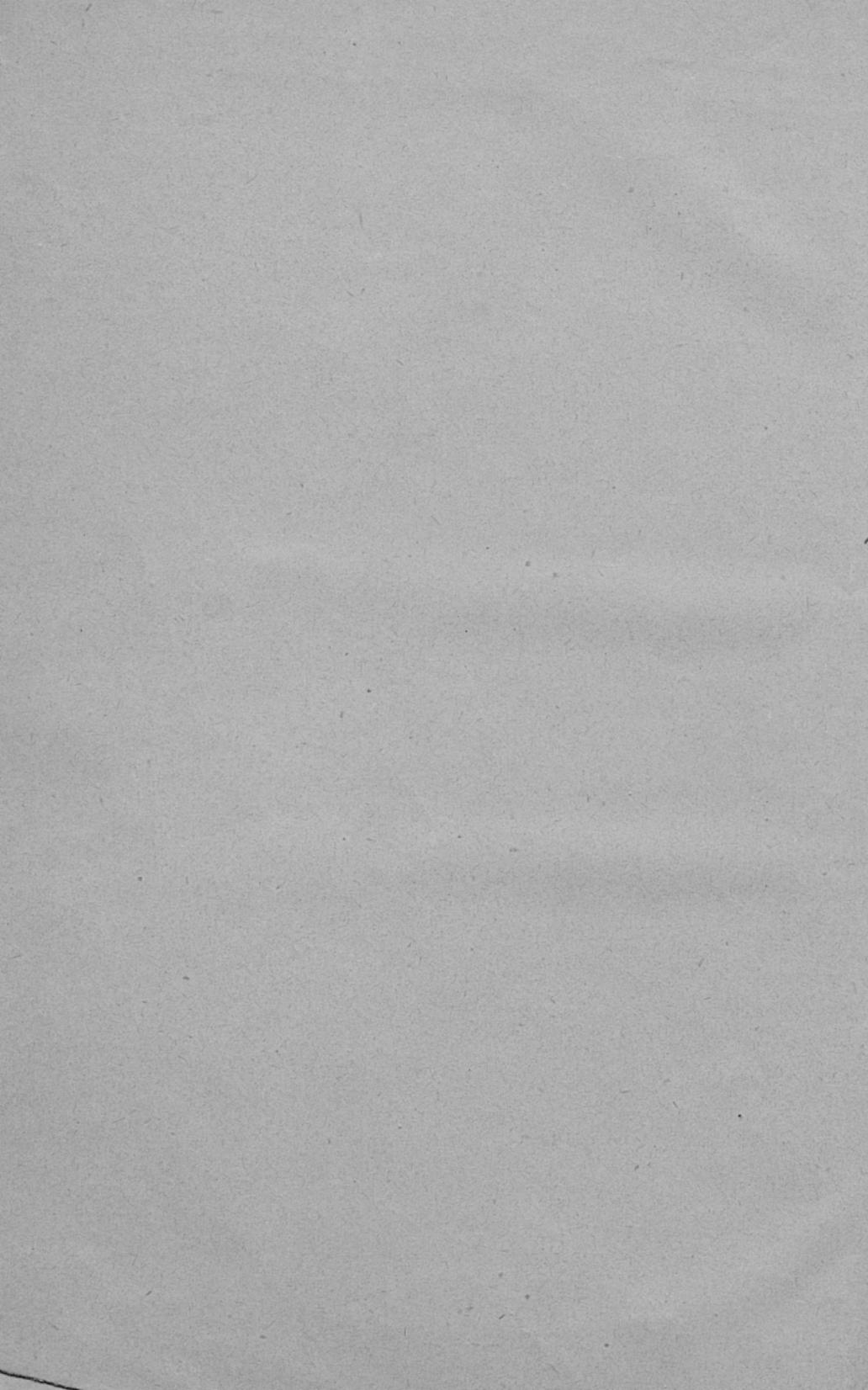


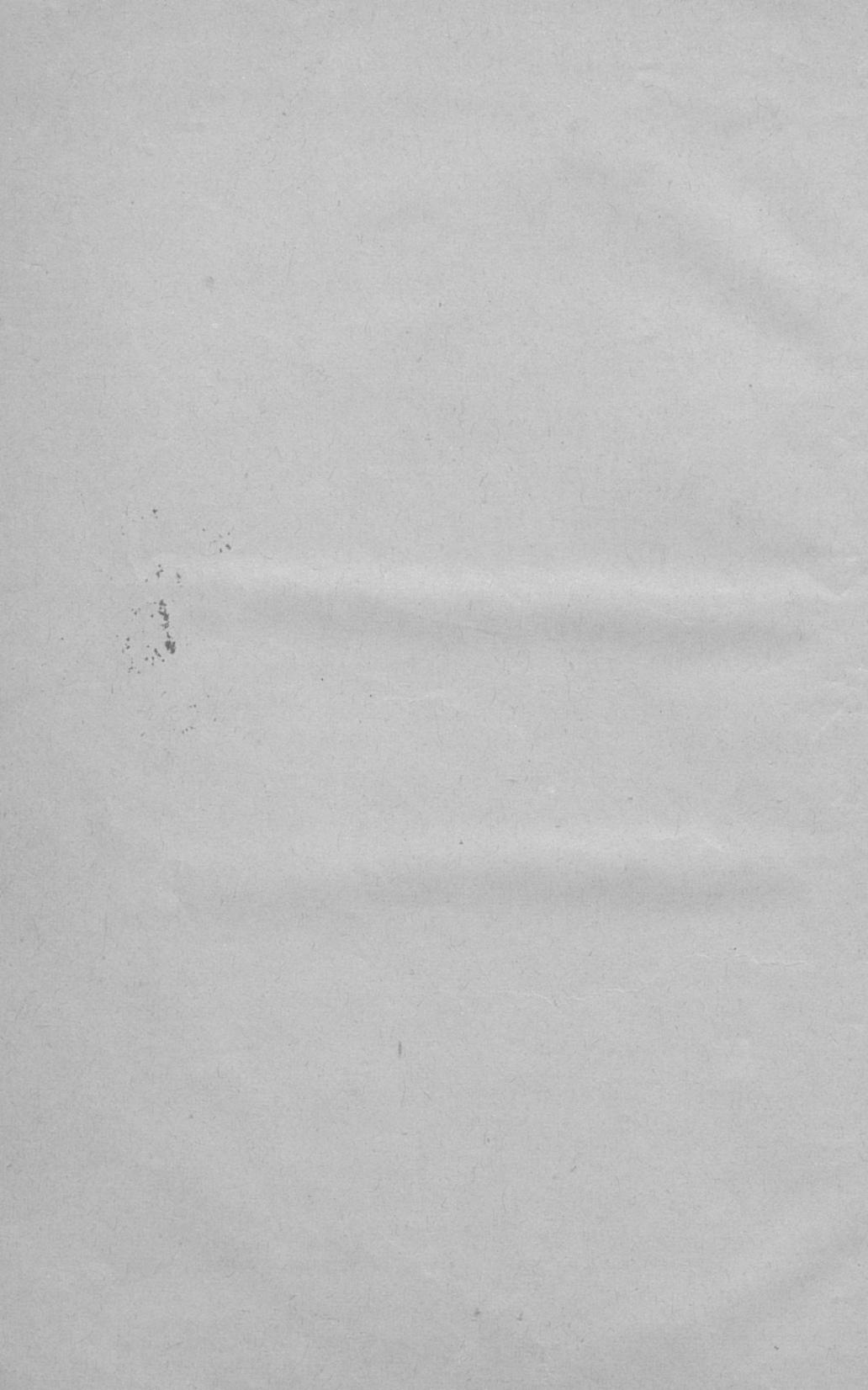


1871

W. H.

1871





CURSO ELEMENTAL
DE
FÍSICA ESPERIMENTAL
Y APLICADA

PARA USO DE

LOS ESTABLECIMIENTOS DE 2.^A ENSEÑANZA
Y ESCUELAS DE ARTES Y OFICIOS

POR EL DOCTOR

D. FRANCISCO LOPEZ GOMEZ,



R 60694
Catedrático numerario, por oposicion, de esta asignatura
en el Instituto provincial de Valladolid; académico de número de la de
Bellas Artes de la misma ciudad y correspondiente de la Real
de San Fernando.

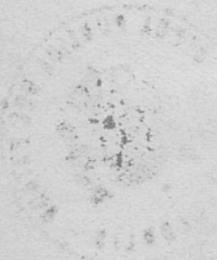
OBRA DECLARADA, COMO TEXTO
EN LAS PROVINCIAS
DE CUBA, PUERTO-RICO Y FILIPINAS.

SEXTA EDICION AUMENTADA.

VALLADOLID.

Imp., Librería Nacional y Extranjera de H. de Rodriguez,
LIBREROS DE LA UNIVERSIDAD Y DEL INSTITUTO.

1883.



*Es propiedad del autor y se
hallan depositados los ejempla-
res que marca la ley.*

PRÓLOGO.



Los rápidos progresos que en nuestros dias hace la Física y el creciente favor que el público ha dispensado á las cinco primeras ediciones de este tratado, han hecho que en esta sexta introduzca algunas importantes adiciones, conservando, sin embargo, la primitiva sencillez y claridad, para que, en reducido volúmen puedan los alumnos conservar las ideas principales de tan importante ciencia.



LECCION PRIMERA.

NOCIONES PRELIMINARES

SUMARIO.

Definición de la física.—Materia, cuerpo —Átomos ó moléculas.—Estado de los cuerpos.—Fenómenos físicos y sus causas.—Métodos de estudio.

Las ciencias físicas tienen por objeto el estudio de la naturaleza y de las propiedades de los cuerpos, así como los diversos fenómenos que resultan de sus acciones recíprocas.

La Física, la Química y la Historia natural se ocupan de todo lo que es relativo á los diferentes cuerpos que se hallan en la superficie ó en el interior de la tierra.

Estas tres ciencias tienen entre sí conexiones íntimas, encontrándose en muchos casos, y separándose considerablemente en otros; por esta razón es muy esencial al que las estudia adquirir ideas claras acerca de las diferencias que pueden tener entre sí, objeto que se consigue caracterizando en sus definiciones los principales rasgos que las distinguen.

1 La Física es la ciencia que estudia las propiedades generales de los cuerpos, las fuerzas

que actúan sobre ellos y los fenómenos que resultan de la acción de estas sobre aquellos.

La Química es la ciencia que tiene por objeto el estudio de las diferentes especies de materia que constituyen los cuerpos y sus acciones moleculares y recíprocas.

Estas dos ciencias estudian una fuerza, la primera la atracción, la segunda la afinidad.

La Historia natural no estudia fuerzas, solo tiene por objeto reconocer y distinguir unos de otros los seres naturales que forman parte del globo.

Materia es todo lo que afecta ó puede afectar á nuestros sentidos; cuerpo es todo lo que es estenso é impenetrable, ó la cantidad de materia limitada.

Los cuerpos son agregaciones de moléculas; un elemento de un cuerpo constituye un átomo; varios átomos reunidos forman la materia.

Los estados físicos de los cuerpos son: el de solidez, liquidez y gaseidad; los cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos se designan bajo el nombre colectivo de cuerpos *ponderables*: existen además ciertos estados de la materia en que ésta adquiere una estremada division, por lo que no puede incluírsela en ninguna de las tres clases precedententes y se designa bajo el nombre de Fluidos imponderables; muchos cuerpos *ponderables* pueden pasar de uno de los tres estados de solidez, liquidez y gaseidad á otro diferente. Se distinguen los tres estados de los cuerpos por los caracteres siguientes:

Los unos como los metales, piedras, maderas, etc., tienen una dureza mas ó menos grande, y conservan por sí mismos la forma que se les ha dado ó la que les es natural. Estos cuerpos son los llamados sólidos.

Otros tales como el agua, aceite, alcohol, etc., no tienen ninguna dureza; en circunstancias ordinarias no tienen forma estable y se amoldan siempre á las de las vasijas que los reciben; en ciertas condiciones afectan una figura propia; así una gota de rocío sobre una hoja, una gota de mercurio sobre una lámina de vidrio tienen la forma de pequeñas esferas, á estos cuerpos se los ha llamado líquidos.

Otros, en fin, tales como el aire, el cuerpo que sirve para el alumbrado, etc., son muy sutiles y estremadamente ligeros; á excepcion de un pequeño número que los químicos conocen y que tienen un color determinado, todos son invisibles; varía su forma, que depende de los recintos donde están encerrados y varía tambien su volúmen, porque llenán toda clase de capacidades grandes ó chicas.

Un hecho cualquiera es un fenómeno, así la caída de un cuerpo, la producción del sonido por un instrumento, la salida de un líquido por un orificio son otros tantos fenómenos mas ó menos complicados. Las causas que originan todos los fenómenos son las fuerzas moleculares, la gravedad, el calórico, la luz, el magnetismo y la electricidad.

Ley física es la relacion que existe entre las

diversas circunstancias de un mismo fenómeno; y el conjunto de leyes de una misma clase de fenómenos se denomina Teoría.

En el estudio de la física deben emplearse todos los métodos que puedan conducirnos á investigar la causa ú origen de los fenómenos, el método analítico, el sintético, la observacion, ó sea el exámen escrupuloso y detallado de los hechos tales como se presentan en los cuerpos, sin que de antemano se les coloque en circunstancias que puedan provocarles; la experiencia, es decir, la manifestacion de fenómenos nuevos en condiciones bien definidas, la analogía, en una palabra, todos los métodos que puedan conducirnos á reconocer la verdad, son buenos y deben ser indistinta y simultáneamente empleados.

LECCION 2.^a

SUMARIO.

**Propiedades de los cuerpos, su division.—
Estension.—Impenetrabilidad.—Porosidad.—
Compresibilidad.—Elasticidad.—Divisibilidad**

Las propiedades de los cuerpos son las diversas modificaciones bajo las cuales pueden presentarse; resultan siempre de su naturaleza propia, de las acciones que ejercen los unos sobre los otros, de la manera con que afectan los órganos de los sentidos y de las modificaciones que les imprimen los agentes físicos; se dividen

en generales y particulares, segun que conviene á todos los cuerpos ó solo á alguno de ellos; las principales son.

Estension, es la propiedad que posee un cuerpo de ocupar una porcion del espacio indefinido: su estudio es el objeto principal de la Geometría; á la Física corresponde solo estudiar los medios materiales de apreciar ó medir la estension; es una propiedad de la materia y de los cuerpos sin la cual no puede concebirse la existencia de aquella ni de estos.

Impenetrabilidad, es la propiedad que tienen dos porciones de materia de no poder ocupar á un mismo tiempo el mismo espacio; no debe suponerse á los cuerpos impenetrables sinó á la materia; porque se dejan penetrar aquellos en estado de sólidos como de líquidos ó gases. De la impenetrabilidad de la materia resulta, hasta cierto punto, la de muchos cuerpos, y en prueba puede citarse el caso de que un gas no se deja penetrar por un liquido; importante esperiencia por las aplicaciones á que dá lugar, entre ellas la campana de buzos.

Porosidad, es una propiedad general por la que los átomos de que están constituidos los cuerpos no se encuentran en contacto; se llaman poros las porciones elementales del espacio que se encuentran entre los átomos; todos los cuerpos son porosos; el proceder general que puede emplearse para establecer este principio consiste en notar que todos disminuyen indefinidamente de volumen cuando se les somete á presiones crecien-

tes; es necesario por consecuencia que entre los átomos existan espacios entre los cuales puedan moverse estos. Se distinguen en los cuerpos el volúmen real, que es el ocupado solo por su masa, y el volúmen aparente, que es el ocupado por su masa y por sus poros.

Como aplicaciones de las propiedades que se estudian en esta leccion se pueden comprender para medir la estension el Noniús y el Tornillo micrométrico de mucho uso en las artes, el primero para medir las longitudes y el segundo los gruesos ó espesores muy pequeños, como los de los cristales para anteojos, escapes y ruedas de los relojes, gruesos de láminas metálicas, etc. etc.

El estudio de la porosidad es muy importante, porque siendo propiedad general se deducen de ella aplicaciones muy interesantes en las artes y en la industria; el uso de los filtros de papel, vidrio, carbon, arena, que tanto se usan para clarificar las aguas enturbiadas, el vino y los aceites, son de un uso indispensable. El estudio de esta propiedad en las maderas debe hacerse con detenimiento, porque segun son más ó menos blandas así retienen y absorben la humedad por el mayor número de poros que contienen, esplicándose por esto frecuentemente el que las obras de carpintería se abran y alabeen; por esta razon es muy conveniente pintarlas al óleo ó barnizarlas por la cara interior y exterior, porque de este modo se tapan los poros con una materia impermeable al agua.

La compresibilidad es la propiedad que pre-

sentan los cuerpos de disminuir de volúmen cuando están sometidos á una presion, esta propiedad varía mucho de un sólido á otro; es muy pequeña en todos los liquidos y muy grande en todos los gáses.

Por la compresibilidad se fabrican las monedas y medallas, sirviéndose de los troqueles que permiten ejercer una compresion enérgica sobre determinadas partes de un metal, resultando los bajos en las partes comprimidas y los resaltos en las que no lo están. Los jugos vegetales obtenidos por medio de la presion, como el vino, la sidra, los aceites, etc., no se separarian de las partes sólidas que los contienen, si los líquidos fuesen tan compresibles como ellas, mas en virtud de la poca compresibilidad de estos cuerpos se facilita la estraccion de aquellos jugos.

2^a La elasticidad es la propiedad en virtud de la que siempre que se cambia entre ciertos límites la forma ó el volúmen de un cuerpo sin cambiar la cantidad de materia que le constituye, abandonado á sí mismo vuelve á recobrar su estado anterior, la elasticidad es muy desigual en los diferentes sólidos y se aprecia en ellos por flexion, torsion, traccion y presion; en los líquidos y gases solo se aprecia por presion como consecuencia de las propiedades anteriores existen en los sólidos las particulares de maleabilidad y ductilidad.

