cidad bastante considerables para inflamar muchas pulgadas de alambre, como lo han conseguido *Hachette*, y *Thenard*. Mr. *Faraday*, usando del *galvanómetro*, acaba de probar en el año anterior de 1834, que *el agua pura, que goza medianamente* del poder conductor en el estado líquido, lo pierde de todo punto en el estado sólido ó de hielo.

Terminarémos este punto indicando un descubrimiento de Sir Humphry Davy. El agua del mar ejerce una accion corrosiva sobre las planchas de cobre con que se forran los buques; y dedujo teóricamente un medio muy simple de prevenir este efecto. Se reduce *á poner en contacto con una hoja de cobre de gran superficie un fragmento muy pequeño de zinc ó de hierro*. Este contacto muda el estado eléctrico del cobre; y por esto mismo hace cesar la accion mútua de esta sustancia y del agua del mar. Sin embargo de las favorables esperanzas que se concibieron al principio, no ha tenido el mejor suceso, y se ha recurrido á forrar los bajeles con bronce.

Al concluir esta materia, debemos indicar, que Mr. *Poisson*, aplicando el cálculo á los fenómenos eléctricos, ha deducido fórmulas generales que representan los hechos observados con gran exactitud. Esta feliz conformidad entre los resultados de la esperiencia y los del cálculo, ilustrando tanto al Físico como al Matemático, ha demostrado que se posée ya una *Estática eléctrica*. Mr. *Ampére*, siguiendo un rumbo semejante, y apoyándose en los descubrimientos de *Oersted*, y en otros que le son propios, ha echado las bases de la *electricidad dinámica*.

MAGNETOLOGIA.

469. Muchos minerales de hierro, en que este metal se halla poco oxidado, poseen la singular propiedad de atraer

el hierro por una fuerza invisible. Muchas veces esta atraccion es tan débil, que es necesario emplear procedimientos muy delicados para descubrirla; pero en algunas ocasiones es tan enérgica, que eleva pesos considerables. Entónces el mineral toma el nombre de *iman*, y el de *magnetismo* los fenómenos de atraccion que produce, llamándose *fluido magnético* la causa ó potencia que produce estos efectos, y *Magnetología* la ciencia que tráta de indagar sus propiedades.

Si se pasa un iman por encima de limaduras de hierro, y despues se le retira, se advierte que no se fijan igualmente á todos los puntos de su superficie, sinó que se aumentan principalmente en dos partes opuestas N, S, (fig. 137), en que se mantienen las limaduras erizadas.

Estos parages se llaman los *polos* del iman; y cada polo, presentado á cierta distancia á las limaduras de hierro, las atrae. Si se suspende horizontalmente una pequeña aguja de hierro ó de acero á un hilo de lino, de seda ó de cualquier otra materia flexible, de modo que tenga plena libertad en sus movimientos, cada polo del iman la atrae del mismo modo, y podría hacerla oscilar al rededor de su centro.

Aunque los fenómenos magnéticos tienen cierta analogía con los eléctricos, no se puede suponer que proceden de la misma causa; pues el magnetismo se ejerce indiferentemente á traves de las sustancias conductoras ó no conductoras de la electricidad, y el aislamiento no es necesario en manera alguna.

470. Si la superficie polar A de un iman se pone sucesivamente en contacto con las superficies A′ y B′ de otro iman, se halla que atrae á la una de ellas, á B′ por ejemplo, y rechaza á la A′. Recíprocamente, la superficie polar B del primer iman atrae á A′ y rechaza á B′. Lo cual nos manifiesta, que *hay dos especies de magnetismo, así como hay dos especies de electricidades, y cada uno de ellos domina en uno de los polos del iman.*

Se ha observado, que frotando el hierro á un iman, adquiere la misma propiedad; y de este modo se magnetizan las agujas de acero, que se suspenden luego sobre los estiletes, y se llaman *agujas magnéticas*, que tanta utilidad producen para la navegacion, por la importante propiedad que tienen de permanecer en un mismo plano, y de volver á él despues de algunas oscilaciones cuando se separan de él; este plano se llama *meridiano magnético*; y el ángulo que forma con el meridiano terrestre se llama *declinacion de la aguja*. En el año de 1804 determiné la declinacion de la aguja en Madrid, y hallé que era de 21° y 30′ al oeste.

