polo del imán A en contacto con uno de los extremos *a* de la barra de acero (fig. 28), y luego en hacerle resbalar de un extremo á otro de éste. Repítase esta operación muchas veces, pero siempre con el mismo polo y en el mismo sentido. El extremo por el cual empieza el movimiento de fricción adquiere un polo *a* del mismo nombre que el A del imán que se halla en contacto con la barra de acero.

¿Qué sucede en esta operación, y cómo se puede explicar el resultado obtenido?

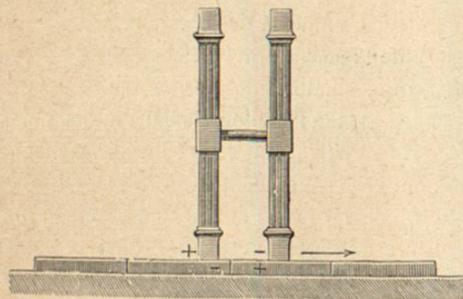


Fig. 29.—Imanación por doble contacto. Método Mitchell

En un punto dado del trayecto, el polo A descompone por influencia, pero en sentido inverso, el fluido neutro de la barra; enfrente del punto de contacto hay un punto consecuente cargado de fluido opuesto al de A; y á una y á otra parte los elementos magnéticos están polarizados en sentido inverso. Mas tan luego como el imán ha llegado al fin de su carrera, la distribución es en todas partes la misma; la barra queda imanada de modo que á la izquierda tiene un polo *a* del mismo nombre que A. Una segunda y luego una tercera fricción repiten el mismo efecto aumentándolo. La imanación es cada vez más fuerte hasta la saturación.

Dícese que una barra está *imanada á saturación* ó *saturada* de magnetismo cuando la cantidad de fluido descompuesto llega al límite que permite la fuerza coercitiva de la barra. Puede suceder que en la operación se traspase este límite, pero entonces el exceso de potencia magnética obtenida así se pierde poco á poco.

El método del simple tacto es bueno para imanar agujas cortas y poco gruesas; pero á menudo es irregular y produce puntos consecuentes. A mediados del siglo pasado no se conocía otro. Varios físicos como Knight, Mitchell, Duhamel y Æpinus lo

reemplazaron por el *doble contacto*, que consiste en emplear simultáneamente dos imanes para obtener la imanación de la barra de acero.

El procedimiento de Mitchell consistía en aproximar dos imanes por sus polos contrarios, separándolos únicamente con una pieccecita de madera, y pasándolos después por la barra que se debía imanar (fig. 29). Poniendo muchas barras de acero unas tras otras, las intermedias son las que quedan más fuertemente imanadas.

En el procedimiento de Duhamel, que se llama también del *doble contacto separado*,

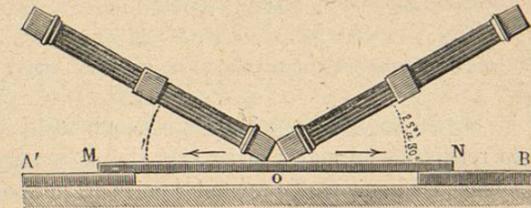


Fig. 30.—Imanación por el método del doble contacto separado. Procedimiento de Duhamel

do, la barra MN que se ha de imanar se coloca sobre los polos contrarios de dos imanes poderosos, A' B' (1). En seguida se ponen en medio de la barra otros dos imanes A, B, inclinados de 25 á 30 grados, de modo que sus dos polos contrarios estén de frente, y cuidando de que cada uno de ellos esté del lado del polo del mismo nombre, perteneciente á los imanes fijos A' B' (fig. 30). Si entonces se hace correr muchas veces los imanes móviles, en sentido opuesto, pero sin cambiar su inclinación, se desarrolla el magnetismo polar en la barra de acero que adquiere dos polos M, N, de nombres contrarios á los polos B, B', A, A', de los imanes empleados. El procedimiento de Duha-

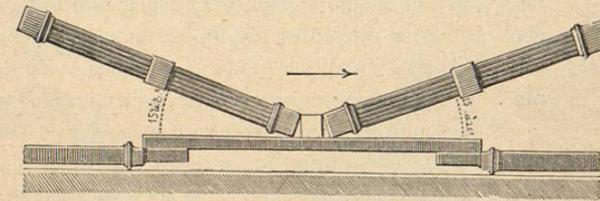


Fig. 31.—Imanación por el método de Æpinus

mel da la imanación más completa y regular, así es que se le emplea con preferencia para imanar las agujas de las brújulas y las láminas cuyo grueso no llega á 5 milímetros.