La mayor parte de los metales aun sin estar aleados con otros cuerpos, adquieren una elasticidad mayor y más activa cuando se los bate en

frio, ó trabaja con el martillo, que es lo que los artífices llaman forjar. En este principio está fundado el recocido y templado del acero, y como consecuencia la construcción de toda clase de muelles para las armas de fuego, cerraduras, máquinas, carruajes, resortes de la relojería, etc., siendo también aplicaciones de esta propiedad los colchones de todo género, las cuerdas de diferentes especies y los dinamómetros ó aparatos destinados á determinar la intensidad de las fuerzas.

Divisibilidad es la propiedad que tienen los cuerpos de poderse reducir á pequeños fragmentos. Si se la considera bajo el punto de vista matemático, se la debe mirar como absolutamente indefinida: bajo la relación física és limitada; sin embargo las partículas de los cuerpos pueden llegar á un grado de tenuidad increíble; las sustancias olorosas y tintóreas pueden servir como ejemplo de la extrema y prodigiosa divisibilidad de la materia.

Como propiedad derivada de la divisibilidad se estudia la dureza, propiedad relativa que varía hasta con el modo de ensayarla.

Un grano de carmin es susceptible de teñir una gran cantidad de agua: el almizcle produce una cantidad tan grande de partículas olorosas, sin perder de su peso, que puede impregnar aromatizándoles muchos metros cúbicos de aire; pero en donde se admira más la extrema divisibilidad de la materia, es en algunos metales, el oro se divide tanto, que su divisibilidad en lon-

gitud unas veces y en superficie otras, dá origen á las artes de tirador de oro y batidor de oro, produciendo este último láminas tan delgadas como las que se emplean en el dorado de marcos, etc., y el primero obtiene hilos tan delgados por medio de la hilera, que con ellos se cose, borda, tuercen cordones y emplean como si fuesen formados por fibras vegetales. La Tintorería prueba también esta propiedad.

LECCION 3.^a

SUMARIO.

**Inercia.—Gravedad.—Peso de los cuerpos.—
Masa de los cuerpos.—Densidad.**

Inercia es la ineptitud que tiene la materia de cambiar el estado que una vez ha recibido. Existe por consiguiente inercia en el reposo y en el movimiento; en virtud de esta fuerza un cuerpo que esté en reposo no se moverá hasta que reciba el impulso de otra fuerza que le haga mover, y un cuerpo que esté en movimiento no se parará hasta que una fuerza opuesta á su movimiento coloque al cuerpo en estado de reposo. Si un cuerpo despues de haber recibido un movimiento de traslacion se encuentra abandonado á su inercia, se moverá indefinidamente en linea recta, en la misma direccion que se movia en el momento de abandonarle á sí mismo y con la

velocidad que tenia en aquel instante. El empleo de los volantes en las máquinas, la detención rápida de un cuerpo en movimiento, etc., dan origen á fenómenos que observamos con mucha frecuencia y cuya causa principal es la inercia. Los efectos de la inercia son infinitos. La caída de los cuerpos en los vehículos dotados de movimiento rápido; los desastres producidos en los choques que tienen lugar en los ferro-carriles y otra porción de efectos análogos reconocen por causa esta propiedad; en cambio las artes é industrias sacan grandes aplicaciones de ella, como son el empleo de martillos, machinas, mazos y volantes para regularizar los movimientos en las máquinas, venciendo además los puntos muertos que en las mismas se presentan.

Gravedad; se da en general el nombre de atracción á la tendencia mútua que tienen los cuerpos de aproximarse unos á otros. La atracción de dos cuerpos resulta de las atracciones individuales ejercidas por todos los puntos de la materia de cada uno de ellos sobre todos los puntos de la materia del otro. La atracción entre los dos cuerpos varía con sus masas, varía tambien con la distancia comprendida entre ellos, crece cuando esta distancia disminuye y decrece cuando aumenta. Entre los cuerpos que nos rodean, la atracción se ejerce de una manera muy débil cuando están separados por intervalos visibles; pero si se tocan entre sí por superficies de alguna estension la atracción puede ser muy enérgica. La atracción egercida entre los cuerpos sepa-

rados toma el nombre de atraccion universal; se manifiesta con toda su potencia entre los cuerpos celestes, á causa de sus masas enormes, por mas que las distancias de unos á otros sean inmensas. La gravedad es la fuerza de atraccion que el globo terrestre ejerce sobre todos los cuerpos que nos rodean; esta atraccion constituye un caso particular de la universal. Por estar sometidos á ella los cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos, se les dá el nombre de cuerpos ponderales y aquellos que se denominan fluidos imponderables han recibido este nombre porque sobre ellos es nula ó insensible la accion de la gravedad. Un cuerpo que tuviese la forma de una esfera ejerceria la atraccion como si emanase en totalidad del centro de esta esfera; este caso es el que tiene lugar en el sol, en los planetas y en la tierra; de aquí se deducen las dos leyes siguientes relativas á la gravedad.—1.^a La direccion segun la cual obra la gravedad en cada punto de la superficie de la tierra pasa por el centro de ella; esta direccion se llama vertical.—2.^a La accion de la gravedad sobre un mismo cuerpo es invariable; la direccion de la vertical la determina una plomada, la cual, siendo perpendicular á la superficie de las aguas tranquilas, confirma la segunda consecuencia.

Los cuerpos en el vacío descienden en virtud de la gravedad con el mismo movimiento, cualesquiera que sean sus masas, sus volúmenes y sus densidades.

6 La gravedad obra en cada una de las molé-

culas de un cuerpo, y segun este principio debemos definir el *peso* diciendo que es la resultante del sistema de fuerzas que forma la gravedad obrando sobre las moléculas de un cuerpo; el peso se divide en absoluto y relativo, el primero, que es el definido es proporcional á la masa; el segundo, ó sea el relativo es la relacion existente entre el peso absoluto de un cuerpo con otra peso determinado que sirve de unidad, y puede determinarse por medio de las balanzas.

La cantidad de materia que constituye un cuerpo se llama su masa; de aquí se deduce que dos cuerpos iguales en volúmen pero de naturaleza diferente encierran cantidades de materia desiguales ó en otros términos tienen masas desiguales, las masas de los cuerpos están entre sí en la misma proporcion que sus pesos, por consiguiente conoceremos la masa cuando tengamos determinado el peso.

Se dá el nombre de densidad de un cuerpo á la cantidad de moléculas que este contiene en un volúmen dado, esta densidad que es la absoluta no puede determinarse; solo pueden determinarse las densidades relativas ó sean las cantidades de materia que contienen los cuerpos bajo un volúmen determinado con relacion á un volúmen igual de otro cuerpo que se toma por unidad; este cuerpo para los sólidos y los líquidos es el agua destilada á 4° sobre 0; para los gases es el aire. La densidad está en razon inversa del volúmen y directa de la masa y pue-

de espresarse esta relacion por la fórmula $D = \frac{M}{V}$
en la que llamamos D á la densidad, M á la masa
y V al volúmen.

LECCION 4.^a

SUMARIO.

De la quietud y del movimiento.—Mecánica, su definicion y division.—Fuerzas, su division; modo de medirlas.—Diferentes modos de actuar las fuerzas.

7^{da} El estado de quietud en los cuerpos se puede definir diciendo que es la permanencia de un cuerpo en un mismo lugar, y por lo tanto el estado de movimiento consistirá en la traslacion de un cuerpo del lugar que ocupa á otro diferente; ambos estados pueden considerarse absoluta y relativamente; el reposo considerado como absoluto no existe en la naturaleza y solo se considera el relativo.

La mecánica es la ciencia que se ocupa en el estudio del equilibrio y del movimiento; se divide en Estática y en Dinámica, la 1.^a que estudia el equilibrio de los cuerpos sólidos y la 2.^a que estudia el movimiento de estos mismos cuerpos; la Hidrostática y la Hidrodinámica se refieren al equilibrio y al movimiento de los fluidos.

Se dá el nombre de fuerza á toda causa capaz de producir movimiento, de aniquilarle ó de

modificarle: en una fuerza hay que considerar su direccion, su intensidad y el punto del cuerpo á que se encuentra aplicado, la direccion se representa por una línea recta; la intensidad por la mayor ó menor magnitud de esta misma línea y el punto de aplicacion por el extremo de ella: una fuerza es instantánea cuando obra solo en el instante de su aplicacion; es continúa cuando obra en todos los instantes que dura el movimiento. Un cuerpo puede estar solicitado por una sola fuerza ó por dos ó mas que concurren á producir el movimiento; la reunion de estas fuerzas se llama un sistema y aquella fuerza única capaz de producir el mismo esfuerzo que todas las del sistema reunidas se llama resultante, mientras que las elementales que le constituyen se llaman componentes. Las fuerzas se miden por unidades especiales que se aprecian en aparatos que reciben el nombre de Dinamómetros: las unidades son varias, entre ellas el quintal, arroba y kilogramo; hay tambien otra unidad que se llama atmósfera, cuyo valor depende de la presion que ejerce el aire sobre una superficie determinada. Para apreciar y medir el trabajo que producen las fuerzas hay otras unidades que son el kilográmetro ó sea la fuerza necesaria para elevar un kilogramo de peso á un metro de altura en un segundo de tiempo; el caballo de vapor que equivale á 75 kilográmetros, y la gran unidad dinámica que se compone de 1.000 kilográmetros.

Las fuerzas pueden actuar de muchas mane-

ras diferentes en los cuerpos; en una direccion, en direccion opuesta, concurriendo en un punto, formando ángulo y paralelamente: la resultante en todos los casos se determina fácilmente. La resultante de dos ó mas fuerzas que actúan sobre un mismo cuerpo en direcciones opuestas es igual á la diferencia de las de un lado y las del otro; si son solo dos é iguales la resultante es cero y el cuerpo queda en equilibrio. Dos fuerzas aplicadas al mismo punto formando ángulo, tienen por resultante en direccion é intensidad la diagonal del paralelógramo formando sobre las dos fuerzas dadas, siendo su punto de aplicacion el mismo que el de las fuerzas.

La resultante de dos fuerzas paralelas que actúan en la misma direccion, es una fuerza paralela á ellas, igual á su suma y aplicada á un punto de la línea que une los de aplicacion de las fuerzas, encontrándose á una distancia inversamente proporcional á sus intensidades. Dos fuerzas iguales, paralelas y que actúen en sentido contrario constituyen un par de fuerzas; su resultante es igual á cero, pero el cuerpo no permanece en equilibrio. Los problemas de composicion de fuerzas son determinados; los de descomposicion pueden ser determinados ó indeterminados.

LECCION 5.^a

SUMARIO.

Centro de gravedad.—Modo de determinarle.—Equilibrio, condiciones para que exista en los cuerpos.—Diferentes especies de equilibrio.

9 Se dá el nombre de centro de gravedad de un cuerpo á un punto por el cual pasa en todas las posiciones posibles del cuerpo, la resultante de todas las acciones que la gravedad ejerce sobre cada molécula. Este punto, segun la forma del cuerpo está situado dentro de la materia del mismo ó fuera de ella.

De aquí se deduce que la accion de la gravedad ejercida sobre todas las moléculas de un cuerpo sólido, puede considerarse siempre reducida á una fuerza única igual al peso del cuerpo, y obrando verticalmente sobre este de arriba para abajo por su centro de gravedad.

Si el centro de gravedad no está en la masa del cuerpo, se le supone referido á aquella por medio de un tallo sólido.

La determinacion del centro de gravedad de un cuerpo es importante, porque conociendo este punto y sosteniéndole, la fuerza de la gravedad se destruye y el cuerpo queda en equilibrio.

La geometría nos enseña á determinar el centro de gravedad de los cuerpos y de las figuras planas; así una esfera, un cilindro y un rectán-

gulo, supuesto que estas dos últimas figuras tengan un pequeño grueso, tienen su centro de gravedad en el centro de figura del cuerpo.

En los cuerpos que no son regulares la determinacion del centro de gravedad se verifica de dos maneras diferentes, ó suspendiendo al cuerpo por una cuerda ó hilo, ó bien apoyándole por tanteos sobre la arista de un prisma triangular. En el primer caso se le suspende de un hilo, y el cuerpo se sitúa entonces de tal modo que el centro de gravedad se encuentra en la vertical trazada por el hilo, la cual se prolonga sobre la superficie del cuerpo con ayuda de un hilo á plomo. Enseguida se suspende el cuerpo por un segundo punto, se traza otra linea que encontrará á la primera, y en la parte media del grueso correspondiente á este punto se halla el centro de gravedad.

El centro de gravedad del cuerpo del hombre, varia segun sus diferentes posiciones ó actitudes; cuando está de pié y en posicion vertical, se encuentra en ~~en~~ aquel punto en un plano de simetria ó plano medio que divide al cuerpo en dos partes iguales y en una linea que corta á este plano en un punto situado muy cerca del nivel en la última vértebra dorsal.

El conocimiento del centro de gravedad de los cuerpos es tan necesario en las artes, que sin él no podría darse estabilidad á los cuerpos; en la construccion de edificios, de muros, etc., se busca siempre la linea vertical, lo mismo que en la colocacion de estátuas y obeliscos, pu-

diendo alterar esta direccion en circunstancias dadas pero siempre bajo el dominio de los principios expuestos; así las torres inclinadas de Pisa y Bolonia y la de Zaragoza no caen porque el centro de gravedad cae dentro de la base de sustentacion.

Siempre que una fuerza cualquiera contrasta la accion de la gravedad impidiendo que el centro de ella descienda bien sea vertical ú oblicuamente, el cuerpo permanece en un estado que se llama de equilibrio.

Un cuerpo suspendido que tiene su centro de gravedad por bajo del punto de suspension ofrece un equilibrio estable; separado de su posicion, la recobra inmediatamente obedeciendo á la gravedad.

Como Si el centro de gravedad está por encima del punto de suspension, puede teóricamente considerarse el equilibrio, pero este es inestable.

Por último un cuerpo sostenido por su centro de gravedad estará en equilibrio indiferente y quedará en quietud cualquiera que sea la posicion que se le dé.

LECCION 6.^a

SUMARIO.

Idea general de las máquinas y division de las mismas.—Palanca, diferentes especies de palancas y ejemplos de las mismas.—Balanza, condiciones de construccion que debe tener, diferentes especies.—Romana.

Se dá el nombre de máquina á todo medio inerte por el cual una fuerza desarrolla su accion sobre otra modificándola y produciendo efectos diferentes de los que produciría la accion directa de esta fuerza. En las máquinas puede estudiarse su equilibrio y la teoria de su movimiento: se dividen en simples y compuestas, y aunque las simples pueden en último resultado referirse á una sola, se admiten sin embargo para mayor facilidad en el estudio siete diferentes que son: la Palanca, la Polea, el Torno, el Plano inclinado, el Tornillo, la Cuña y las Cuerdas. En todas ellas hay que considerar tres cosas que son: la potencia, la resistencia y la máquina misma; la primera, obra siempre tratando de vencer la resistencia, la segunda es el obstáculo que se trata de vencer y la máquina misma es el intermedio por el cual la potencia actúa sobre la resistencia. Las máquinas no dan fuerza como suele creerse, lo único que hacen es favorecer á la potencia, porque siendo como son cuerpos

inertes mal pueden dar lo que no poseen. Para que una máquina sea tal, es necesario que produzca uno de estos tres efectos, dos ó los tres á la vez; cambio en la direccion del movimiento, variabilidad en su velocidad ó modificacion en las especies del movimiento.

Las máquinas pueden dividirse por su objeto, por la naturaleza de los motores que originan el movimiento y de otras varias maneras; pero la division mas sencilla es la que estriba en la naturaleza del apoyo: asi se dividen, 1.º en máquinas cuyo cuerpo principal descansa sobre un punto fijo; 2.º máquinas cuyo apoyo es una recta fija; 3.º máquinas cuyo apoyo es un plano.

Palanca: es una barra de cualquier forma y de materia bastante resistente para no deformarse por la accion de las fuerzas que han de actuar sobre ella, se diferencia de las otras máquinas en que tiene por apoyo un punto. La palanca se divide en tres clases ó géneros segun la colocacion relativa de las fuerzas y el apoyo, así se llama de primer género á la que tiene situado el apoyo entre la potencia y la resistencia, ejemplo las tijeras, tenazas, alicates. etc. De segundo género es la que tiene la resistencia entre el apoyo y la potencia, ejemplo los fuelles, las carretillas para llevar tierra. Es de tercero la que tiene la potencia entre el apoyo y la resistencia, como las pinzas, tenazas de chimenea y los dedos de la mano.

Las condiciones del equilibrio en esta máquina son muy sencillas; para que exista es pre-

ciso que la potencia multiplicada por su correspondiente brazo de palanca, dé un producto igual á la resistencia multiplicada por la longitud de su correspondiente brazo, cuya igualdad puede traducirse así: «Las longitudes de los brazos de una palanca están en razon inversa de las fuerzas que obran en sus estremidades.

El empleo de la balanza data desde el establecimiento del comercio, y por lo tanto su uso es conocido desde la mas remota antigüedad. Los chinos se sirven desde tiempo inmemorial de una balanza pequeña muy parecida á nuestra romana.