Cuando se presenta uno de los polos de un iman á una aguja imantada, suspendida por su centro y equilibrada de manera que permanezca horizontal, los dos polos del iman obran á un mismo tiempo sobre la aguja; pero la accion del polo mas vecino es siempre la mayor. La aguja vuelve hácia el iman aquel polo que es atraido, y aleja de él aquel que es rechazado. Despues que ella ha tomado la posicion de equilibrio, si se separa algun tanto, vuelve á él por una serie de oscilaciones, del mismo modo que un péndulo separado de la vertical vuelve á ella por su pesantez. El Globo terrestre obra sobre las agujas imantadas, como lo haría un verdadero iman: sea que deba esta facultad á la multitud de minas de hierro que encierra, sea que la tenga de alguna otra causa todavía mas general y desconocida. De todos modos esto nos suministra una escelente denominacion para distinguir las dos clases de magnetismo, llamando *boreal* al que domina en la parte boreal del Globo, y *austral* al que domina en el hemisferio austral; entónces para conservar la analogía de las atracciones y repulsiones, es necesario considerar el estremo de las barras que se dirige al norte como el polo austral, y el que se dirige hácia el mediodia, como su polo boreal.

471. En una aguja imantada, cuyo centro de gravedad está sostenido por un estilete, se advierte que no permanece en direccion horizontal, sinó que el estremo que posée el magnetismo austral, que es el que se dirige al norte, se inclina hácia el horizonte, al menos en nuestros climas, y despues de algunas oscilaciones se deteine formando con la vertical un cierto ángulo determinado. Este ángulo se llama la *inclinacion magnética*.

Hay una zona cerca del ecuador donde la aguja imantada permanece horizontal; al sur de esta zona la aguja inclina hácia la superficie terrestre el estremo que posée el magnetismo boreal; lo que indica dos suertes de fuerzas las unas australes y las otras boreales, dirigidas de una y otra parte del ecuador terrestre.

Para medir exactamente la inclinacion magnética, se coloca el eje de suspension de la aguja en el centro de un círculo vertical, cuyo limbo dividido en grados da á conocer la inclinacion de la aguja en el parage donde se observa; y este aparato se llama *brújula de inclinacion* y está representada en la (fig. 138).

472. Se ha creido por mucho tiempo que solo el hierro y el acero eran las sustancias que pudiesen adquirir el magnetismo; pero en estos últimos tiempos se ha reconocido que el níquel y el cobalto tienen la misma propiedad.

Cuando una lámina ha adquirido en cada uno de sus puntos la mayor cantidad libre de magnetismo que puede admitir, se dice que está *imantada á saturacion*.

El modo mas simple de comunicar el magnetismo consiste en aproximar el estremo *b* (fig. 139) de una barra de acero ó de hierro duro á cualquier distancia, ó aun hasta el contacto, al polo A austral ó boreal de un iman AB. Entónces los magnetismos libres en A y B obran ambos sobre los magnetismos naturales de la barra. El magnetismo de nombre contrario á A es atraido; el del mismo nombre es rechazado; y por consecuencia de esta separacion, el estremo *b* de la barra adquiere un polo de naturaleza contraria á A. Se consigue el mismo efecto, y con alguna ventaja,

por el método de doble imantacion, reducido á frotar á un mismo tiempo la barra de acero por dos de sus costados con dos imanes en direcciones opuestas.