El método de Æpinus difiere del de Duhamel en que los imanes móviles están unidos entre sí como los de Mitchell, pero inclinados sobre la superficie de la barra que se imana (fig. 31). La experiencia ha demostrado que se obtiene el máximo de efecto cuando el ángulo de inclinación de los imanes está comprendido entre 15° y 20°. El procedimiento de Æpinus es el más enérgico de los que acabamos de describir, pero tiene el inconveniente de producir una imanación irregular, sucediendo con frecuencia que, además de los polos principales, el imán obtenido tiene polos secundarios ó puntos consecuentes.

(1) En vez de dos imanes, Duhamel ponía al principio bajo la barra que había de imanar dos barras de hierro dulce.

Tales eran los procedimientos conocidos para obtener imanes artificiales, antes de relacionar los fenómenos del magnetismo con los de la electricidad dinámica. Hoy se recurre casi siempre á las corrientes eléctricas que circulan por carretes de alambre de cobre para producir la imanación permanente de una barra, siendo el procedimiento de Elías de Harlem el más usado. Lo describiremos más adelante, cuando hayamos expuesto los hechos de electro-magnetismo en que está basado.

II

CONSTRUCCIÓN DE IMANES.—HACES MAGNÉTICOS.—ARMADURAS

La potencia de los imanes no está en proporción con su tamaño ó con su peso; los más pequeños tienen relativamente mayor fuerza. Pero si se reúnen muchas barras imanadas poniendo de frente los polos del mismo nombre, se obtiene un imán de fuerza superior ó por lo menos igual á la suma de las energías individuales de los imanes componentes. Esta reunión lleva el nombre de *haz magnético*; discurriólo Knight, y Coulomb y Scoresby estudiaron las condiciones de la construcción de estos haces, condiciones que Jamín ha completado acertadamente, gracias á sus indagaciones sobre la distribución magnética.

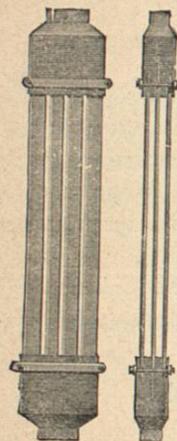


Fig. 32.—Haz magnético compuesto de doce barras imanadas.

Coulomb había demostrado que las láminas de que se compone un haz magnético ejercen cierta reacción unas sobre otras, resultando de aquí una alteración en el estado magnético de las láminas interiores, y que la energía total no es proporcional á su número; pero Nobili ha ideado el medio de atenuar este inconveniente dando á las barras diferentes longitudes, de suerte que sus extremos están colocados á modo de gradas ó escalones. Por último, Scoresby reconoció que era ventajoso separar las láminas entre sí.

En la figura 32 se ve cómo se colocan las láminas de un haz magnético construido según los datos experimentales que acabamos de exponer sucintamente. En la Sociedad Real de Londres hay un imán construido por Knight, que sostiene 50 kilogramos y que consta de 450 placas de 40 centímetros de longitud. En un principio, este imán era más poderoso, pero parece que lo ha alterado el calor que hubo de experimentar accidentalmente á consecuencia de un incendio.

Examinando la figura 32, se ve que las láminas del haz tienen sus extremos metidos en dos masas de hierro dulce. Estas masas son las *armaduras* del imán, cuya misión es muy importante. La acción de los polos en cada armadura desarrolla en ella por influencia un magnetismo contrario á la vez que forma en cada extremo un polo del mismo nombre. Por un efecto de reacción, el magnetismo del hierro dulce propende á excitar en el imán una nueva descomposición de fluido neutro. La experiencia demuestra que las armaduras dan en realidad al imán un magnetismo más intenso, que va creciendo hasta llegar á cierto límite.