La balanza es un aparato destinada á conocer el peso relativo de los cuerpos. Es una palanca de primer género de brazos iguales y se compone de una barra llamada cruz, la cual se apoya por su mitad sobre un punto fijo situado sobre un pié ó dos soportes cuando ha de estar colgada: la cruz sostiene en sus extremos dos platillos donde se colocan el cuerpo cuyo peso quiere determinarse y las unidades de comparacion; en un punto de la vertical que pasa por el apoyo se halla situada una aguja que se llama fiel de la balanza, el cual coincide con un punto de fé en la parte superior ó inferior de la balanza cuando el equilibrio se halla establecido. Una balanza no verifica pesadas exactas sinó tiene las condiciones siguientes:

1.^a Los dos brazos de la cruz deben ser rigurosamente iguales en longitud y peso. 2.^a La longitud de los brazos de la cruz debe ser inva-

riable durante las oscilaciones de la balanza. 3.^a Estando horizontal la barra que forma la cruz su centro de gravedad debe encontrarse en la vertical que pasa por la arista del apoyo y un poco mas abajo del punto de suspension. Y 4.^a La balanza debe ser muy sensible.

Las balanzas de precision ó de ensayo deben tener estas condiciones en el mayor grado posible por el uso frecuente é indispensable que de ellas se hace en las investigaciones químicas.

Cuando se quieren verificar pesadas exactas sin que la balanza esté bien construida se emplea el método de las dobles pesadas debido al físico Borda.

La romana sirve tambien para determinar el peso de los cuerpos; como la balanza consiste en una palanca de primer género pero de brazos desiguales, en la que el brazo de palanca de la potencia es variable y el de la resistencia constante, sucediendo lo contrario con las fuerzas, de las que la potencia representada por el pilon ó contrapeso es siempre constante y la resistencia variable puesto que pueden pesarse objetos equivalentes á diversas unidades con una misma romana. Este aparato es muy cómodo porque no necesita el empleo de unidades de peso preliminarmente determinadas.

LECCION 7.^a

SUMARIO.

Polea, su division y condiciones de equilibrio.

—Torno, sus variedades y aplicaciones.

La Polea es un disco circular de madera, metal ó cualquiera otra sustancia que lleva en todo su contorno una ranura llamada garganta, en la que se coloca la cuerda que ha de funcionar con esta máquina, la cual con un eje que la atraviesa por su centro puede girar sobre dos cuerpos ó coginetes; se divide en fija y móvil segun que presente solo movimiento de rotacion ó segun le presente de rotacion y traslacion. El estado de equilibrio en las poleas se esplica fácilmente comparando y refiriendo las fijas á las palancas de primer género, y las movibles á las de segundo género suponiendo que en las poleas no hay rozamiento.

Con objeto de favorecer á la potencia y hacer además que las cuerdas á cuyos extremos se aplican las fuerzas resulten paralelas, se combinan las poleas fijas y movibles constituyendo los polipastos ó sistemas de poleas.

La polea fija ofrece el medio de cambiar la direccion de una fuerza sin alterar su intensidad.

Con el uso de la polea móvil, la potencia puede equilibrarse con una resistencia doble. En mecánica se saca partido á veces de esta

circunstancia multiplicando el número de poleas para duplicar, cuadruplicar, etc., el valor de la resistencia á la que una fuerza dada puede hacer equilibrio.

Las poleas y sus diferentes combinaciones se usan mucho en los pozos, ferro-carriles, almacenes de todo género principalmente á bordo de los buques, en los que se hace mucho uso de esta máquina para plegar las velas, elevar y descender las anclas y ejecutar una multitud de maniobras que se harian mal sin su auxilio.

De 15 Torno es una maquina simple que sirve para elevar los cuerpos pesados á una altura determinada; consiste en un cilindro de madera, metal ú otra sustancia, terminado en sus dos extremos por dos quicios ó ejes que se apoyan y giran sobre dos coginetes fijos; el cilindro, por lo tanto, puede girar alrededor de su eje y una cuerda fija por uno de sus extremos al cilindro y por el otro al cuerpo, puede elevar ó arrastrar á este segun que aquella se va envolviendo en el cilindro: la potencia se aplica á un manubrio, una rueda ó un sistema de palancas. Si el torno tiene el eje vertical se llama cabrestante, y si las palancas donde se aplica la potencia son muy numerosas, poco salientes y engranan ademas con las de otro torno se constituyen las ruedas dentadas, cuyos dientes pueden ser cuadrangulares, triangulares y biselados. Las ruedas dentadas sirven en mecánica para cambiar hasta donde se quiera los movimientos, y están especialmente destinadas á transmitir el movimiento

de rotacion de un árbol á otro como las cuerdas sin fin.

El cric ó gato se compone de una barra dentada por uno de sus lados, colocada dentro de una caja; los dientes de la barra engranan con los de una rueda dentada que gira por medio de un manubrio al que se aplica la potencia.

LECCION 8.^a

SUMARIO.

Plano inclinado, aplicaciones.—Cuña y tornillo, efectos y aplicaciones de estas máquinas.

El plano inclinado es una máquina simple constituida por una superficie, que forma con el horizonte un ángulo mayor de 0° y menor de 90° . Un cuerpo que descendiese libremente por el aire seguiria la direccion de la vertical, pero si colocamos debajo de él un plano inclinado, la accion de la gravedad se descompone en dos fuerzas, una perpendicular al plano y otra paralela á él. De esta manera la fuerza que es necesario emplear para elevar un cuerpo por un plano inclinado, es siempre menor que la que habria que emplear para elevarle sin el plano. Cuanto mas se aproxima el plano á la posicion vertical tanto mas se favorece la fuerza paralela, llegando á ejercer íntegra la accion de la gravedad si el plano es vertical; por el contrario, cuanto mas se aproxima el plano á la posicion

horizontal tanto menor será la fuerza paralela que es la que hay que vencer, llegando esta á cero en el caso de ser horizontal el plano. Esta máquina se emplea con gran ventaja para elevar cuerpos de mucho peso á pequeñas alturas.

La cuña, geoméricamente hablando, es un cuerpo en forma de prisma triangular. La cuña; en mecánica puede considerarse como la reunion de dos planos inclinados unidos por la base. formando la altura la porcion superior. La cuña se emplea para dividir materias sólidas; por esta razon todos los instrumentos cortantes son verdaderas cuñas, y lo mismo sucede á los punzantes, como bayonetas, espadas, alfileres, agujas, clavos, buriles, cinceles, etc., que son verdaderas cuñas de forma piramidal, cónica, cilíndrica y que forman las principales herramientas de las artes y oficios. Produce enérgicas presiones y en este principio se funda la construccion de las prensas flamencas para la extraccion del aceite. Como puede ejercer dos acciones distintas, ó la de cortar y dividir el cuerpo en todos los instantes del movimiento, ó la de cortar primero y rasgar despues, se cambia la forma y materia de las cuñas segun los objetos á que se destinan, por cuya razon hay diferencias tan notables entre herramientas muy parecidas, como por ejemplo, los escoplos y los formones.

El Tornillo es un cilindro rodeado por un plano inclinado; este tornillo entra en una caja llamada tuerca, que tiene vaciada en hueco la

misma forma que el tornillo presenta en el exterior, unas veces éste es fijo y se mueve la tuerca, otras sucede lo contrario; se llama filete ó paso de la rosca la distancia desde un punto del filete saliente hasta otro punto del inmediato, tomados estos puntos en una línea paralela al eje del tornillo. Esta máquina, á pesar de la mucha pérdida de efecto útil que experimenta por los rozamientos tiene, sin embargo, aplicaciones numerosas para elevar los cuerpos de grandes masas á pequeñas alturas y para ejercer presiones ó unir partes diferentes de los cuerpos, como sucede en la carpintería.

Siempre que una cuerda ó cadena se halla sujeta por uno de sus extremos á un punto fijo, sosteniendo en el otro un cuerpo pesado, la posición de la cuerda es vertical y su tensión igual al peso del cuerpo que la tiende, mas si la cadena está sujeta por los extremos y el cuerpo pesado se halla sostenido en un punto cualquiera de la cuerda, las tensiones que se desenvuelven en todos los puntos del aparato de suspensión son mas difíciles de determinar, aunque fáciles de comprender.

LECCION 9.^a

SUMARIO.

Dinámica.—Movimiento absoluto y relativo de los cuerpos.—Dirección y velocidad.—Clasificación del movimiento.—Leyes de la caída de los cuerpos: máquina de Atwood.

102/15
Dinámica es aquella parte de la mecánica que tiene por objeto estudiar las leyes del movimiento en los cuerpos.

La movilidad es una propiedad en virtud de la que un cuerpo solicitado por una ó mas fuerzas cambia de posición en el espacio; este estado es el que constituye el movimiento, que puede ser absoluto y relativo; todos los cuerpos se mueven unos con relación á los otros, y aunque en la apariencia existen algunos que nos parecen quietos, se mueven sin embargo, con relación á otros.

En el movimiento hay que considerar su dirección y su velocidad: por la 1.^a los movimientos pueden seguir líneas rectas ó recorrer curvas y se llaman rectilíneos ó curvilíneos; la 2.^a ó sea la velocidad es el mayor ó menor espacio que un cuerpo recorre en un tiempo dado; por consiguiente un cuerpo tendrá mas velocidad que otro si en el mismo tiempo recorre mayor espacio.

El movimiento se divide en uniforme y va-

riado: es uniforme cuando en tiempos iguales un móvil recorre espacios iguales, por ejemplo un decímetro por segundo: es variado cuando en tiempos iguales recorren espacios desiguales, por ejemplo un decímetro en el primer segundo, tres en el segundo y dos en el tercero.

Se mide la velocidad de un cuerpo por el espacio que recorre uniformemente durante la unidad de tiempo, por ejemplo, un segundo; según esto el espacio recorrido uniformemente por un cuerpo durante un tiempo cualquiera, es igual á la velocidad repetida tantas veces como unidades hay en el número que expresa este tiempo ó, en otros términos, el espacio crece proporcionalmente al tiempo. Llamando V la velocidad del móvil, y E el espacio durante una unidad de tiempo T , se tiene $E=VT$, y de aquí

$V=\frac{E}{T}$, es decir que en el movimiento uniforme la velocidad es igual al espacio dividido por el tiempo.

El movimiento variado puede ser acelerado y retardado: será acelerado cuando el móvil recorra en cada tiempo un espacio mayor que en el tiempo anterior, y retardado cuando en cada tiempo recorra un espacio menor que en el anterior.

Se admite generalmente que las velocidades que un mismo cuerpo adquiere por fuerzas de diferentes magnitudes que obran sobre él al mismo tiempo son proporcionales á las intensidades de estas fuerzas. De aquí se deduce que si un cuerpo ha adquirido cierta velocidad por la acción casi instantánea de una fuerza, y que otra

fuerza viene un momento despues á solicitarle de nuevo durante un tiempo muy cierto en la misma direccion, la velocidad que tendrá despues de este segundo instante será proporcional á la suma de las fuerzas ó á la diferencia si la segunda fuerza obra en sentido contrario á la primera. Segun esto, supongamos que la fuerza aceleratriz sea constante, y que g sea la velocidad que comunica á cada instante al móvil: las velocidades sucesivas serán g , $2g$, $3g$, etc., de suerte que despues de un número t de instantes iguales las velocidades serán gt .

Partiendo de este principio se demuestra que el espacio e recorrido durante un tiempo t se representa por $\frac{1}{2}gt^2$, de donde se deduce que los espacios recorridos por diferentes cuerpos con movimiento uniformemente acelerado, están entre sí en razon de los cuadrados de los tiempos, ó como los cuadrados de las velocidades finales.

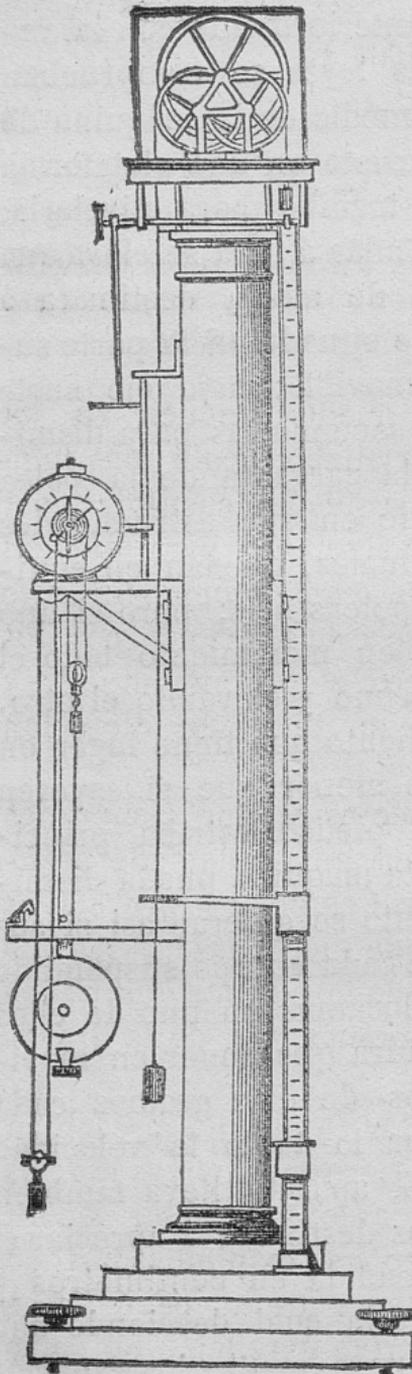
Las leyes de la caida de los cuerpos son tres:

1.^a Los espacios corridos en cada unidad de tiempo por un cuerpo que desciende solicitado por la gravedad son como los números impares.

2.^a Los espacios totales que un cuerpo recorre en virtud de la gravedad son proporcionales á los cuadrados de los tiempos que dura el movimiento.

3.^a Siempre que un cuerpo se mueve con movimiento uniformemente acelerado, si cesa la fuerza aceleratriz, el cuerpo en virtud de la inercia continuará moviéndose por la velocidad adquirida, recorriendo uniformemente un espacio

doble que el recorrido anteriormente con la velocidad acelerada. Estas leyes se comprueban experimentalmente por medio de la máquina de Atwod. Este aparato consiste en una plataforma de madera, con pies de tornillo para nivelarla; en el centro y perpendicular á ella se eleva una columna de dos metros de altura destinada á sostener en un montante situado en la parte superior una polea muy movable, cuyo eje suele hacerse girar por otras secundarias para disminuir el rozamiento; por la garganta de la polea pasa un hilo que sostiene en sus estremidades dos pesos que, si son iguales, quedan en equilibrio por la ley de las poleas fijas; pero si uno de ellos es mayor pone en movimiento todo el sistema descendiendo el uno y elevando el otro. La velocidad del movimiento que tiene lugar en las dos masas es mucho menor que si cayesen libremente y en esta propiedad estriba principalmente el que con esta máquina pueda disminuirse la velocidad cuanto se quiera; así si suponemos que el peso de cada cuerpo suspendido es de diez gramos y colocamos en uno de ellos un gramo mas, este tendrá que poner en movimiento los dos cuerpos de diez gramos cada uno, mas el mismo, por lo tanto la velocidad será 21 veces menor. El aparato lleva tambien un pendulo de segundos destinado á apreciar el tiempo y una regla dividida en centímetros y milímetros á lo largo de la cual descende uno de los cuerpos y sirve para medir los espacios y estos se aprecian por medio de topes me-



Máquina de Atwod.

tálicos movibles á lo largo de la regla. De las leyes expuestas se deduce que la velocidad adquirida por un cuerpo al fin de la caída es doble del espacio recorrido; esta cantidad que se representa en las fórmulas con la letra g es variable en cada punto de la superficie de la tierra, y como la gravedad es una fuerza aceleratriz constante, su intensidad está medida por la velocidad que produce al fin de la primera unidad de tiempo, que es precisamente la cantidad g . Asi es, que un cuerpo que cae de cierta altura llega al fin de su descenso con una velocidad capaz de hacerle elevar á la misma altura y en el mismo tiempo, pero dirigiéndose en sentido contrario.

LECCION 10.

SUMARIO.

Modo de originarse los movimientos curvilíneos. — Movimiento parabólico. — Movimiento circular. — Fuerzas centrales.

60910 Una sola fuerza no puede producir en los cuerpos movimiento curvilíneo; dos ó mas tampoco pueden producirle si pueden sustituirse por una resultante, por consiguiente para que un cuerpo recorra una curva ó tenga un movimiento curvilíneo es preciso que esté solicitado por dos fuerzas, una que produzca el primer impulso y otra continua que actúe en diferente direccion que la primera.

Movimiento parabólico es el que tienen los cuerpos que recorren una curva llamada parábola, le presentan generalmente los proyectiles lanzados con las armas de fuego; las fuerzas que actúan son la impulsiva de la pólvora que puede considerarse como instantánea y la de la gravedad que es continua.

El movimiento circular es el que presentan los cuerpos solicitados por dos fuerzas de las cuales la una tiene relaciones invariables con un punto fijo y este movimiento se manifiesta cuando los cuerpos trazan alrededor de un centro una curva cerrada como la circunferencia, en cuyo caso es preciso que la fuerza que tiende á diri-

guirle á un punto en el espacio sea constante, porque si obra en cada momento en razon inversa del cuadrado de la distancia, recorre en este caso una curva elíptica.

Las fuerzas centrales son dos: la primera tiende á separar al cuerpo del centro del movimiento y la segunda tiende á llevarle á este mismo centro. La fuerza centrífuga desarrollada en el movimiento curvilíneo de todos los cuerpos puede patentizarse por varios aparatos convenientemente dispuestos, en los que se demuestra: 1.º Que la intensidad de la fuerza centrífuga es proporcional á la masa puesta en movimiento.

2.º Que la intensidad aumenta con el cuadrado de la velocidad.

3.º Que es proporcional á la densidad de los cuerpos. En estos principios se funda la construcción del péndulo-cónico que tantas aplicaciones tiene en la maquinaria.

LECCION 11.

SUMARIO.

Péndulo, su division, consideraciones precisas acerca del mismo. — Leyes del péndulo. — Aplicaciones.