Cuando las agujas ó las barras tienen una gran longitud, contienen algunas veces un cierto número de polos intermedios á los que existen en los estremos; estos polos intermedios se llaman *puntos consecuentes*. Se reconoce su posicion introduciendo la barra ó aguja en limaduras de hierro. La (fig. 139*) representa una aguja que tiene un punto consecuente; y la (fig 139**) contiene dos.

473. Un iman no pierde nada por la imantacion que da á un número cualquiera de barras; ántes al contrario, la repeticion de imantar á otras barras, lejos de debilitarle, aumenta mas bien su energía.

La fuerza de los imanes, sean naturales ó artificiales, se hace mas poderosa adaptándoles unos pedazos de hierro dulce á los lados del iman, y esto es lo que se llama sus *armaduras*, las cuales se llegan á hacer magnéticas por influencia, y aumentan con el tiempo su energía.

474. Las brújulas de que se hace uso, ya en el mar por los navegantes, ya en tierra al ejecutar operaciones geodésicas, se forman por agujas imantadas que tienen en sus centros una chapa que estriba sobre un estilete de metal no magnético. Debe tener la aguja un pequeño contrapeso, que se pueda acercar y separar del centro, para que cuando se varíe la latitud, se coloque de modo que se conserve horizontal la aguja. Es ventajoso el que las agujas sean bastante delgadas.

Cuando se forman agujas con todas las sustancias, sean orgánicas ó inorgánicas, de 4 á 5 líneas de longitud y un cuarto de línea de grueso, y se suspenden á un hilo muy flexible entre los polos opuestos de dos fuertes imanes, se ve que se dirigen constantemente en el sentido de estos polos; y si se les hace oscilar al rededor de su direccion de equilibrio, sus oscilaciones en presencia de los imanes son mas rápidas que cuando están aisladamente suspendidas en

el espacio. De donde se deduce que estas pequeñas agujas son sensibles á la influencia de los imanes, y que debe haber alguna causa desconocida que sea mas general. Esta causa existe sin duda en el Globo terrestre, y se llama *fuerza magnética*. Para determinarla en cada punto de la Tierra se necesitan tres elementos, á saber; la *inclinacion*, la *declinacion*, y el *número de oscilaciones de la aguja imantada en un tiempo dado*. La inclinacion y la declinacion da la direccion de esta fuerza, y el número de oscilaciones su *intensidad*.

La inclinacion, la declinacion y la intensidad de las fuerzas magnéticas, varían no solo en los diversos parages de la Tierra, sinó tambien en un mismo lugar, con el tiempo y con algunas otras circunstancias que aun no son bastante conocidas; pero la inclinacion varía menos con el tiempo que la declinacion. Hay una serie de puntos que forman sobre la superficie de la Tierra una curva, que se llama el *ecuador magnético*, donde la aguja permanece horizontal; los Autores han considerado á esta curva como un círculo máximo terrestre, inclinado sobre el ecuador cerca de 12°; pero las últimas observaciones dan á conocer, que el ecuador magnético debe formar sobre la superficie de la Tierra una curva que encuentre al ecuador terrestre lo menos en tres puntos, á que se suelen llamar *nudos*; y que dicho ecuador magnético tiene un movimiento anual de traslacion del este al oeste. Tambien hay parages en el Globo en que no hay declinacion, y se dirige la aguja exactamente hácia el norte.

La serie de puntos, en que esto se verifica, forma lo que se llama *líneas sin declinacion*. Estas no siguen los meridianos geográficos, pues son muy oblicuas y ofrecen inflexiones muy irregulares. La posicion de estas líneas no está fija sobre el Globo; en 1657 pasaba por Londres, y por París en 1664. Esta mudanza no es uniforme, sinó muy desigual sobre los diversos paralelos.