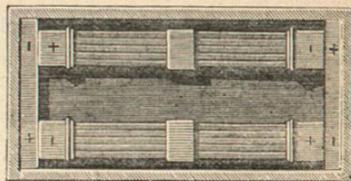


Fig. 33.—Imanes de Knight con sus armaduras

Basándose Knight en esta propiedad de las armaduras, la aprovechaba para conservar á sus imanes su fuerza magnética. Los ponía por pares en una caja, colocándolos á cierta distancia uno de otro (fig. 33); los polos contrarios, frente á frente, se apoyaban por cada lado en un pedazo prismático de hierro dulce que adquiría por influencia dos polos opuestos cuya acción bastaba para impedir la recomposición de los dos fluidos en los imanes.

Por lo regular se hace uso de haces magnéticos encorvados de modo que una misma armadura pueda reunir sus polos opuestos. Tales son los imanes llamados *de herradura* (fig. 35). También se pueden unir dos haces prismáticos poniéndolos paralelamente, de modo que los polos de nombre contrario A, B (fig. 34) toquen una pieza de hierro dulce sostenida á cada lado por una varilla de cobre. Otra pieza de hierro dulce provista de un gancho, y que sirve de armadura y de soporte, une los otros dos polos, como en los imanes de herradura.

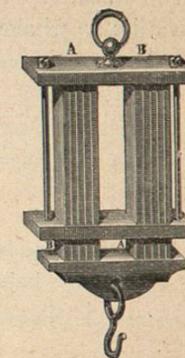


Fig. 34.—Imán formado de dos haces magnéticos

La armadura sirve en estos imanes para medir la fuerza de sostén de ambos polos unidos. Se cuelga de ella un peso, el platillo de una balanza, y de este modo se puede comprobar lo que dejamos dicho acerca de la influencia de las armaduras, que aumentan insensiblemente la fuerza del imán cuyos polos unen. Diariamente se puede añadir nuevo peso al que el imán sostenía la víspera; sólo que, tan luego como se traspasa el límite, se des-

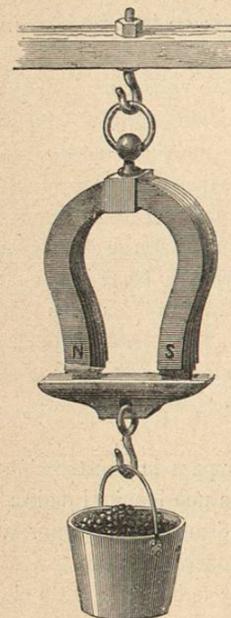


Fig. 35.—Imán de herradura con su armadura y su carga

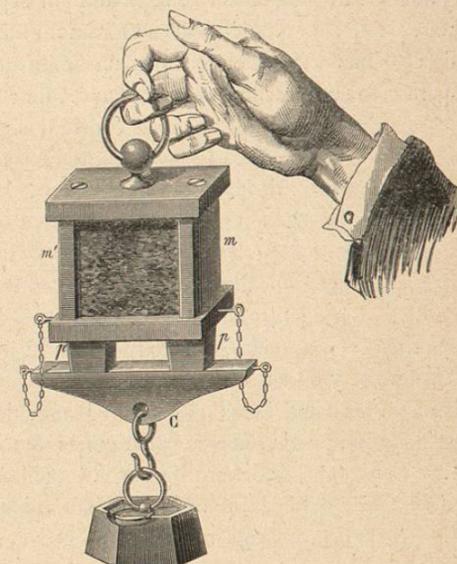


Fig. 36.—Imán natural con sus armaduras

prende la armadura y el imán recobra su fuerza magnética primitiva, si estaba saturado; en el caso contrario, conserva solamente una parte del magnetismo que había adquirido.

En otro tiempo se empleaban con frecuencia imanes naturales, y entonces se colo-

caban sus armaduras y sus contactos como se ve en la figura 36: m, m' son placas de hierro dulce aplicadas contra los polos y que terminan en masas más gruesas p, p' llamadas pies y en las que en realidad están los polos. La armadura C se apoya contra éstos; termina en un gancho y sirve de sostén. Otras placas de cobre reúnen y mantienen las m, m' alrededor de la masa de óxido magnético.