El péndulo es un aparato formado por un hilo fijo en uno de sus extremos y que tiene pendiente del otro extremo un cuerpo sólido. El péndulo se divide en simple y compuesto; el

simple es puramente ideal y estaria formado por un hilo que no tuviese estension ni peso, sujeto á girar alrededor de un punto que no tuviese rozamiento y que el cuerpo que sostuviese fuese una molécula pesada; reuniendo además la condicion de moverse en el vacío. El péndulo compuesto es el que puede formarse con una varilla ó hilo de la cual se suspende un cuerpo. Cuando el péndulo se encuentra en reposo es una plomada, pero si se le separa de su posicion vertical y despues se le abandona á sí mismo recorre en virtud de la gravedad un arco que se llama oscilacion. En el péndulo hay que considerar su centro de oscilacion, su longitud, la duracion de la oscilacion y la amplitud de la oscilacion.

Cuando el péndulo oscila en el aire, la amplitud de las oscilaciones disminuye gradualmente por la resistencia de este fluido, de modo que al cabo de algun tiempo queda en reposo en la posicion primitiva. Sin embargo, la duracion de las oscilaciones es la misma que en el vacío, y la duracion de todas ellas es constante con tal que tengan la misma amplitud. Esto es lo que constituye el isocronismo de las oscilaciones del péndulo.

La relacion sencilla que existe entre la duracion de una oscilacion, la longitud del péndulo y la intensidad de la gravedad, se llama ordinariamente fórmula del péndulo y se espresa de este modo $T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ en la que T representa el tiempo de una oscilacion, l la longitud del

péndulo, π la relacion 3,14 del diámetro á la circunferencia y g la intensidad de la gravedad, es decir, la velocidad que comunica á los cuerpos en la unidad de tiempo. En esta fórmula se toma el segundo por unidad de tiempo, y el metro por unidad de longitud, de modo que la cantidad g estará espresada en metros y representará la velocidad adquirida al finalizar un segundo.

En el péndulo compuesto, los puntos mas próximos al eje de suspension oscilarian con mas rapidez si estuviesen libres, y los puntos mas distantes por el contrario oscilarán con mayor lentitud. Por efecto de su union reciproca deben todos tomar una velocidad de oscilacion comun; en este caso, entre los primeros cuya velocidad está disminuida, y los segundos, en que se halla aumentada, se encuentra por precision un punto cuyo movimiento no está acelerado ni retardado por su union con los otros puntos del sistema, y que por lo tanto oscila como si estuviese libre. Este punto se denomina centro de oscilacion. Su distancia al eje de suspension es evidentemente igual á la longitud del péndulo simple que oscila en el mismo tiempo que el péndulo compuesto, cuya distancia se determina por el cálculo, cuando la forma y la densidad de las partes de este péndulo son conocidas.

Si se elevan al cuadrado los dos miembros de la fórmula del péndulo, se tendrá $T^2 = \frac{\pi^2 l}{g}$ de donde puede obtenerse el valor de g represen-

tado en la ecuacion $g = \frac{\pi^2 l}{T^2}$ de donde se deduce que, para encontrar en un lugar cualquiera el valor de la velocidad debido á la gravedad, basta determinar en este lugar la duracion T de la oscilacion de un péndulo cuya longitud l se conozca exactamente.

Si se traslada el mismo péndulo á otro lugar y se determina como en el primero la duracion t , de la oscilacion, se tendrá $g = \frac{\pi^2 l}{t^2}$ en cuya fórmula g representa la caida de los cuerpos en la segunda observacion. De las dos igualdades anteriores se deduce inmediatamente $\frac{g}{g'} = \frac{t'^2}{t^2}$

es decir que en dos lugares diferentes del globo, las velocidades debidas á la gravedad ó intensidad de la atraccion que la tierra ejerce sobre un mismo cuerpo, son inversamente proporcionales á los cuadrados de la duracion de las oscilaciones.

Las leyes del péndulo son tres:

1.^a La duracion de las oscilaciones para péndulos de la misma longitud es independiente de la materia de que está formado el cuerpo que se suspende á la estremidad libre. 2.^a La duracion de las oscilaciones para un mismo péndulo es siempre igual á los arcos que recorre si no pasan de 4 ó 5 grados. 3.^a El número de oscilaciones para péndulos de diferente longitud en un tiempo dado es inversamente proporcional á la raiz cuadrada de la longitud. Estas leyes se demuestran por el cálculo v experimentalmente.

Las aplicaciones del péndulo son muy numerosas. Sirve para demostrar que la gravedad es diferente del ecuador á los polos: que todos los cuerpos son igualmente graves: para demostrar el movimiento de la tierra: para regular el movimiento en los relojes.

LECCION 12.

SUMARIO.

Rozamiento, causas; diferentes clases y aplicaciones.—Del choque, choque en los cuerpos elásticos y en los inelásticos.

6218 El rozamiento es la resistencia mecánica que oponen las asperezas é imperfecciones de las superficies de los cuerpos al movimiento de estos unos sobre otros. Las causas que le producen son las asperezas de las superficies de los cuerpos y la presión recíproca de estos. Se conocen dos especies de rozamientos; la primera es la de un cuerpo que resbala sobre otro; la segunda la de un cuerpo que rueda, siendo este último mucho menor que el primero: un caballo puede difícilmente arrastrar un carruaje si no tiene ruedas y le lleva con facilidad si las tiene. Para disminuir el rozamiento se emplean las grasas y los aceites en los ejes de las máquinas y carruajes, pulimentando preliminarmente las superficies.

Para aumentarle se hace lo contrario, poniendo en contacto superficies ásperas ó aumen-

tando la presión. Los frenos, galgas, tornos y planchas en los carruajes son aplicaciones de estos principios y con estos aparatos se ejercen presiones que disminuyen la velocidad del movimiento ó le paralizan por completo. Los rodillos disminuyen el rozamiento y sirven para cambiarle en el de segunda especie cuando es necesario trasportar grandes pesos.

El choque es el resultado de la acción mútua que entre sí ejercen dos cuerpos que se encuentran, pudiendo estar en movimiento ambos, ó en movimiento uno y en quietud el otro. Para determinar las leyes del choque en los cuerpos es preciso dividir en dos grandes grupos ó secciones, una que comprenda los cuerpos elásticos y otra los no elásticos. Aunque no existen cuerpos desprovistos de elasticidad se pueden considerar como tales las pastas húmedas como la arcilla, la harina, etc., y aunque también sabemos que entre los sólidos no los hay perfectamente elásticos, hay algunos como el marfil que poseen una elasticidad de primer orden y que dan resultados muy poco distintos de los que darían teniendo completa esta propiedad. El choque se divide en central y escéntrico, según se verifica en la dirección de una línea que une los centros de inercia de los cuerpos ó en otra dirección cualquiera. Se llama cantidad de movimiento de un cuerpo, el producto de multiplicar su masa por la velocidad. En el choque de los cuerpos no hay pérdida alguna de velocidad, lo que uno pierde es ganado por el otro en virtud

de la inercia, de modo que la suma de las cantidades de movimiento antes del choque es igual á la suma de las cantidades del movimiento despues del mismo.

Las leyes del choque en los cuerpos inelásticos son tres:

1.^a Siempre que un cuerpo se halla en reposo y es chocado por otro que se mueve, se divide la velocidad del chocante entre los dos, con relacion á la masa que cada uno tiene.

2.^a Si dos cuerpos que se mueven en una misma direccion con velocidad diferente, llegan á chocarse, bien sean iguales ó no sus masas, continuan moviéndose juntos y en su primera direccion, con una velocidad comun, menor que la del cuerpo chocante, pero mayor que la del cuerpo chocado.

3.^a Si los dos cuerpos que deben chocarse se mueven en sentido directamente contrario, desaparece el movimiento en el uno y en el otro, ó por lo menos en uno de los dos, segun sean sus masas, volúmenes y densidades.

Los efectos del choque dependen de la masa, con la que aumentan en razon directa, por eso el golpe que ocasiona una gran mole al menor movimiento es grande, no sucediendo lo mismo con un cuerpo pequeño en iguales circunstancias; por estas razones se emplean los choques con mucha ventaja para clavar, romper y comprimir los cuerpos por medio de martillos, mazos y malacates.

Siempre que un cuerpo cae sobre otro con

una inclinacion cualquiera, en el supuesto de que ambos sean elásticos, tiene lugar la reflexion del choque, formándose dos ángulos, uno de incidencia y otro de reflexion, los dos son iguales y están formados, el primero, por la vertical en el punto de contacto y la direccion del cuerpo al caer, y el segundo por la misma vertical y la nueva direccion que el cuerpo toma despues del choque.

LECCION 13.

SUMARIO.

Hidrostatica, estado de liquidez en los cuerpos.—Principio de igualdad de presion, prensa hidráulica.

La Hidrostatica es la parte de la mecánica que tiene por objeto el estudio de las condiciones de equilibrio en los líquidos y de las presiones que ejercen, ya en su masa, ya en las paredes de los vasos que los contienen. Los líquidos son cuerpos, cuyas moléculas por su estremada movilidad, ceden al mas pequeño esfuerzo que tiende á separarlas; su fluidez no es sin embargo perfecta porque existe entre sus moléculas una adherencia que les dá una viscosidad mayor ó menor. Los cuerpos líquidos toman la forma de los vasos que los contienen, nivelándose por su superficie. El éter es un tipo del mayor estado

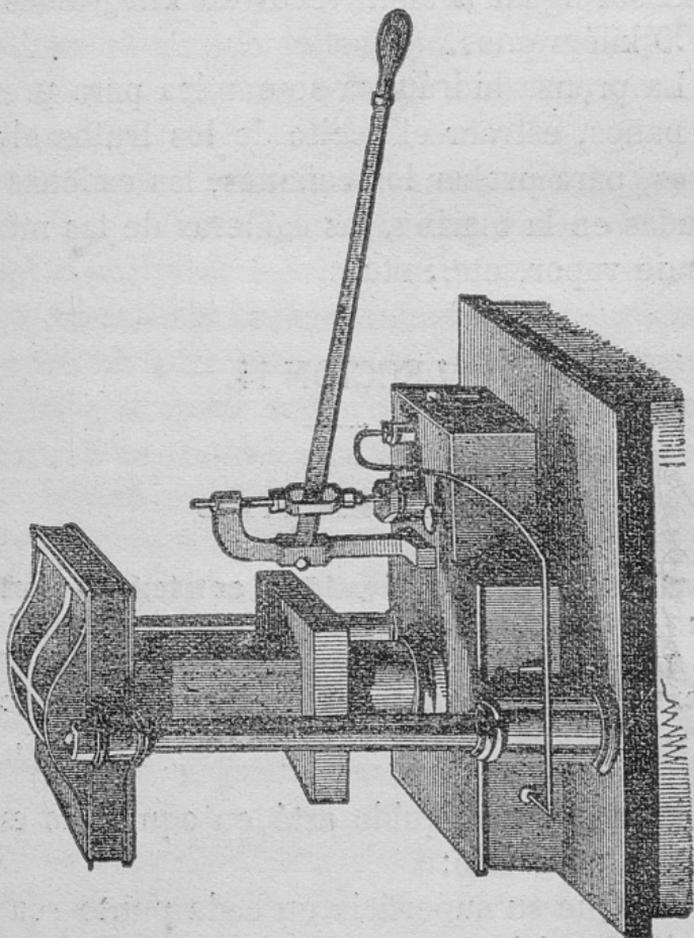
de liquidez, los aceites son los menos líquidos y el agua puede tomarse como un término medio.

El principio de igualdad de presión ó principio de Pascal se enuncia diciendo: «Que los líquidos transmiten igualmente en todos los sentidos las presiones ejercidas en un punto cualquiera de su masa.»

Este principio se admite generalmente como una consecuencia de la constitución especial de los líquidos y se demuestra del modo siguiente; se toma un vaso cúbico en cada una de cuyas caras se aplica un émbolo, todos de igual diámetro; se llena de agua el vaso y ejerciendo un esfuerzo sobre uno de los émbolos procurando introducirle en el interior del vaso, todos los demás émbolos serán empujados al exterior, ó será necesario emplear sobre cada uno de ellos una fuerza igual á la que actúa sobre el primero si queremos evitar su salida, de donde se deduce que si uno de los émbolos tuviese la base doble ó triple, también lo sería la presión que debe sufrir.

El principio de igualdad de presión ha recibido una aplicación importantísima en la construcción de la prensa hidráulica; este aparato, con el que se pueden producir presiones enormes, se compone de dos cuerpos de bomba de diferente diámetro que comunican entre sí; en el más pequeño hay un émbolo que se mueve por una palanca, por su ascenso este émbolo eleva el agua de un depósito y llena la parte inferior del cuerpo de bomba; cuando desciende comprime una válvula situada en la parte infe-

rior, la cual impide que el líquido vuelva al depósito; el agua comprimida entonces por el émbolo llena el cuerpo de bomba de mayor diámetro en el cual se encuentra un émbolo terminado por una plataforma y destinado á transmitir la presión; los efectos mecánicos de la presión son por consiguiente proporcionales á la superficie del segundo émbolo.



Prensa hidráulica.

Supongamos para fijar las ideas, que la superficie ó sección del émbolo mayor sea cien ve-

ces mas grande que la del émbolo menor. Situemos sobre este último un peso de 20 kilogramos, por ejemplo; ejercerá sobre el líquido una presión vertical. Esta presión según el principio enunciado, debe transmitirse sin alteración á toda porción igual á la superficie del émbolo menor considerada en el mayor, de donde resulta que la presión total transmitida á este último émbolo debe ser igual á cien veces 20 kilogramos ó á 2.000 kilogramos.

La prensa hidráulica se emplea para prensar los paños, extraer el aceite de los frutos oleaginosos, para probar los cañones, las cadenas empleadas en la marina, las calderas de las máquinas de vapor, etc., etc.

LECCION 14.

SUMARIO

Equilibrio de los líquidos contenidos en vasos.—Presión que ejercen sobre el fondo de los vasos que los contienen.—Presión de abajo á arriba presión lateral.—Equilibrio de los líquidos en los vasos comunicantes.

Para que un líquido esté en equilibrio en un vaso es necesario:

- 1.º Que su superficie en cada punto sea perpendicular á la dirección de la resultante de las fuerzas que solicitan las moléculas del líquido.
- 2.º Que cada una de las moléculas que le

constituyen supra presiones iguales y contrarias en todas direcciones.

Cuando en un mismo vaso se hallan contenidos líquidos de naturaleza diferente, se colocan en el orden de sus densidades y las superficies de separacion son horizontales.

La presion que se ejerce por un liquido en el fondo del vaso que le contiene, es igual al peso de una columna de liquido que tiene por base el fondo y por altura la distancia desde este á la superficie del líquido, sea cualquiera la forma del vaso. Este principio conocido con el nombre de paradoja hidrostática se ha demostrado por varios aparatos, entre los cuales el mas sencillo es el de Haldat. Se compone de un tubo de vidrio encorvado en ángulos rectos, en el cual se coloca mercurio; á uno de sus extremos se atornillan vasos de diferentes formas y capacidades, pero que todos tienen el mismo fondo y la altura del liquido puede llegar hasta un índice, y echando agua en ellos se observa que el mercurio en la otra rama asciende siempre á la misma altura.

Las líquidos tambien ejercen presion de abajo á arriba, á la cual se llama su empuje, esta presion es igual al peso de una columna líquida que tenga por base la superficie propuesta, y por altura la distancia de esta superficie al nivel del liquido. La presion lateral que ejercen los líquidos, es igual al peso de una columna líquida, cuya base sea la pared considerada y cuya altura es la distancia que hay desde el centro de gra-

vedad de la pared hasta la superficie de nivel del líquido.

Dos casos pueden ocurrir en el equilibrio de los líquidos situados en vasos que comuniquen entre sí. 1.º Que sea un solo líquido. 2.º Que sean dos diferentes. En el primer caso, es necesario, para que haya equilibrio, que los niveles del líquido en los dos vasos estén en un mismo plano horizontal. En el segundo ó sea cuando en vasos comunicantes se introducen líquidos de densidades diferentes las alturas de estos líquidos por encima de la superficie comun de separación deben estar en razon inversa de sus densidades respectivas. El nivel de agua, el de aire, los tinteros de presion y la conduccion del agua á las fuentes por medio de cañerías se fundan en estos principios.

LECCION 15.

SUMARIO.

Principio de Arquímedes, demostracion experimental.—Equilibrio de los cuerpos flotantes, metacentro.

² El principio que sirve de base á la teoría de los cuerpos flotantes y de los cuerpos sumergidos, se conoce con el nombre de principio de Arquímedes y se enuncia en estos términos: «Todo cuerpo sumergido en un líquido desaloja

un volúmen igual al suyo y pierde de su peso tanto como pesa el volúmen líquido desalojado.» Para demostrarle experimentalmente se hace uso de un cilindro de metal hueco, cuya capacidad interior es igual al volúmen de un cilindro macizo, éste se halla unido por un gancho á la parte inferior del cilindro hueco y todo el sistema está suspendido de uno de los platillos de una balanza que se llama hidrostática; (1) esta balanza no difiere de las ordinarias sinó en que tiene una rueda dentada y un torno dispuesto de modo que el operador puede elevar ó deprimir á su voluntad el tallo y los platillos. Para verificar la esperiencia se equilibran los dos cilindros colocando pesas en el otro platillo, despues se sumerge el cilindro macizo en el agua destilada, con lo que se alterará el equilibrio y para restablecerle de nuevo bastará llenar de agua el cilindro hueco, lo que comprobará el principio de que el cilindro macizo perdió una parte de su peso, igual al peso del volúmen líquido que desalojó. Este principio sirve para explicar una multitud de fenómenos mas ó menos notables que observamos muy á menudo; un cuerpo pesado se levanta con facilidad cuando está dentro del agua; la densidad del cuerpo humano es poco mayor que la del agua, por eso cuesta mucho trabajo andar dentro de este líquido por la poca presion que los pies ejercen so-

(1) La balanza hidrostática fué inventada por Galileo, quien demostró el principio de Arquímedes no solo esperimental sinó tambien analíticamente.

bre el fondo, mientras que con poquísimos esfuerzos se le puede hacer flotar en la superficie. Los cadáveres van al fondo, pero al cabo de algunos días suben á la superficie, porque la putrefacción desarrolla gases y estos hacen al cuerpo mas ligero.