La intensidad absoluta de la fuerza magnética en los di-

versos parages de la tierra, se ha estudiado menos todavía que la declinacion é inclinacion; así es, que sobre este punto no hay mas observaciones precisas que las del *Baron de Humboldt* y las de Mr. *Rosel*. Las del primero dan á conocer un aumento general de intensidad de fuerzas magnéticas, yendo del ecuador magnético hácia los polos. La inclinacion de la aguja, en Madrid, era en Octubre de 1798 de 77° y 62'. En fin, observaciones multiplicadas prueban aun, que la aguja imantada está sujeta á variaciones repentinas y accidentales, que coinciden con las apariciones del meteoro luminoso que se llama *aurora boreal*, y cuya causa se ignora.

Segun las últimas investigaciones de Mr. *Hansten*, catedrático de Astronomía en la universidad de Cristianía, parece que hay en nuestro Globo cuatro polos magnéticos, ó dos ejes magnéticos que forman ángulos de 28 á 30° con el eje de la Tierra. El polo ártico de uno de estos ejes está en el estrecho de Hudson sobre poco mas ó menos, y su polo meridional en el mar de la India al Sur de la Nueva Holanda; el polo ártico del otro eje está al norte de la Siberia, en las inmediaciones de Nueva Zembla, y su polo meridional en el mar del Sur, un poco inclinado al oeste de la Tierra del Fuego. Estos ejes magnéticos mudan todos los años de posicion, y su movimiento ocasiona las declinaciones de la aguja.

Mr. *Arago* acaba de descubrir el siguiente hecho, que es bien notable. Una aguja imantada, separada del meridiano magnético, vuelve á tomar su posicion de equilibrio cuatro veces ántes en un círculo de cobre, que en un círculo de madera: por lo que, el espresado círculo metálico viene á producir el mismo efecto que la resistencia de un fluido.

El descubrimiento de las variaciones diurnas de la aguja imantada se hizo en el año de 1722; y á pesar de que este curioso fenómeno ha fijado la atencion de un gran número de observadores, solo se sabe hasta el dia, que en Europa, la estremidad boreal de la aguja imantada camina todos los

dias del este al oeste desde salir el sol hasta la una del dia sobre poco mas ó menos, y despues ella retrograda hácia el este; se sabe tambien que la estension de estas oscilaciones diarias es mayor en estío que en invierno. Dichas variaciones en estío son, á lo mas; de 15 á 18 minutos; pero si se manifiesta una aurora boreal se hacen muy considerables.

Acerca de las variaciones ánuas de la declinacion de la aguja, resulta por todas las observaciones hechas hasta el dia, que la declinacion ha variado de año en año, y por un movimiento siempre dirigido en un mismo sentido. En París, por ejemplo, en 1580, el estremo norte de la aguja se desviaba al este 11° y 30'; en 1664, estaba exactamente en el meridiano; desde entónces la declinacion ha venido á ser occidental, y ha adquirido en 1717 un valor de 22° y 20'.

Mr. el coronel *Meanfoy*, que se dedica á las observaciones de las variaciones diurnas con un celo bien digno de elogio, anuncia que la aguja en Inglaterra había ya llegado en 1819, al límite de su digresion occidental, y que ahora marcha hácia el este. El movimiento retrógrado medio es igual á 1' 57".

Por acuerdo del Bureau de las Longitudes se ha establecido en el Observatorio Real de París una brújula, destinada esclusivamente á la observacion de las variaciones diurnas de la declinacion. Las observaciones han principiado en enero de 1819; me resulta la mayor satisfaccion en poder anunciar que Mr. *Arago*, sabio célebre, é infatigable y celoso observador, ha tenido la bondad de manifestarme, que de ellas resulta, que *la declinacion se halla en su mínimo á las* 8 y $\frac{1}{4}$ *de la mañana; que llega á su máximo á la* 1 y $\frac{1}{4}$ *del dia; que el menor valor de la variacion diurna se observa en invierno, el mayor en verano; y que la regularidad de la marcha de la aguja se turba cuando aparece una aurora boreal, aunque no sea en el horizonte de Paris.*

Mr. *Barlow* leyó en junio de 1823 una memoria á la Real

Sociedad de Londres sobre las variaciones diurnas de la aguja imantada, inclinándose á atribuirlas á una mudanza en la intensidad magnética del Globo, producida por la accion de los rayos solares.