III

IMANES JAMÍN.—FUERZA DE SOSTÉN DE LOS IMANES

En el capítulo anterior hemos hecho una sucinta reseña de las investigaciones de M. Jamín sobre la distribución del magnetismo en los imanes, y hemos dicho que este ilustre físico había deducido de ellas nuevas reglas para su construcción. Entremos en algunos detalles acerca de este punto, ó indiquemos los principales resultados obtenidos.

Habiendo reconocido M. Jamín que la fuerza de una lámina aumenta con su espesor, conforme lo hemos dicho ya, aunque no tan rápidamente como el espesor mismo, ha elegido, para formar sus haces de placas tenues, láminas ó tiras de acero. Sobreponiendo estas láminas en suficiente número, se llega á construir imanes normales y á alcanzar el límite de potencia disminuyendo al propio tiempo considerablemente el peso total. Así es como M. Jamín ha formado imanes que soportaban veinte veces su propio peso.

Ha estudiado además con cuidado el cometido é influencia de las armaduras y de los contactos. Supongamos que se imana por separado y á saturación cierto número de láminas, y que sobreponiéndolas se forma un haz con ellas. Se verá que el magnetismo de este haz va creciendo hasta un límite que es el del imán normal. Admitamos que para esto se necesitan diez láminas. Ahora hagamos de nuevo el mismo experimento aplicando las mismas láminas contra dos armaduras de hierro de gran superficie; las intensidades crecerán con mayor lentitud; mas para llegar al límite habrá que sobreponer mayor número de láminas, por ejemplo veinte, treinta, cuarenta, según el tamaño de las armaduras. M. Jamín hace mención de un haz compuesto de tres láminas, cuya fuerza de sostén límite era de 4 kilogramos cuando no tenía armaduras. Las mismas láminas aplicadas á dos armaduras de 350 centímetros cuadrados llegaban á tener una fuerza de sostén de 140 kilogramos. Pero es esencial que, en lugar de imanar el acero solo y armarlo en seguida, no se proceda á la imanación hasta haber reunido el conjunto del imán y de sus armaduras.

He aquí las condiciones que, según Jamín, deben mediar para la construcción del mejor imán que pueda hacerse con láminas de un acero y de una longitud dados:

1.^a El portapesos deberá disipar la totalidad del magnetismo difundido por la superficie exterior del imán, para lo cual será menester darle suficiente masa;

2.^a Dada esta masa, será preciso reducir la superficie de adherencia hasta el momento en que se vea aumentar el poco magnetismo libre que la aplicación del portapeso deja al imán;

3.^a Determinadas ya la longitud y anchura de las láminas, es menester que sean bastantes en número para que hagan aparecer un poco de magnetismo libre en el imán cuando se ha puesto el portapeso; si dicho número es menor, no se llega al límite de fuerza permanente; si mayor, no se gana ya nada;

4.^a Las armaduras deben ser fuertes, estar bien aplicadas y muy juntas; conviene, sin embargo, no exagerar el peso.

M. Jamín presentó á la Academia de Ciencias un imán construído con estas condiciones y descrito por su autor del modo siguiente: "Consiste en dos armaduras de 16 kilogramos de peso cada una, puestas frente á frente y fijadas solidariamente por medio de bridas de cobre muy resistentes; su anchura es de 11 centímetros; sus superficies polares horizontales y dirigidas hacia abajo están á 12 centímetros de distancia; su grueso transversal es de 20 milímetros; son perfectamente rectas y soportan un portapeso cúbico de hierro dulce que pesa 13 kilogramos. A partir de estas superficies las dos armaduras se elevan, separándose una de otra y adelgazándose, y rematan en un borde afilado.