Como consecuencia de este principio, todo cuerpo sumergido está sometido á dos fuerzas que actúan sobre él en sentido contrario, la una su peso que obra de arriba abajo y está aplicada á su centro de gravedad; la otra, que obra de abajo á arriba ó sea el empuje del líquido, la cual pasa por el centro de gravedad del volumen del líquido desalojado. Las condiciones del equilibrio en los cuerpos flotantes son dos: 1.^a Que el peso de estos sea igual ó menor al de la fuerza de presión que los líquidos ejercen sobre ellos de abajo á arriba. 2.^a Que las dos fuerzas referidas y contrarias actúen en una misma vertical. La situación del centro de presión de un líquido y el de gravedad de un cuerpo pueden presentarse: 1.^o Coincidiendo dichos centros, en cuyo caso el equilibrio será indiferente en la superficie del líquido. 2.^o El centro de gravedad debajo del de presión, en cuyo caso el equilibrio será estable. 3.^o El centro de gravedad sobre el centro de presión y entonces será inestable el equilibrio. Entiéndese por metacentro un punto ideal que se supone en el interior de los cuerpos, por el cual pasan siempre las verticales que corresponden al centro de presión ó centro de gravedad del agua desalojada por aquellos.

LECCION 16.

SUMARIO.

P^a R^c

Peso específico de los cuerpos.—Determinación del de los sólidos por la balanza hidrostática, por los areómetros y por el método del frasco.

23

Entiéndese por peso específico la relacion que existe entre el peso relativo de un cuerpo y el peso de un volúmen igual de otro cuerpo que se toma por término de comparacion; así si se dice que el peso específico del zinc es 7, este número espresa que en volúmen igual el zinc pesa 7 veces más que el agua destilada. Segun esta definicion, para calcular el peso específico de un cuerpo, basta determinar su peso y el de un volúmen de agua destilada igual al suyo, dividiendo despues el primero por el segundo y el cociente que resulte será el peso específico buscado, en el supuesto de haber tomado el agua por unidad.

Tres métodos se emplean para determinar el peso específico de los sólidos.—1.º Por la balanza hidrostática; por este método se pesa primero el cuerpo en el aire, despues se le suspende de uno de los platillos y se le pesa en el agua; la pérdida de peso que entonces experimenta es segun el principio de Arquímedes el peso de un volúmen de agua igual al del cuerpo; por consi-

guiente dividiendo el peso del cuerpo en el aire por la pérdida que experimenta en el agua, el cociente que resulta es el peso específico buscado.

2.º método: Por el areómetro de Nicholson, este aparato es un flotador que se compone de un cilindro hueco de metal terminado en su parte inferior por un cono lleno de plomo, con lo que se consigue que el aparato se conserve vertical y tenga equilibrio estable; en la parte superior el aparato se termina por un tallo metálico con una señal de enrase y un platillo superior destinado á colocar los cuerpos y las unidades de comparacion.

Esto supuesto se enrasa primero el aparato con unidades conocidas. Despues se le vuelve á enrasar colocando el cuerpo en el platillo superior, mas las unidades necesarias, y la diferencia entre estas y las primeras dará el peso del cuerpo en el aire. Enseguida se sumerge el cuerpo colocándole en el cono inferior y se enrasa de nuevo el aparato, con lo que el cuerpo habrá perdido una cantidad de su peso igual al peso del volúmen de agua desalojado, el cual estará representado por las unidades que han sido necesarias para enrasar el aparato; dividiendo pues el peso del cuerpo en el aire por el de un volúmen de agua igual al suyo, tendremos espresado en el cociente el peso específico buscado.

3.º Método del frasco que se emplea generalmente para los cuerpos en polvo: se hace uso de

un frasco de gollete ancho que puede cerrarse con tapon esmerilado; despues de haber pesado el cuerpo cuyo peso especifico se busca, se le sitúa en uno de los platillos de una balanza y al lado el frasco lleno de agua destilada, estableciendo el equilibrio por medio de perdigones colocados en el otro platillo; hecho esto se destapa el frasco y se introduce el cuerpo tapándole con cuidado para que no quede aire y se coloca de nuevo en la balanza, el equilibrio no existe ya porque el cuerpo hace salir una cantidad de agua del frasco, añadiendo pesos en el otro platillo, el número de ellos representa el peso de un volúmen de agua igual al del cuerpo, por lo tanto no resta mas que hacer la division como en los casos anteriores.

Las aplicaciones del peso especifico son muchas; en joyería sirve para distinguir las piedras preciosas, descubriendo los fraudes que pueden llevarse á cabo en la construcción de alhajas y objetos de adorno; sirve igualmente para determinar el peso de un cuerpo, conocido su volúmen, ó vice-versa, el volúmen del cuerpo, dado el peso: esto se verifica aplicando las dos reglas siguientes: para el peso de un cuerpo en gramos, se multiplica su peso especifico por el volúmen que tenga en centímetros cúbicos. Y para hallar el volúmen de un cuerpo en centímetros cúbicos, se divide su peso en gramos por su peso especifico.

PESOS ESPECÍFICOS DE ALGUNOS CUERPOS SÓLIDOS.

Acero.	7,81
Plata fundida.	10,47
Yeso.	2,31
Coral.	2,68
Cristal de roca.	2,65
Cobre fundido.	8,79
Diamante.. . . .	3,57
Esmeralda.	2,77
Estaño.. . . .	7,29
Hierro.. . . .	7,79
Marfil.	1,92
Laton.	8,39
Corcho.	0,24
Marmol.	2,84
Oro fundido.. . . .	19,26
Platino id.. . . .	21,15
Plomo.. . . .	11,35
Zinc.	6,86
Encina.	0,85

LECCION 17.

SUMARIO.

Pesos específicos de los líquidos.—Areómetros de volumen variable.

Palatin
El peso específico de los líquidos se determina por los mismos métodos que el de los sólidos. La balanza hidrostática sirve para este objeto suspendiendo de uno de los platillos un cuerpo

que se sumerje primero en el agua destilada y despues en el líquido propuesto, anotando las pérdidas que sufre en ambos líquidos, las cuales representan el peso de un mismo volúmen de los líquidos; dividiendo el del líquido por el del agua se obtiene el peso específico.

2.º Por el areómetro de Farenheit. Su forma es análoga á la del de Nicholson y es de vidrio para que pueda sumergirse en los líquidos ácidos: la operacion consiste en determinar con exactitud el peso del areómetro, sumergirle despues en el líquido cuyo peso específico quiera determinarse y añadir pesos hasta que enrase; el peso del areómetro mas las unidades de peso añadidas determinan el peso de un volúmen de líquido igual al volúmen sumergido del areómetro; ejecutando despues la misma operacion en el agua destilada se obtendrá el peso de otro volúmen igual de este líquido, y dividiendo el peso del primer volúmen por el del segundo se obtiene el peso específico.

Los areómetros de volúmen variable y peso constante se designan bajo el nombre de pesasales, pesa-ácidos, pesa-licores y no están destinados á determinar el peso específico de los líquidos, sinó á darnos á conocer el grado de concentracion de las disoluciones ácidas, salinas, etc. Los mas usados son el de Baumé y el de Gay-Lusac; este último conocido con el nombre de alcoómetro centesimal se emplea para determinar el volúmen del alcohol real que contiene un líquido espirituoso.

Para que puedan compararse entre si los diferentes areómetros. es decir, para que se sumerjan hasta la misma division en el mismo líquido, es preciso graduarles bajo unos mismos principios. El método que mas generalmente se adopta es el de Baumé y la graduacion varía segun se destinen á cuerpos mas densos que el agua ó á cuerpos menos densos; en el primer caso el 0° se encuentra en la estremidad superior del tubo y representa la inmersion en el agua pura; el otro punto de la escala es 15° y representa el enrase en una mezcla de agua y sal en una proporcion de 15%. Para los líquidos menos densos que el agua el 0° está en la raiz del tubo estrecho y el extremo superior de la escala se marca con el número 10° que representan el enrase en una disolucion de 10% de agua y sal.

En ambos casos la sensibilidad del areómetro aumenta cuanto mas estrecho es el tubo, si bien entonces tiene el inconveniente de ser más frágil y embarazoso en su manejo.

PESÓS ESPECÍFICOS DE ALGUNOS LÍQUIDOS.

Acido nítrico.	1,247
Acido sulfúrico.	1,841
Alcohol absoluto.	0,806
Agua de mar.	1,026
Agua destilada.	1.000
Esencia de trementina.	0,870
Aceite de olivo.	0,913
Leche.	1,030
Mercurio.	13,598

LECCION 18.

SUMARIO.

Hidrodinámica, ley de Torricelli.—Presion hidráulica, vena líquida, su contraccion, diferentes formas de las venas.—Gasto de un líquido, unidades para medirle.—Tubos adicionales.

Se dá el nombre de Hidrodinámica á la parte de la mecánica que considera á los líquidos en movimiento. El teorema fundamental de la Hidrodinámica, es debido á Torricelli y se espresa diciendo: «que la velocidad con que un líquido sale por un orificio es igual á la que adquiria un cuerpo grave cayendo libremente en el vacío desde una altura igual á la que tiene la superficie de nivel sobre el orificio.» Por consiguiente la velocidad de salida depende de la altura que el liquido tiene sobre el orificio, porque la presion es mayor cuanto más liquido haya que comprimir.

A la presion anterior que los líquidos ejercen cuando están en movimiento, se llama presion hidráulica. El liquido que sale por un orificio produce lo que se llama vena líquida, que es recta y vertical si se ha practicado en el fondo del vaso; tambien lo es si el orificio está en la parte superior saliendo entonces el líquido en

forma de surtidor; pero si el orificio se practica en pared lateral, entonces la vena forma una curva. La vena tiene varias porciones diversamente caracterizadas; una parte perfectamente unida, en la que parece que el líquido está sin movimiento y que parece una barra de vidrio; otra parte en la que este cilindro líquido se estrecha considerablemente reduciendo su diámetro y constituyendo lo que se llama contraccion de la vena; y por último otra tercera porcion en la que la vena se divide marcándose las gotas perceptiblemente. Esta constitucion es igual para todas las venas, bien sean triangulares, cuadrangulares, pentagonales ó cilindricas.

El gasto de un líquido es la cantidad que del mismo sale por un orificio en un tiempo dado: las unidades para medir el gasto del agua son dos, la pulgada de fontanero, que es la cantidad de agua que sale por un orificio de una pulgada francesa de diámetro con carga de una línea sobre el borde del orificio, dá en 24 horas 9.600 azumbres. Otra unidad de orificio igual al antiguo real de á ocho, con carga de una línea sobre el borde y produce en 24 horas 1.589 azumbres.

Llámanse tubos adicionales los que se colocan á las aberturas de salida para aumentar ó disminuir el gasto; los de forma cilíndrica aumentan el gasto hasta una tercera parte; los cónicos apoyados por la base mayor la aumentan mas; dos tubos cónicos opuestos dan el gasto mayor posible; pudiendo llegar á aumentarle

hasta cerca de vez y media la cantidad de agua que salga de la que saldria sin tubo.

LECCION 19.

SUMARIO.

Peso del aire, determinacion experimental— Presion atmosférica.

pa 26 El aire es un cuerpo pesado que ejerce como los líquidos presiones en todos sentidos; como los gases, goza también de una propiedad que no corresponde á los líquidos, y que es debida á la fuerza repulsiva de sus moléculas; esta propiedad es su expansibilidad, su fuerza elástica ó su tension. Se demuestra experimentalmente que el aire es pesado tomando un globo de vidrio provisto en su cuello de una llave de fuente, se pesa lleno de aire y despues se enrarece este gas por medio de la máquina neumática; volviendo á pesar de nuevo el globo se nota una disminucion de peso debida al aire estraído.

Se dá el nombre de atmósfera á la capa de aire y de vapores que envuelve á nuestro globo del cual forma parte integrante. El aire como todos los demás cuerpos está sometido á la accion de la gravedad, siendo esta accion la causa de la presion atmosférica. La presion atmosférica es considerable y se ejerce con la misma intensidad en todos sentidos. Las presiones que

el aire ejerce en todas direcciones se demuestran por varias esperiencias entre ellas las conocidas con el nombre de rompe-vegigas y hemisferios de Magdeburgo.

El rompe-vegigas consiste en un vaso de vidrio abierto por las dos estremidades; por la inferior se apoya sobre la platina de la máquina neumática y la superior se cierra por medio de una piel que se ata fuertemente por medio de una cuerda; mientras las presiones interna y esterna son iguales, la piel conserva una posicion plana y horizontal; mas si se enrarece el aire interior, la presion esterna predomina á la interna, la piel de plana que era, se hace cóncava y como esto se verifica á espensas de la materia de que está formada, llega un caso en que se rompe, produciendo la entrada del aire en el interior un ruido mas ó menos intenso.

Los hemisferios de Magdeburgo consisten en dos semi-esferas metálicas, huecas provistas de un tornillo que puede ajustarse á la máquina neumática y cuya comunicacion con el interior puede interceptarse por medio de una llave; mientras existe aire en el interior pueden separarse fácilmente las esferas, pero si se enrarece la separacion es muy dificil, necesitándose un esfuerzo considerable.

LECCION 20.

SUMARIO.

Barómetro.—Construcción del de cubeta.—Barómetro de sifon.—Modificaciones de forma.—Barómetros metálicos.—Aplicaciones.

Se llama barómetro un instrumento destinado á medir la presión atmosférica; en estos aparatos se mide generalmente esta presión por la altura de una columna de mercurio en un tubo de vidrio. Los barómetros se dividen en barómetros de cubeta, de sifon y de cuadrante, también se construyen sin mercurio y entonces forman el grupo de los barómetros metálicos. (1)

El barómetro de cubeta se compone de un tubo de vidrio recto; abierto por una estremidad y cerrado por la otra y de una longitud de 85 á 90 centímetros; para la construcción tanto de este barómetro como de los demás de mercurio, se toma este líquido porque siendo el más denso es el que presenta menos altura y además porque ni se volatiliza mucho ni moja los tubos. Se calienta el tubo para que se desprenda toda la humedad y se llena después de mercurio que se echa por pequeñas porciones, calentándole

(1) Créese que el barómetro fué inventado por Torricelli en el año de 1643, perfeccionándole después los físicos Pascal, Petit, Huygens y otros que hicieron interesantes esperiencias con este aparato.

hasta que hierva para desalojar todo el aire, despues se tapa con el dedo y la parte abierta del tubo se sumerje en mercurio puro contenido en un depósito ó capacidad llamada cubeta; separando el dedo descende el mercurio en el tubo, sosteniéndose dentro de él una columna que mide la presion atmosférica, la cual se cuenta en una escala dividida en centímetros y milímetros y cuyo cero se empieza á contar desde el nivel del mercurio en la cubeta; la parte del tubo que queda vacía del mercurio se llama cámara barométrica. Se dá el nombre de altura barométrica á la diferencia que hay entre el nivel del mercurio en el tubo y en la cubeta.

El barómetro de sifon consiste en un tubo encorvado en su parte inferior constituyendo dos ramas la una larga y cerrada y la otra corta, ancha y abierta que hace el oficio de cubeta.

La modificacion de Buntzen en los barómetros de cubeta se reduce á hacer esta de fondo móvil con objeto de contar el cero de la escala desde un mismo punto.

La de Gay-Lusac, en los de sifon, tiene por objeto hacerles mas portátiles impidiendo que el aire pueda penetrar en el interior.

Entre los barómetros metálicos merece mencion el debido á Bourdon, el cual está fundado en el principio de que un tubo doblado en espiral y de paredes flexibles se abre ó desdobra cuando se aumenta la presion contra las paredes interiores, y al contrario se cierra cuando se aumenta la presion exterior.

El barómetro se aplica para medir alturas, y como instrumento meteorológico para determinar las épocas de lluvia, viento, etc.

Como se mide
LECCION 21.

SUMARIO.

Ley de Mariotte.—Manómetros.—Valvulas de seguridad.

22 La ley relativa á la comprensibilidad de los gases espresada por primera vez por el fisico Mariotte se enuncia de este modo: «Los volúmenes de los gases comprimidos están en razon inversa de las presiones ejercidas.»

Esta ley se demuestra experimentalmente para el aire por medio del tubo Mariotte, cuyo aparato consiste en un tubo encorbado en forma de sifon de ramas desiguales, abierta la mayor y cerrada la mas corta; se coloca una pequeña cantidad de mercurio en el tubo de modo que su nivel se encuentre á la misma altura y añadiendo despues en la rama larga una columna de mercurio equivalente á la altura barométrica, el aire encerrado en la rama corta se reduce á la mitad de su volúmen; añadiendo una nueva columna se reduce á la tercera parte y asi sucesivamente, con lo que queda demostrada la ley.