Mr. *Becquerel* está publicando en Paris una importante obra, cuyo primer tomo he visto impreso en 1834, bajo el título de *Tratado esperimental de la electricidad y del magnetismo, y de sus relaciones con los fenómenos naturales.*

NEUMATOLOGIA.

475. El *aire*, que por todas partes rodea la tierra y forma lo que se llama la *atmósfera terrestre*, es un fluido trasparente, invisible, sin color, ni sabor, pesado, compresible y perfectamente elástico. A cada instante nos podemos asegurar de las cuatro primeras circunstancias; pues hallándonos siempre sumergidos ó rodeados de él, notamos que da paso á la luz, en lo que consiste el ser trasparente; no le vemos; no nos causa la sensacion de color ni sabor, ó al menos estamos ya tan acostumbrados á estas sensaciones, que no las distinguimos; pero las otras tres cualidades necesitan examinarse de por sí; y la ciencia que tiene por objeto el indagar todos los fenómenos que tienen relacion con el peso del aire, su compresibilidad y elasticidad, se llama *Neumatología*.

Hasta el tiempo de *Galiléo* se creia que ninguna parte del espacio podia estar vacía de materia, y se espresaba esta imposibilidad diciendo, que *la naturaleza tenia horror al vacío*; y á esta causa se atribuia el ascenso del agua en las bombas, inmediatamente que se elevaba el émbolo. *Galileo* fué el primero que atribuyó este fenómeno al peso del aire; pero habiendo muerto sin haberle dado á conocer, su discípulo *Torriceli* le demostró de un modo irrevocable con el siguiente esperimento. Llenó de mercurio un tubo de

vidrio de mas de tres piés de largo, y cerrado por uno de sus estremos; despues tapó con el dedo el otro estremo del tubo, le invirtió y sumergió por el estremo abierto sobre una vasija donde habia tambien mercurio; entonces quitó el dedo, y notó que la columna de mercurio contenida en el tubo principió á bajar hasta que llegó á ser de unas 28 pulgadas francesas. Y reflexionando acerca de las causas que puedan originar este efecto, no se encuentra otra sinó el que la presion que el aire ejerce sobre el mercurio de la cubeta se equilibra con la columna de mercurio, y la longitud de esta misma columna suministra la medida exacta y rigorosa de la presion atmosférica en cada parage de la tierra, y á cada instante: para cuyo efecto se pone detras de este tubo una escala graduada, y se tiene el instrumento que se conoce con el nombre de *barómetro*, que es de tanta importancia como el termómetro, y que estando bien construido puede servir con mucha utilidad para medir alturas verticales.

476. La altura del mercurio en el barómetro varía por diferentes causas, como son la latitud, la altura del parage sobre el nivel del mar, los vientos, la temperatura y la cantidad de agua que contiene el aire en disolucion; pero en un mismo parage las variaciones tienen sus límites respectivos; así es, que en Madrid las variaciones se pueden reputar en pulgada y media. La mayor altura observada en Madrid en el año de 1800, reducidas todas las observaciones á la temperatura de 15° del termómetro centígrado, ó 12° del de *Reaumur*, fué de 30 pulgadas y 11,75 líneas; la menor fué de 29 pulgadas 10,42 líneas; y la altura media de 30 pulgadas y 6,5 líneas. En el dia se tiene ya la prueba mas decisiva del peso del aire, puesto que se pesa del mismo modo que las peras, las manzanas, la paja, etc.

477. La esperiencia prueba que cuando se comprime el aire, *si está bien seco, disminuye de volúmen exactamente en razon inversa del peso comprimente**. Esta propiedad

* Los últimos esperimentos, hechos en Inglaterra, prueban que esto solo se