„Están reunidas en su parte superior por una placa de acero de 1^m,20 sujeta con tornillos á su superficie exterior, y encorvada libremente siguiendo la forma determinada por su elasticidad. Las demás láminas ó placas, previamente imanadas, están dentro de ésta, una tras otra; abandonadas á sí mismas, se adhieren mutuamente mientras que sus extremos se apoyan en las armaduras: á medida que su número aumenta, la fuerza de sostén crece como sigue:

"	F	F ₁	F-F ₁
Número de láminas	Fuerza de sostén después del primer arranque	Fuerza de sostén permanente	Diferencia
20	175 kilogr.	154 kilogr.	21 kilogr.
30	316	280	46
40	460	376	48
45	558	460	98
50	600	475	125
55	680	498	188

„La fuerza de sostén F que se mide después del primer arranque es siempre mayor que F₁, que es la fuerza permanente; la diferencia va creciendo, al principio no muy rápidamente, hasta las 40 ó 45 láminas. En este momento se ve aparecer una cantidad notable de magnetismo libre en los extremos del imán y del portapeso. De 40 á 55, la fuerza F va aumentando, según lo hemos explicado, pero F₁ subsiste casi constante y llega casi al límite de 500 kilogramos, límite que no se puede traspasar dadas las condiciones de las armaduras, del portapeso y del acero que se han fijado; no pasando de 45 láminas, el peso total es de 46 kilogramos y se ve que el imán sostiene 400 kilogramos ó sea 16 veces su peso; pero la cualidad relativa del aparato disminuye rápidamente si se pone mayor número de láminas, por cuanto su peso aumenta más de prisa que su potencia.

La experiencia y la teoría concuerdan para demostrar que se necesita dar á los contactos ó portapesos de un imán mucho perímetro y poca longitud, pues la superficie de adherencia no debe pasar de cierto límite.

Por último, la calidad de los aceros tiene asimismo gran importancia por lo que respecta á su potencia magnética ó al límite de la imanación normal que, según hemos visto, depende también de la longitud de las láminas. La experiencia demuestra que los aceros recocidos y cortos adquieren solamente una imanación superficial, al paso que los templados y largos se iman casi uniformemente en todo su espesor. Asimismo se

pueden adoptar los aceros templados muy carburados, que son difíciles de imanar, pero muy permeables á la imanación, con preferencia á los aceros recocidos y poco carburados, que se iman mucho en la superficie y son poco permeables en el sentido de la profundidad.

Para terminar este incompleto resumen de los estudios de M. Jamín, representamos en las figuras 37 y 38 dos imanes construídos por él con arreglo á las indicaciones de

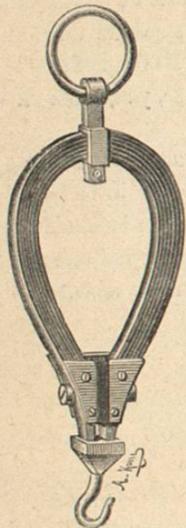


Fig. 37.—Imán Jamín de herradura

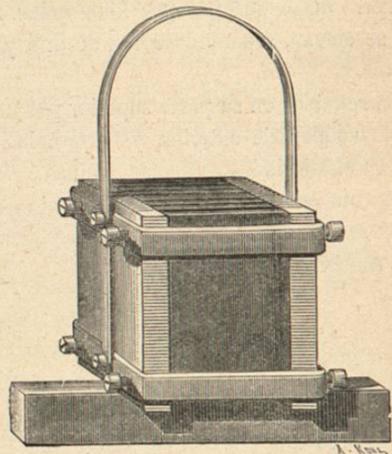


Fig. 38.—Otra forma del imán Jamín

la teoría y de la experiencia. El primero tiene la forma ordinaria de herradura. Las láminas de acero de que se compone el haz están muy encorvadas y sus polos muy inmediatos; las armaduras de hierro dulce, separadas por una pieza de latón, están fuertemente atornilladas entre sí y con las láminas.

En la segunda figura se ve una serie de láminas rectangulares que se apoyan por sus polos en dos gruesas armaduras de hierro dulce; el conjunto está sostenido con bridas de latón. El contacto es aquí una barra prismática de hierro dulce. Este imán puede sostener un peso doble ó triple que el suyo propio.