De la ley de Mariotte se ha hecho una aplicacion importante á la medida de las presiones, empleándose con este objeto los aparatos que se llaman manómetros; los manómetros conocidos

son muchos, pero los mas importantes son el de aire libre, el de aire comprimido y los metálicos. El de aire libre se emplea para medir presiones poco superiores á tres ó cuatro atmósferas, y está formado por un tubo abierto por sus dos extremos, uno de ellos libre y el otro en comunicacion con una cubeta, á la cual está unido otro tubo que comunica con el depósito de los vapores; en el tubo se coloca mercurio, y si la presion es de una atmósfera, se coloca este líquido á nivel en ambas ramas; pero si el vapor ejerce mayor presion, se eleva el mercurio en la otra rama midiéndose aquella por la altura de la columna barométrica.—El manómetro de aire comprimido sirve para medir presiones mas elevadas; consiste en un tubo cerrado por el extremo superior y sumergido el inferior en una cubeta que contiene mercurio; el vapor se introduce en esta por un tubo lateral, y la presion producida hace subir el mercurio en el tubo comprimiendo el aire que contiene.—Por último, entre los manómetros metálicos merece especial mencion el construido por Bourdon y fundado en el mismo principio que su barómetro; consiste en un tubo de laton hueco arrollado en espiral, abierto en una estremidad que comunica con el depósito de los vapores, y cerrada la otra y terminada en una aguja; la presion del vapor, ejercida en el interior del tubo, le hace desarrollar mas ó menos y la aguja marca en un cuadrante puntos que indican la presion en atmósferas.

Tambien se mide á veces la fuerza expansiva de los vapores por medio de las válvulas de seguridad, las cuales consisten en una pieza cónica de metal que se adapta á un orificio de la misma figura; sobre dicha pieza se apoya una palanca de segundo género con un contrapeso que se eleva cuando el vapor ejerce una presion superior á la que ejerce dicha palanca.

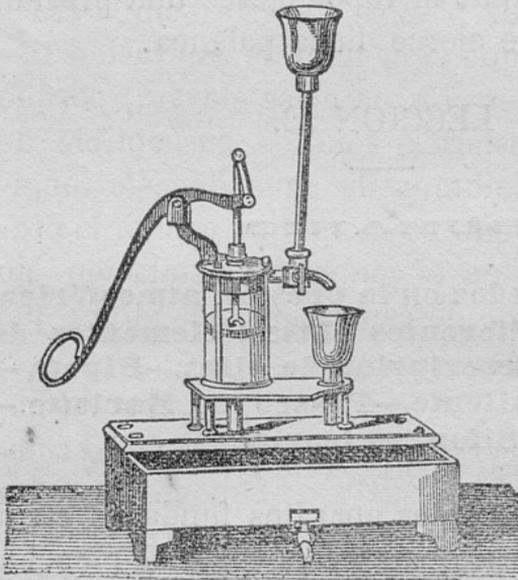
LECCION 22.

SUMARIO.

Aparatos fundados en la presion atmosférica; bombas, sus diferentes clases; elementos de que constan; descripcion de ellas.—Pipeta.—Fuente intermitente.—Frasco de Mariotte.—Sifon, su teoría.

Entre los diferentes aparatos fundados en la presion atmosférica, merecen especial mencion las bombas, que son aparatos destinados á poner en movimiento los líquidos y los gases siendo una de sus aplicaciones la de elevar el agua sobre su nivel; se dividen en aspirantes é impelentes, pudiendo ser tambien de las dos clases á la vez. En toda bomba hay que considerar sus elementos constitutivos que son los cuerpos de bomba, los émbolos y las válvulas; un cuerpo de bomba no es otra cosa mas que un tubo cilindrico hueco y de igual diámetro interior, dentro del cual puede moverse ajustando á frote fuerte un cilindro macizo ó perforado constituido gene-

ralmente por discos de cuero comprimidos entre dos chapas metálicas, y al cual se denomina émbolo. Las válvulas son elementos movibles de una pared cualquiera destinados á poner en comunicación dos espacios contiguos; pueden ser cónicas, esféricas y de charnela.

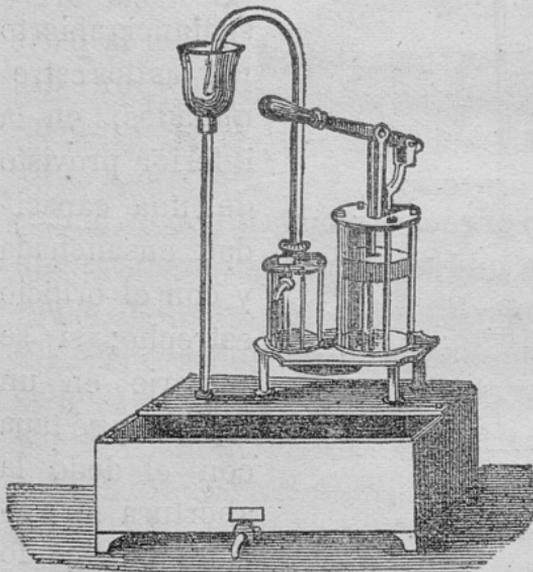


Bomba aspirante.

La bomba aspirante se compone de un cuerpo de bomba, dentro del cual se mueve un émbolo que lleva una válvula en su espesor, la cual se abre de abajo hácia arriba; en la parte inferior del cuerpo de bomba hay otro

tubo llamado de aspiracion y en la union de ambos tubos otra válvula que se abre en el mismo sentido que la anterior. Su teoría es sencilla; suponiendo el émbolo en la parte inferior, las dos válvulas están cerradas por su peso; elevándole por medio de una fuerza aplicada á su tallo, la válvula del cuerpo de bomba se abrirá; el aire contenido en el tubo penetrará en el cuerpo de bomba y la válvula del émbolo permanecerá cerrada por su peso y por la presion atmosférica;

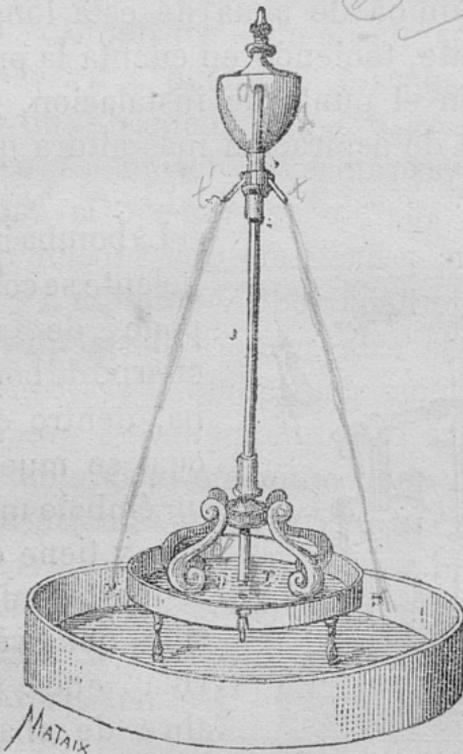
bajando enseguida el émbolo, la válvula inferior se cerrará por su peso, el aire comprimido por el émbolo abrirá la válvula de este y el aire se escapará al exterior, continuando de este modo llega el agua al cuerpo de bomba y ejecuta con las válvulas las mismas operaciones, saliendo el agua por un tubo lateral colocado en la parte alta del cuerpo de bomba. En esta bomba es fácil comprender que si el tubo de aspiracion tiene mas de 32 pies el agua no se elevará, porque la presion atmosférica solo es susceptible de equilibrar una columna de agua de esta longitud, por consiguiente, teniendo en cuenta la presion atmosférica en el punto de instalacion, no debe darse al tubo de aspiracion mas altura que la de 26 á 28 pies.



Bomba impenente.

La bomba impenente se compone de un cuerpo de bomba, dentro del cual se mueve un émbolo má-cizo y tiene en la parte inferior una válvula que se abre de abajo arriba; lateralmente hay otro tubo con otra válvula que se

abre de dentro afuera; todo el aparato está sumergido en el agua, y su teoría es semejante á la de la anterior. La aspirante é impelente es una reunion de los dos sistemas, y son las que generalmente se emplean en lugar de las impelentes por estar fuera del agua y tener mayor facilidad para reconocerlas. Las bombas de jardines, las de incendios y las de agotamientos de doble efecto pueden servir como tipo de las citadas.



Fuente intermitente.

Pipeta
La pipeta es un aparato fundado en la presión que ejerce el aire de abajo á arriba, consiste en un tubo de vidrio ó de otra sustancia abierto por las dos estremidades, en la inferior provisto de una capacidad ensanchada y con el orificio estrecho; si se sumerge en un líquido y se tapa con el dedo la abertura superior, el líquido

no se derrama, pero se derrama si se abre

aquella, en virtud de la presión que ejerce el aire. La pipeta es un aparato muy útil para trasladar líquidos en pequeñas cantidades; con el nombre de cata-licores se usa para sacar líquidos del fondo de las vasijas, como aceites, vinos ú otros.

La fuente intermitente y el frasco de Mariotte son aparatos fundados en el mismo principio que la pipeta; la primera explica el fenómeno de la intermitencia que presentan las fuentes naturales, y el segundo sirve para hacer salir un líquido del vaso que le contiene con una presión igual, de modo que es un aparato de nivel constante.

El sifon es un aparato destinado á trasvásar los líquidos de un vaso á otro; consiste en un tubo encorvado, cuyas ramas son desiguales; para hacer uso de este aparato se sumerge la rama corta en un líquido, y haciendo una succión por la otra, el líquido le llena todo y empieza á correr, continuando de esta manera hasta que la rama corta queda fuera del líquido. Para concebir cómo se verifica este fenómeno, es preciso notar que la fuerza que comprime el líquido en la rama corta es igual á la presión atmosférica, menos el peso de una columna líquida, cuya altura es la distancia desde el nivel del líquido á la curvatura del tubo, y la que solicita al líquido en la rama larga es el peso de la atmósfera menos el de una columna cuya altura es la longitud total de la rama larga, por lo tanto el líquido corre en virtud de la diferencia de estas dos presiones.

LECCION 23.

SUMARIO.

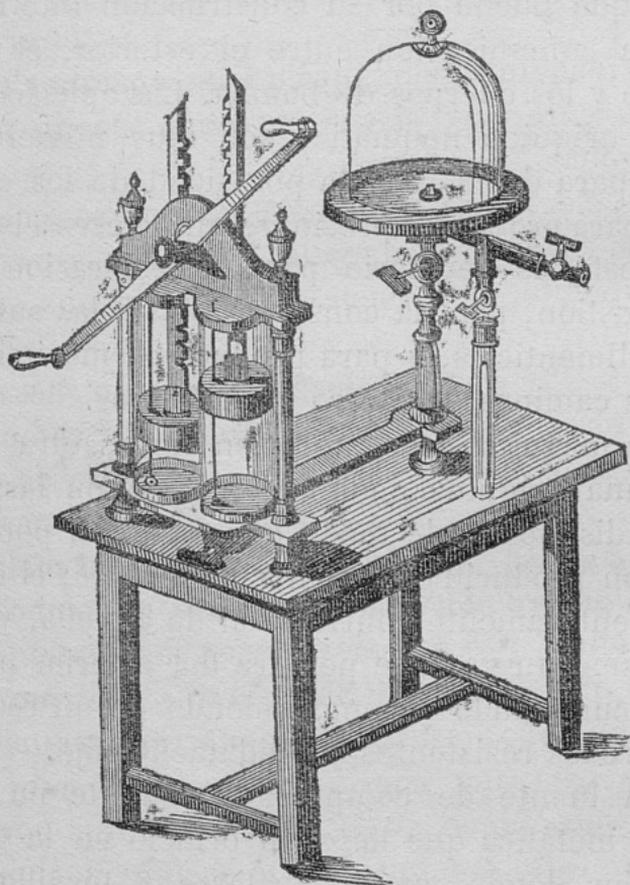
Máquina neumática, aplicaciones.—Máquina de compresion.—Fuente de compresion — Fuente de Herón.

La máquina neumática es un aparato destinado á enrarecer el gas contenido en un recipiente cualquiera. (1)

Los elementos principales de que se compone una máquina neumática son los siguientes: El recipiente, que puede consistir en una campana de vidrio llena de aire á la presión ordinaria de la atmósfera, colocada sobre un disco de vidrio plano que se llama platina; esta campana tiene sus bordes esmerilados con objeto de que ajusten bien é impida penetrar el aire exterior. Tiene además un cuerpo de bomba de metal ó vidrio, dentro del cual se mueve un émbolo á frote fuerte, este émbolo lleva en su espesor una válvula que se abre de abajo arriba. Por último, existe un tubo destinado á poner en comunicación la campana con el cuerpo de bomba, el cual lleva también en la estremidad que comunica con este otra válvula que se abre en el mismo sentido que la primera. Si el émbolo se eleva produce debajo de sí un vacío, el aire contenido

(1) Fué ideada por Otto de Gueric.

en el recipienté se dilata y abriendo la válvula del cuerpo de bomba penetra en este; mas al descender el émbolo, esta válvula se cierra y el aire comprimido en el cuerpo de bomba abre la válvula del émbolo y se lanza por ella al exterior; repitiendo varias veces la misma operacion, irá quedando cada vez mas enrarecido el



Máquina neumática.

aire en el recipiente. Esplicada tan sencillamente su teoría, la máquina neumática se dispone para las aplicaciones con dos cuerpos de bombas,

cuyos émbolos tienen los tallos dentados y engranan con una rueda que las dá movimiento alternativo de elevacion y depresion con objeto de hacer el enrarecimiento continuado y no intermitente, además lleva una proveta ó barómetro truncado que sirve para conocer el grado de enrarecimiento á que ha llegado el aire, y una llave que puede por su construccion interrumpir la comunicacion entre el exterior, el recipiente y los cuerpos de bomba. Las aplicaciones de la máquina neumática son muy numerosas; sirve para determinar la porosidad de los cuerpos, para probar las presiones que ejerce el aire, que este es necesario para la respiracion y la combustion, para la conservacion de las sustancias alimenticias, y para producir el movimiento en los caminos de hierro atmosféricos.

La máquina de compresion no es otra cosa que una máquina neumática, pero con las válvulas dispuestas de modo que se abran por una presión producida de arriba para abajo; el efecto es enteramente contrario al de aquella, y por lo mismo un gas que penetre del exterior podrá irse acumulando y comprimiendo en un recinto de paredes resistentes y sólidamente fijo.

La fuente de compresion consiste en una vasija metálica que lleva un orificio en la parte superior donde puede ajustarse á tornillo un tubo que entra hasta cerca del fondo; echando agua en la vasija de modo que no quede llena completamente é introduciendo aire por medio de una bomba de compresion, aquel se acumula

sobre la superficie del agua; si despues de quitar la bomba se abre la llave que lleva el tubo, la presion del aire comprimido sobre el líquido le hace salir produciendo un surtidor de tanta mayor elevacion quanto mayor sea la cantidad de aire introducida en el aparato.

La fuente de Herón está formada por tres vasos y tres tubos; el agua del vaso superior cae en el inferior, hace pasar el aire de este al vaso medio preliminarmente lleno de agua, y esta, comprimida por el aire que sube del inferior salta en forma de surtidor por un tubo central. Tanto este como los demás aparatos descritos en esta leccion, están fundados en la fuerza elástica del aire y en su compresibilidad.

LECCION 24.

SUMARIO.

Equilibrio de los cuerpos sumergidos en los gases.—Aerostacion.—Leyes de la salida de los gases de los depósitos que los contienen—Gásómetros, fuelles anemómetros.

El principio de Arquímedes, establecido para los líquidos, se esplica igualmente para los gases, sentando por principio que pierden de su peso un peso igual al peso del volúmen de aire, que desalojan; este principio para el aire se demuestra por medio del Baroscopo, cuyo aparato consiste en una pequeña balanza que, en vez de platillos, lleva dos esferas, una hueca y otra ma-

ciza, pero ambas del mismo peso; en el aire las dos están en equilibrio, pero si se coloca el aparato bajo un recipiente en la máquina neumática y se hace el vacío, este equilibrio se pierde pesando mas la esfera hueca, lo que indica que en realidad pesa mas que la maciza, porque en la máquina sufren las dos la misma presión y no obedecen mas que á la gravedad, y en el aire la hueca ^{perdida} de su peso.

Cuando un cuerpo está sumergido en el aire puede pesar mas que el volúmen que desaloje, en cuyo caso descenderá: si pesa tanto como el volúmen que desaloja entonces, ni descenderá ni se elevará; y si menos que el volúmen de aire que desaloja, se elevará en la atmósfera con una fuerza ascensional que será igual á la diferencia entre el peso de ambos volúmenes. En este último caso está fundado el arte de elevar los globos aereostáticos ó la Aereostacion.

Los globos son aparatos formados de una tela ligera, resistente é impermeable, su forma es esferoidal y van llenos de gas hidrógeno ó gas del alumbrado que son menos pesados que el aire, y por lo tanto se elevan en la atmósfera. En la parte superior del globo hay una válvula destinada á dejar escapar el gas, con lo que se consigue descender en la atmósfera. El aereonauta debe llevar una pieza de tela plegada en forma de paraguas que se llama paracaidas, una ancla y algunos otros aparatos de seguridad para saber cuando se eleva ó descende.

Los gases, lo mismo que los líquidos, están

sujetos á las mismas leyes respecto á la salida por orificios practicados en las paredes de las vasijas que los contienen; así es que un gas contenido en un vaso sale por un orificio si la presión interior es mayor que la exterior, permanece como cerrado si ambas son iguales y penetrará el aire del exterior si este ejerce mas presión que el gas. En la salida de los gases se estudia la vena gaseosa, perceptible para los que son incoloros, por cuerpos muy ligeros coloreados que se hacen flotar en los gases, y en estos, como en los líquidos, se estudia la contracción de la vena.

Los gasómetros son aparatos destinados á producir una salida constante en los gases, su construcción es sencilla y se funda en el principio de poder ejercer una presión constante sobre el gas, ó en desalojar volúmenes iguales en tiempos iguales.

Entre los diferentes aparatos con que el aire puede ponerse en movimiento existen los fuelles y los ventiladores, los primeros para aumentar la velocidad de la salida del aire, pudiendo ser simples y dobles según se quiera que la salida sea intermitente ó continua; y los segundos destinados á ventilar las minas y habitaciones y á aventar los granos, etc. La determinación de la velocidad del viento se hace por medio de los aparatos llamados anemómetros; los mas sencillos son el de Lind y el de Combes, cuyo movimiento es muy fácil para que una pequeña fuerza le produzca.

El aire se emplea como motor en los molinos de viento, que tanta aceptación y uso tienen en algunas comarcas para moler los granos, aserrar madera y extraer el aceite de los frutos oleaginosos; igualmente y cuando está en movimiento constituyendo los vientos sirve en la navegación para impulsar los buques de vela por medio de grandes trozos de lona de forma y disposición distinta á las que se conocen con el nombre de velas.

LECCION 25.

SUMARIO.

Equilibrio molecular en los cuerpos sólidos.
— Resistencia molecular. — Cristalización. —
Capilaridad, endosmosis y esosmosis.

Las moléculas de los cuerpos sólidos se encuentran en equilibrio estable porque cuando se hace manifiesta en ellos la propiedad de la elasticidad, vuelven con prontitud á su primitiva posición, recobrando los cuerpos su primitiva forma y volúmen, lo que no sucedería si no se admitiese este equilibrio.

Siempre que á un cuerpo sólido se aplica un esfuerzo para romperle ó dividirlo opone una resistencia proporcional al número de moléculas que hayan de separarse y por lo mismo se la llama resistencia molecular.

La cristalización es el resultado de una ope-

racion por la cual las moléculas de los cuerpos líquidos ó aeriformes se aproximan para dar origen á un sólido regular llamado cristal. La cristalización artificial puede obtenerse por dos procedimientos distintos; por la via seca y por la via húmeda, ó sea por fusion y disolucion; el azufre y el bismuto se cristalizan por el primer procedimiento, el alumbre, el sulfato de hierro, el de cobre, etc., por el de segundo.

Se dá el nombre de capilaridad á los diferentes fenómenos de elevacion y depresion que presentan los líquidos cuando están contenidos en tubos de pequeño diámetro. Estos fenómenos son producidos por una atraccion ó una repulsion entre las moléculas del sólido y del líquido que las producen, estudiados detenidamente estos fenómenos han dado origen á las leyes siguientes de la capilaridad.

1.^a Las elevaciones ó depresiones están en razon inversa de los diámetros de los tubos.

2.^a Varian de un líquido á otros.

3.^a Disminuyen cuando la temperatura del líquido aumenta.

4.^a Son independientes de la naturaleza de los tubos y del espesor de sus paredes.

La capilaridad es la causa de muchos fenómenos que se observan con frecuencia.

Una aguja de coser engrasada flota sobre el agua porque el líquido no la moja: varios insectos se sostienen sobre el mismo líquido por igual causa; las mechas de los quinqués y lámparas ordinarias hacen subir el aceite y demás

líquidos combustibles hasta el punto donde arden porque se forman tubos capilares entre los filamentos de las mechas; el azúcar, la madera y otros cuerpos elevan también los líquidos porque sus poros forman iguales tubos.

Las palabras endosmosis y esosmosis que significan corriente entrante y corriente saliente, designan un fenómeno que tiene lugar cuando dos líquidos de diferentes densidades se encuentran separados por un cuerpo delgado y poroso; el agua azucarada y el agua pura separadas por una membrana ó piel dan origen á dichos fenómenos.

LECCION 26.

SUMARIO.

Movimiento ondulatorio en los cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos.—Acústica, sonido, su reproduccion y propagacion: leyes de trasmision del sonido, velocidad del sonido, reflexion.

La vuelta de los cuerpos elásticos á su forma natural se hace casi siempre con circunstancias notables; cada elemento material del cuerpo describe al derredor de su posicion inicial una série de curvas variables con gran velocidad y cuya amplitud disminuye rápidamente, propagándose este movimiento á los cuerpos cercanos; á este fenómeno se le ha dado el nombre de movimiento ondulatorio. Este movimiento es perceptible en

los sólidos siempre que se agita un cuerpo rígido prolongado y fijo por uno de sus extremos, como cuando se golpea una campana, ó cuando se separa una cuerda, tendida entre dos puntos fijos, de su posición de equilibrio. En los líquidos es notable este fenómeno cuando en medio de su masa se deja caer un cuerpo pesado; entonces en el punto del choque y á su alrededor se forma una serie de movimientos circulares conocidos con el nombre de olas ú ondas. En los gases el movimiento ondulatorio se propaga como en las masas líquidas, con la diferencia de no verificarse en superficies planas y circulares, sinó en esferas regulares y concéntricas. Las ondulaciones pueden ser progresivas y estacionales y también longitudinales y transversales.

La acústica es la ciencia que trata del sonido, de su producción y propagación. Sonido es el efecto producido por la vibración regular de un cuerpo: y es producido generalmente por el movimiento de las moléculas de un cuerpo elástico cuando recobran su posición primitiva después de haber sido separadas de ella por una causa cualquiera.

El sonido necesita indispensablemente un medio ponderable para propagarse, es decir, un cuerpo cuyas moléculas se pongan en vibración por el movimiento del cuerpo que produce el sonido, por lo tanto cuanto más denso es el medio que le propaga tanto mayor es la intensidad de propagación. Por esa razón se propaga también por el intermedio de los sólidos y líquidos,

aun cuando su vehículo natural es el aire y lo hace con mas rapidez porque su elasticidad es mas considerable. Un sonido musical es una continuacion de sonidos percibidos por el oido, produciendo en él una sensacion agradable, se distinguen en él tres cualidades diferentes que son: la intensidad, el timbre y el tono: la intensidad depende de la amplitud de las vibraciones, el timbre, del cuerpo que le produce, de su forma, del modo de hacerle vibrar y de las circunstancias del cuerpo mismo: el tono resulta del mayor ó menor número de vibraciones en un tiempo dado.

Las leyes de la trasmision del sonido son cinco:

1.^a Todo sonido cualquiera que sea su intensidad, timbre y tono, se propaga con la misma velocidad en la atmósfera.

2.^a La intensidad del sonido decrece cuando el aire se enrarece.

3.^a El sonido se trasmite por los líquidos con una velocidad cuatro veces mayor que en el aire.

4.^a La velocidad de trasmision en los sólidos es mucho mayor que en los líquidos.

5.^a Establecido el movimiento ondulatorio en el aire se forman esferas concéntricas al rededor del primer impulso y la intensidad decrece en razon inversa de los cuadrados de las distancias.

La velocidad del sonido varía con los diferentes gases que sirven para transmitirle; en el aire recorre 340 metros por segundo. Siempre que las ondas sonoras chocan con un cuerpo que

intercepta su propagacion se reflejan como los cuerpos elásticos, dando origen á las leyes siguientes:

1.^a El ángulo de incidencia es igual al de reflexion.

2.^a La direccion del sonido en su incidencia, la direccion que toma despues de reflejado y la normal, son líneas rectas que se encuentran en un mismo plano perpendicular á la superficie reflectante. En el principio y las leyes de la reflexion del sonido estriva la aplicacion de los ecos y resonancias.

LECCION 27.

SUMARIO.

De la música; escala música, acorde, unison.

—Vibracion de cuerdas.—Vibracion de placas.

—Organo del oido, idem de la voz.

Las sensaciones resultantes de dos ó mas sonidos producidos simultáneamente originan en el alma placer ó dolor, alegría ó tristeza, produciendo una combinacion infinita y variada de sonidos armoniosos que forman un lenguaje especial al que se ha dado el nombre de música. Dos sonidos están al unison cuando les producen cuerpos que hacen el mismo número de vibraciones en iguales tiempos, y acordes cuando son producidos por un número de vibraciones múltiplo uno de otro, por ejemplo, el uno por doble ó triple número que el otro. La escala

musical está formada por una série de sonidos que disminuyen ó aumentan su gravedad en intervalos determinados; dándose á cada uno de estos sonidos los nombres de *Do, Re, Mi, Fa. Sol, La, Si*, que vuelven á repetirse.

Siempre que una cuerda tendida horizontalmente se separa de su posicion de equilibrio produce vibraciones para volver á ocupar su primitiva posicion; el número de estas vibraciones se halla en razon inversa de la longitud de la cuerda, de su grueso, de la raiz cuadrada del peso que la tiende. Al vibrar las cuerdas se observan en ellas ciertos puntos en los que las vibraciones son muy poco sensibles y se les dá el nombre de nodos, para distinguirles de los vientres que son los espacios intermedios entre aquellos puntos.

Si en lugar de una cuerda se fija una placa por su centro ó por uno de sus extremos y se la hace vibrar pasando un arco de cerda por su borde se observa que en placas idénticas en todo menos en el grueso, el número de vibraciones está en razon inversa de este grueso y tambien se hallan en razon inversa de la extension superficial. Del mismo modo que en las cuerdas existen puntos nodales, que pueden variarse caprichosa é indefinidamente segun la naturaleza del cuerpo, la gravedad del sonido, el modo de producirle, etc.

Todos los instrumentos músicos están fundados en estas propiedades, así el violin, guitarra, viola, arpa, piano, violoncello y contra-

bajo están fundados en la vibración de las cuerdas y la pandera, tambor, lira y timbales en la vibración de placas metálicas ú orgánicas. También existen otros fundados en la vibración del aire dentro de tubos sonoros como el fagot, flauta y otros que se llaman instrumentos de boca, siéndolo de lengüeta el acordeon, concertina, oboe y corno inglés.

El órgano del oído se compone en la parte exterior de una membrana llamada pabellon, y ésta se encuentra unida á un conducto que entra en la cabeza llamado conducto auditivo, cerrado en la parte interior por la membrana del tímpano; el oído medio le forman la caja del tímpano que comunica con la garganta por medio de la trompa de Eustaquio, por la cual se llena de aire; en ésta caja en la parte opuesta á la abertura del conducto auditivo hay dos aberturas, una llamada ventana oval y la otra redonda por su forma; entre la abertura del tímpano y la ventana oval, hay una cadenita de huesecitos; dentro de la abertura redonda empieza el oído interno formado por el caracol y los tres conductos semicirculares, llenos todos de un líquido que se llama la linfa de Cotugni, donde flota el nervio acústico. El pabellon está destinado á recoger las ondas sonoras y dirigirlas al conducto auditivo; cuando aquellas llegan al tímpano le hacen vibrar, y estas vibraciones se comunican por la cadena de huesecitos, por el aire que llena la caja del tímpano y por todo el aparato á la ventana redonda en donde á su vez

vibra el líquido gelatinoso contenido en el caracol y en los conductos semicirculares, comunicándose estas vibraciones al nervio acústico que las trasmite al cerebro, produciendo en él la sensación.

La voz se produce por el aire que saliendo de los pulmones pasa á la laringe, la cual es el sitio de la producción, la parte de la laringe en la que el sonido se produce son las cuerdas vocales, las cuales hacen el oficio de lengüetas vibrantes como en los instrumentos músicos. Las condiciones particulares de las varias partes del órgano de la voz producen la diferencia que se observa en los individuos, ya en su edad, sexo y estado; un niño tiene la voz atiplada, en la pubertad se convierte en bronca y áspera y así en otros casos.

LECCION 28.

SUMARIO.

Idea general de los fluidos imponderables y particularmente del calórico—Temperatura, modo de medirla—Termómetro en general, contracción del de mercurio.

Además de los tres estados, sólido, líquido y gaseoso que hemos estudiado en los cuerpos, puede adquirir la materia otro estado especial de extrema divisibilidad, al que se ha dado el nombre de estado cósmico, el cual produce fuer-

zas á las que se ha denominado por su importancia, con el nombre genérico de agentes de la naturaleza; estos agentes son inseparables de los cuerpos ponderables ya estudiados, y producen en ellos modificaciones importantes, bien en su forma ó bien en su esencia. Estos agentes ó fluidos imponderables, son: el calórico, la luz, el magnetismo y la electricidad: algunos físicos les reducen á tres y no falta quien admite uno solo, sosteniendo que los cuatro ya enunciados son manifestaciones diferentes de una misma fuerza, porque los unos nacen de los otros y cada fuerza de la naturaleza puede trasformarse en todas las demás.

Se dá el nombre de calórico á un fluido elástico, imponderable é incoercible, cuya principal propiedad es la de separar ó desunir las moléculas de los cuerpos contrariando en ellos la fuerza de cohesion.

Tanto este fluido como los demás que se llaman imponderables, difieren esencialmente de los demás cuerpos en que aquellos no tienen la propiedad de la impenetrabilidad y no ha podido demostrarse que sean pesados. Dos son las principales hipótesis que se han formado para explicar los fenómenos del calórico, la que se llama de la emision y de las ondulaciones; la primera consiste en suponer un fluido material cuyas moléculas se hallan en un estado de repulsion, teniendo además este fluido la propiedad de pasar de un cuerpo á otro que tenga menos calórico. La segunda hipótesis supone

que el calórico se produce por un movimiento vibratorio de las moléculas de los cuerpos, las cuales se trasmiten á las demás por las ondulaciones que se producen en un fluido sutil y elástico llamado éter; esta última es la que mas aceptación tiene en el dia y la que parece mas cierta.

La temperatura de un cuerpo es la relacion de su estado de calórico con el que tiene el medio donde se halla colocado.]

Los fenómenos producidos en los cuerpos por la intervencion del calórico se refieren á tres categorías:

1.º Cambios de volúmen ó sean dilataciones y contracciones.

2.º Cambios de estado, ó sea paso del estado sólido al de líquido y de este al de gas y viceversa.

3.º Trasmision del calórico de un cuerpo á otro á través del espacio que los separa, ó sea la radiacion.

Antes de dar á conocer los hechos que se refieren á estos diferentes fenómenos, es necesario conocer la construccion y uso de los aparatos que sirven para medir las temperaturas y sus variaciones; estos aparatos son los termómetros. (1)

(1) Cuatro filósofos se han disputado el honor de la invencion de este aparato, pero diferentes sábios han designado á Cornelio Debbel, holandes, como verdadero inventor del termómetro á principios del siglo XVII, perfeccionándole despues Newton y Farenheit.

Estos instrumentos reconocen por principio fundamental de construcción la propiedad que posee el calórico de dilatar todos los cuerpos. Los termómetros se construyen con cuerpos sólidos, líquidos ó gaseosos; los líquidos son los que están mas en uso; en su construcción se pueden emplear líquidos de diferentes especies, pero se dá preferencia al mercurio.

1.º Porque no moja los tubos.

2.º Porque antes de la ebullición sufre una temperatura mucho mas alta que los otros líquidos.

3.º Porque siendo mejor conductor del calórico se establece mas pronto el equilibrio de temperatura.

4.º Porque las irregularidades en su dilatación se compensan sensiblemente con las variaciones correspondientes al tubo de vidrio.

Para construir un termómetro es menester elegir un tubo capilar, recto y perfectamente cilindrico, á fin de que cada división de las que en él se hagan tenga la misma capacidad; este tubo se termina por un depósito de forma varia y despues se introduce el mercurio, teniendo cuidado de no dejar nada de aire en su interior. Mas como es imposible introducir en el tubo el mercurio por ser aquel tan estrecho, se calienta el depósito para dilatar el aire que contiene y hacerle salir, y enseguida se sumerge la extremidad abierta del tubo en mercurio puro, seco y caliente, y á medida que el tubo se enfria, el mercurio penetra en él, en virtud de la presión

atmosférica, repitiendo esta operacion hasta que el tubo se llena. Lleno así el tubo, se calienta el mercurio para que salga una cantidad de este metal y quede un espacio donde pueda moverse la columna; verificado esto, se dilata de nuevo el mercurio y se cierra el tubo por medio de una lámpara.

Se gradúa el termómetro tomando dos puntos fijos, el del hielo fundente y el vapor del agua hirviendo. Para marcar estos dos términos se sumerge desde luego el instrumento en el hielo fundente y allí se tiene hasta que el equilibrio de temperatura esté bien establecido, y se marca con una rayita ese punto. Enseguida se sumerge el tubo en el vapor del agua hirviendo, señalando con una nueva raya el paraje donde el mercurio queda estacionario; en estos dos puntos extremos se marcan cero y 80 para el termómetro de Reamur; cero y 100 para el de Celsio, y para el de Farenheit se marcan 32 por bajo del cero y 180 en el agua hirviendo, resultando las escalas divididas en 80, 100 y 242 partes respectivamente; cada una de estas divisiones se llama un grado, siendo positivos los que se cuentan por encima del cero y negativos los que se cuentan por debajo.

LECCION 29.

SUMARIO.

Comparacion de las escalas de los diferentes termómetros.—Termómetros de máxima y de mínima.—Termóscopos y pirómetros.

Es sumamente fácil pasar de una escala termométrica á otra, comparando sus respectivas divisiones, así para reducir grados centígrados á los de Reaumur, diríamos: número de grados en que se halla dividida la escala de Celsio, es el número de grados en que está dividida la de Reaumur, como número de grados centígrados que deseamos reducir, es al cuarto término desconocido; este término seria como en toda proporción igual al producto de los dos medios dividido por el extremo conocido.

Tambien se pueden convertir de una manera abreviada los grados de Celsio á Reaumur, multiplicándoles por $\frac{4}{5}$ y los de Reaumur á centígrados multiplicándoles por $\frac{5}{4}$.

Para convertir los de Farenheit en grados centígrados se restan primero 32 y despues se multiplican por $\frac{5}{9}$. Y así sucesivamente invirtiendo las relaciones cuando la reduccion es de centígrado á Reaumur ó de este á Farenheit.

Estas abreviaciones están fundadas en la simplificación que puede hacerse en las proporciones indicadas anteriormente.

Con el objeto de poder observar la mayor ó menor temperatura de un recinto y en un tiempo dado, se han construido aparatos que se han denominado termómetros de máxima y mínima temperatura. El de máxima consiste en un tubo termométrico situado horizontalmente; delante de la columna de mercurio contenido en él se coloca un pequeño cilindro de hierro; cuando el mercurio se dilata el índice es impelido hácia adelante y cuando el mercurio se contrae el índice permanece estacionario; por manera que la estremidad posterior indica el mayor grado de temperatura á que llegó el mercurio.