IV

IMANACIÓN POR LA ACCIÓN DE LA TIERRA

Todos los métodos de imanación que acabamos de describir están basados en la acción que ejerce un imán ó una barra imanada más ó menos enérgica sobre láminas de sustancias magnéticas dotadas de fuerza coercitiva; cuanto mayor es ésta, más debe ser la acción del imán; más repetida y prolongada debe ser para producir en el cuerpo que se ha de imanar un magnetismo polar intenso á la par que duradero.

Nadie ignora que la Tierra es un imán, ó lo que es lo mismo, que obra como tal; por consiguiente, debe ser posible servirse de ella para imanar artificialmente las sustancias magnéticas. Como sus polos están muy distantes y por tanto su influencia es débil, no puede producirse esta imanación sino en sustancias dotadas de escasa fuerza coer-

citiva. Así sucede en efecto, y la experiencia prueba que la acción de la Tierra puede bastar para comunicar el magnetismo polar á masas de hierro dulce y aun á barras de acero sin templar.

Si se pone una barra de hierro en la dirección de la aguja de inclinación ó simplemente en el plano del meridiano magnético (si es vertical, forzosamente se ha de cumplir la segunda condición), se podrá ver entonces que adquiere un polo austral en la parte inferior y uno boreal en la superior. Así se comprueba acercando una aguja imanada á un extremo de la barra y luego al otro; el polo austral de la aguja será atraído por la extremidad superior y repelido por la inferior (1).

Esta imanación cesa tan luego como se quita la barra del meridiano magnético; pero si mientras está vertical se dan algunos martillazos en uno de sus extremos, su magnetismo adquiere el carácter de permanente. Lo propio acontece siempre que al hierro dulce imanado así por la Tierra se le hace pasar por cualquiera de las operaciones á propósito para desarrollar su virtud coercitiva, como la torsión, la acción de la lima, la oxidación, etc. Así se explica el conocido caso que ocurre en los talleres en que se labra el hierro, esto es, que se iman muchas herramientas. Si se retuercen algunos pedazos de alambre de hierro de igual longitud, manteniéndolos en posición vertical, cada uno de ellos se convierte en un imán; reuniéndolos todos en un haz por sus polos del mismo nombre, se pueden obtener imanes bastante poderosos. Gay-Lussac fué quien hizo esta última observación.

Las barras de hierro que están mucho tiempo al aire libre en posición vertical se convierten en verdaderos imanes. Las palas, las tenazas de chimenea, las fallebas de los balcones y ventanas se hallan en este caso. La oxidación es la que produce esta imanación, ó mejor dicho, la que la hace permanente. Atribúyese á un cirujano de Rimini, llamado Julio César, la primera observación sobre este hecho, observación que data de 1590.

Las cruces que rematan los campanarios de las iglesias se hallan en condiciones excelentes para adquirir las propiedades del imán. Gassendi observó en 1630 que la cruz de la iglesia de San Juan de Aix, cuyo pie se había oxidado enteramente y cuya vetustez ocasionó su caída, estaba perfectamente imanada. La *Enciclopedia* de D'Alembert y Diderot hace mención de las cruces de los campanarios de Delft, Chartres, Marsella, etc., diciendo que habían llegado á ser imanes perfectos.

En breve tendremos ocasión de hablar de la imanación obtenida por medio de las corrientes eléctricas, y aquí sólo diremos que hace mucho tiempo se sabe que el rayo puede comunicar al hierro la virtud magnética. En el artículo *Imán* de la *Enciclopedia* se lee lo siguiente:

“Cierta día cayó un rayo en una habitación en la cual había un cajón con cuchillos y tenedores que se había de embarcar; la chispa eléctrica entró por el ángulo meridional de la estancia, precisamente donde estaba el cajón, y rompió y fundió muchos tenedores y cuchillos; los cuchillos y tenedores que quedaron enteros se imanaron con tal fuerza que se pudo levantar con ellos grandes clavos y argollas de hierro, habiendo adquirido esta virtud magnética hasta tal punto que ni aun calentándolos al rojo se la pudo disipar.”

(1) Hay que cerciorarse de que la barra no estaba previamente imanada, volviéndola de arriba abajo sin que deje de continuar vertical, porque entonces el polo inferior repele también el austral de la aguja imanada.