El de mínima consiste en un termómetro tambien horizontal pero de alcohol coloreado, dentro de cuya columna se halla sumergido un índice de esmalte; si el alcohol se contrae lleva consigo hácia el depósito al índice y si despues se dilata, el índice permanece fijo, por lo que su estremidad opuesta al receptáculo determina el mayor grado de contraccion y por lo mismo la menor temperatura.

El termóscopo es un aparato muy sensible y muy á propósito para indicar los mas pequeños grados de calórico acumulados en un punto: es debido á Rumford y consiste en un tubo de vidrio dos veces encorvado y terminado en dos esferas llenas de aire, encierra además una gota de ácido sulfúrico ó de alcohol coloreado. Si las dos

están igualmente calientes, el aire tiene el mismo grado de elasticidad y el índice queda estacionario; mas si una de ellas tiene mayor temperatura, el aire se dilata y empuja hácia la otra al referido índice. Leslié ha inventado un aparato semejante que se llama termómetro diferencial.

Se llaman pirómetros unos instrumentos destinados á medir los grados mas elevados de temperatura; los hay de muchas especies, pero quizá ninguno llena el objeto á que se les destina.

El mas comun es el de Weddwod; está fundado en la propiedad que tiene la arcilla de sufrir una contraccion permanente, tanto mas pronunciada cuanto es mas elevada la temperatura á que se la somete. Se introducen en los hornos cuya temperatura se desea determinar pequeños cilindros de arcilla contruidos sobre un mismo molde; al cabo de algun tiempo, se les retira y se les hace resbalar en el intérvalo que dejan entre sí dos reglas graduadas, fijas sobre una placa metálica bajo un ángulo determinado. El punto donde se detiene el cilindro de arcilla hace conocer con aproximacion la temperatura del horno. El cero de este pirómetro equivale á 500 centígrados y cada una de las divisiones ó grados parciales representa 72° del termómetro centígrado.

LECCION 30.

SUMARIO.

Dilatacion de los cuerpos sólidos: coeficiente de dilatacion; aplicaciones de la dilatacion de sólidos.—Dilatacion de los cuerpos líquidos: su coeficiente de dilatacion.—Dilatacion de los cuerpos gaseosos: máximum de densidad de los cuerpos.

Todos los cuerpos aumentan de volúmen cuando se les calienta, y se contraen si se les enfria; esta es una ley general de la naturaleza, pero las diversas sustancias tomadas bajo el mismo volúmen inicial se dilatan cantidades muy diferentes cuando su temperatura varia un mismo número de grados, por ejemplo, una barra de hierro de diez metros de longitud aumenta esta en doce milímetros cuando pasa de cero á 100, y una barra de plomo de la misma longitud situada en idénticas condiciones se prolonga 28 milímetros.

Se dá el nombre de coeficiente de dilatacion al aumento que sufre la unidad de volúmen, cuando se eleva su temperatura de 0° á 1° centígrado. Si se eleva la temperatura de un cuerpo sólido se dilata á la vez en todos sentidos, y si es homogéneo conserva despues de la dilatacion una forma semejante á la que tenia cuando se empezó á calentar. Sin embargo, puede ha-

ber necesidad de conocer la dilatacion del cuerpo ya en un sentido solamente, es decir, su aumento de longitud ó la dilatacion lineal, ya el aumento de su superficie ó la dilatacion superficial ó ya la variabilidad total de su volúmen ó sea la dilatacion cúbica. Basta determinar experimentalmente el coeficiente de dilatacion lineal para deducir experimentalmente los otros dos.

El coeficiente de dilatacion de los sólidos se determina por medio de un procedimiento empleado por los físicos Lavoisier y Laplace, cuyo principio teórico estriba en la experiencia siguiente: si se coloca una barra metálica horizontalmente sobre un semicilindrico lleno de espíritu de vino y se fija fuertemente en uno de sus extremos, por medio de un tornillo, haciendo que el otro que queda libre se apoye sobre la estremidad de una palanca angular móvil al rededor de un eje que sirve de centro á un cuadrante, y en esta posicion se inflama el espíritu de vino; la barra metálica se calienta y la prolongacion se hace perceptible, marcándose en el cuadrante por una desviacion de la palanca. Las aplicaciones de la dilatacion de los cuerpos sólidos son muy numerosas; por su medio pueden ejercerse grandes presiones; se construyen termómetros metálicos fundados en la desigual dilatacion de los metales y se compensan los péndulos de los relojes impidiéndose por este medio el adelanto ó retraso que sufren cuando varía la temperatura.

Los líquidos son todos desigualmente dilata-



pag 2
42

bles; á medida que se calienta un líquido disminuye la fuerza de cohesion de sus moléculas y opone menos resistencia á la expansion que produce el calórico. Así es, que, á diversas temperaturas la adicion de un grado de calórico no ocasiona el mismo grado de dilatacion. Quanto mas se acerca un líquido al término de la ebullicion, mayor es la dilatacion que experimenta por la adicion de un grado de calórico. El procedimiento mas sencillo para determinar el coeficiente de dilatacion de los líquidos consiste en tomar un vaso terminado por un pequeño embudo que lleva una señal de enrase, se llena del líquido cuyo coeficiente se desea determinar y se [pone á la temperatura de 0° ; se eleva despues la temperatura á 100° y se separa la cantidad del líquido que por la dilatacion hubiese pasado de la marca, se vuelve á pesar y la diferencia del primero y segundo peso determina el valor de la dilatacion.

Los gases se dilatan todos igualmente y su dilatacion es uniforme é igual para cada grado del termómetro, lo que procede de que siendo una nula en estos cuerpos la fuerza de cohesion nada puede contrariar la fuerza clásica del calórico.

Variando como varia el volúmen de los cuerpos segun su temperatura, resulta que su densidad es tambien variable. En los sólidos el máximun de densidad se halla en el mayor frio que podemos producir. En los líquidos que pueden solidificarse el máximun de densidad se encuen-

tra algunos grados mas abajo del punto de solidificacion; el agua sin embargo llega á este máximun á 40° sobre cero y si se la enfria mas aumenta de volúmen, lo que proviene de que las moléculas que tienen una tendencia á reunirse en masa sólida, se colocan de manera que hay mayor grado de separacion entre ellas.

La densidad de un gas, ó su peso específico, es la relacion que existe entre el peso de un volúmen de este gas y el de otro volúmen igual de aire, con tal que los dos estén á 0° de temperatura y á 0,76^m de presion. Por lo tanto para determinar la densidad de un gas, es preciso conocer el peso de un volúmen de este gas con las condiciones antedichas de temperatura y presion y despues el de un volúmen igual de aire en idénticas condiciones, convirtiendo el primer peso por el segundo.

LECCION 31.

P 48

SUMARIO.

Cambio de estado de los cuerpos, fusion.—Solidificacion; mezclas frigoríficas.—Evaporacion, vapores en el vacío, caracteres diferenciales entre los vapores y los gases.

Graduando la accion de un calórico sobre un cuerpo se le hace pasar segun se quiera por uno de los tres estados en que se nos puede presentar la materia. Calentando suficientemente un

sólido se convierte en líquido. Calentando un líquido se convierte en vapor. Enfriando suficientemente este vapor se convierte en líquido, y sometiendo este cuerpo á un enfriamiento dado se convierte en sólido. Estas mutaciones ó transformaciones reciben el nombre de cambios de estado de los cuerpos.

El cambio de estado de un cuerpo sólido á líquido se llama fusion. Cada cuerpo se funde á una temperatura dada é invariable que se llama su punto de fusion. Este punto de fusion da en algunos casos un caracter tal que permite reconocer la pureza de una sustancia. Todos los cuerpos presentan diferencias muy notables considerados bajo el punto de vista de su fusion; asi es que comparando sus diversos puntos de fusion casi puede recorrerse toda la escala termométrica. Conviene tener presente que hay cuerpos que hasta ahora no han podido ser fundidos, porque se descomponen en lugar de fundirse, tales son el carbonato de cal, la celulosa, etc.

La temperatura de un cuerpo que se funde permanece invariable cualquiera que sea la temperatura del foco de calórico en medio del cual se halla situado; si la cantidad de calórico que el cuerpo recibe es mayor en un tiempo dado, su fusion es mas pronta pero su temperatura no aumenta mas. El calórico pues del foco se emplea en efectuar un trabajo molecular cuyo resultado es la disgregacion del cuerpo sólido. Se dá á este calórico el nombre de calórico latente,

para distinguirla del calórico sensible que es el que determina la temperatura de un cuerpo haciéndola sensible al termómetro cuando este aparato está en su masa.

TEMPERATURA DE FUSIÓN DE ALGUNOS CUERPOS.

CUERPOS.	Grados á que se funden.
Mercurio.	—40°
Hielo.. . . .	0°
Sebo.. . . .	33°
Cera.. . . .	63°
Azufre.	111°
Estaño.	228°
Bismuto.. . . .	264°
Plomo.	335°
Zinc.	500°
Hierro.	950° (se reblandece).
Cobre.	calor rojo.
Plata.. . . .	1000°

La solidificación es el paso del estado líquido al estado sólido.

Un líquido sometido á una temperatura decreciente se contrae mas y mas, llegando un momento en que el enfriamiento se hace tal que el cuerpo se solidifica bruscamente, se puede asegurar que con un frio de suficiente intensidad todos los líquidos son susceptibles de congelarse; sin embargo, aun existen algunos que se han re-

sistido á los frios mas grandes que han podido producirse; tal es el alcohol y el ether que se hacen solamente viscosos á temperaturas próximas á 100° bajo cero. Cada cuerpo se solidifica á una temperatura determinada que es la misma que la de su fusion. En general un líquido al solidificarse se contrae, pero hay escepciones y entre ellas debe notarse el aumento de volúmen que toma el agua cuando se congela, á cuya causa son debidas las roturas que experimentan las vasijas, las piedras porosas y los mismos vegetales. La absorcion del calórico en el momento de la fusion ó de la disolucion de un cuerpo sólido, se ha utilizado para producir frios muy intensos por el concurso de la mezcla de algunos cuerpos; á estas mezclas se dá el nombre de mezclas frigoríficas, y con ellas puede hacerse descender la temperatura de una manera muy variable, segun la cantidad y clase de los cuerpos mezclados, como puede observarse en la siguiente tabla.

Las aplicaciones de la fusion y solidificacion son innumerables; por ellas en los altos hornos se dan formas diversas á una multitud de objetos que se emplean en las artes, oficios é industria, porque haciendo moldes huecos de barro y llenándoles de metal fundido, se obtiene en relieve el objeto que quiere reproducirse.

MEZCLAS FRIGORICAS.

CUERPOS que se mezclan.	Cantidad en peso	TEMPERATURA QUE PRODUCEN.
Acido clorhídrico . .	5	} De + 10° á — 17°
Sulfato de sosa. . . .	8	
Sal comun.	1	} De + 10° á — 18°
Nieve ó hielo.	2	
Acido nítrico diluido.	2	} De + 10° á — 19°
Sulfato de sosa. . . .	3	
Acido nítrico.	4	} De + 10° á — 26°
Nitrato de amoniaco.	5	
Sulfato de sosa. . . , .	6	

En el calórico latente absorbido al fundirse ó solidificarse los cuerpos, se funda, la fabricacion del hielo artificial y la calefaccion de los edificios, talleres invernaderos, baños, etc., calefaccion que se obtiene por medio del vapor del agua.

Todos los líquidos á escepcion de algunos que se descomponen fácilmente bajo la accion del calórico, son susceptibles de reducirse á vapor cuando su temperatura es bastante elevada. A este fenómeno se dá el nombre de evaporizacion ó vaporizacion; esta última palabra expresa mas generalmente el paso del estado líquido al de vapor bajo la accion directa de un foco de calórico y la de evaporizacion está particularmente reservada á designar la formacion lenta de los vapores en la superficie libre de un líquido abandonado á sí mismo. Algunos líquidos dan

po
44

vapores á todas temperaturas, el agua por ejemplo, algunos sólidos como el hielo, el alcanfor, el yodo, gozan de la misma propiedad y se transforman en vapor sin pasar por el estado de líquido. El vacío mas perfecto que podemos obtener es el vacío barométrico; en la cámara barométrica es donde deben situarse los líquidos volátiles para estudiar la formación de los vapores.

Un líquido se evapora en el vacío instantáneamente y produce en un tiempo muy corto todo el vapor que pueda dar. Si el vapor se encuentra en el vacío en presencia de un exceso del líquido general, posee aquel una tensión máxima que no se altera mientras no varíe la temperatura.

La fuerza elástica de un vapor que satura un espacio crece rápidamente á medida que la temperatura se eleva. Todos estos hechos se comprueban por medio del barómetro de vapor, ó barómetro de cubeta profunda.

Entre los vapores y los gases hay analogías y diferencias, pero se distinguen aquellos de los gases permanentes en que aquellos por un aumento de presión dan origen al líquido que los produjo y los gases permanentes jamás se liquidan, aun cuando se haga descender todo lo mas que es posible su temperatura ó se aumente la presión de una manera muy enérgica.

LECCION 32.

SUMARIO.

Tension máxima de los vapores.—Mezcla de los vapores y de los gases: calórico latente de vaporización.—Evaporización espontánea.

El vapor de agua tiene una influencia tan importante en los fenómenos meteorológicos y se emplea hoy con tanta frecuencia como fuerza motriz, que es indispensable medir con sumo cuidado, las tensiones de este vapor á las diversas temperaturas. Para determinar esta tension á temperaturas inferiores á 0° se hace uso del aparato de Dalton, midiendo la diferencia de las alturas del mercurio en un barómetro ordinario y en un barómetro de vapor determinando de este modo la fuerza elástica del vapor de agua por bajo de 100°.—Siempre que los vapores saturan un espacio dado hallándose en contacto del líquido que los origina se dice que han adquirido su tension máxima.

La fuerza elástica de la mezcla de los vapores y de los gases es igual á la suma de las fuerzas elásticas del gas y del vapor mezclados, conservando el gas la misma elasticidad que corresponde á su volúmen primitivo. Sea la que quiera la temperatura á que un vapor se produce, hay siempre absorcion de calórico latente, el cual recibe en este caso el nombre de calórico de elasticidad ó de vaporización y esta cantidad que

el cuerpo absorbe al vaporizarse es completamente igual á la que desprende cuando se liquida.

Siempre que los cuerpos líquidos y sólidos se convierten en vapor por una temperatura suave se dice que se evaporan espontáneamente. El estudio de este fenómeno presenta tres problemas importantes: el primero es el del enfriamiento originado por aquel cambio de estado: el segundo trata de las leyes físicas de la evaporacion: y el tercero tiene por objeto determinar los procedimientos seguidos para medir la cantidad de vapor de agua que puede existir en un momento dado en la atmósfera como procedente de la evaporacion espontánea. Las causas que influyen en esta evaporacion son las siguientes:

- 1.^a La estension de la superficie del cuerpo.
- 2.^a El movimiento del aire.
- 3.^a Su temperatura.
- 4.^a La presion atmosférica.
- 5.^a La mayor ó menor sequedad de la atmósfera.

LECCION 33.

SUMARIO.

Ebullicion, sus leyes.—Circunstancias que influyen en la temperatura de la ebullicion.—Estado esferoidal.—Liquefaccion de los vapores y gases.

Se dá el nombre de ebullicion al fenómeno que consiste en la formacion tumultuosa de las

burbujas de vapor que nacen en el seno de un líquido para desarrollarse después en la atmósfera.

Si un líquido contenido en un vaso sufre la acción de una fuente calórica cualquiera, las paredes del vaso se calientan y transmiten directamente el calor que reciben al líquido que las toca. Esta transmisión hace menos densa la capa del líquido que está en contacto y esta se eleva hacia la parte superior del vaso reemplazando á una capa mas fría; de este modo, y por una sucesión continuada de corrientes en la masa líquida el calor se generaliza muy pronto en toda ella. Al mismo tiempo, de la superficie de la masa líquida se desprende vapor cuya fuerza elástica que va creciendo, corresponde en cada instante a la temperatura del líquido llegando un momento en que se forman burbujas numerosas, las cuales se renuevan sin cesar y vienen á romperse en la superficie de la masa líquida.

Las leyes de la ebullición son dos:

1.^a Toda sustancia líquida de composición invariable tiene un grado fijo de temperatura en el que se verifica la ebullición, haciendo uso de un mismo vaso.

2.^a Cualquiera que sea la intensidad del foco calórico que sirve para calentar un líquido, la temperatura de este último permanece invariable durante todo el tiempo que el líquido hierve.

Por la primera de estas leyes se ha podido determinar que el agua por ejemplo, hierve constantemente á 100° sobre 0° bajo la presión de

76 centímetros. Por la segunda se determina el calórico latente de vaporizacion.

Las circunstancias que influyen en la temperatura de la ebullicion son varias.

1.^a La presion atmosférica; si esta se aumenta, el punto de ebullicion se retarda y si se disminuye se acelera, la marmita de Papin sirve para aumentar la presion y retardar el punto de ebullicion. Consiste en un vaso cilindrico de metal de paredes resistentes, provistos de una tapadera que puede sujetarse sólidamente por medio de un tornillo de presion que la comprime fuertemente contra la boca del vaso; dos clavijas metálicas sujetan horizontalmente el arco que contiene la tuerca del tornillo, de suerte que todo el aparato queda íntimamente unido. Para evitar la esplosion de la marmita lleva un orificio en su parte superior al que se ajusta una válvula de seguridad, la cual se carga convenientemente y puede dar salida al vapor antes de que este llegue á la tension suficientemente para hacer estallar el aparato. Se conoce tambien con el nombre de digestor, porque por su medio se puede elevar la temperatura de los líquidos mucho mas que su punto de ebullicion, aumentando de este modo su accion disolvente. El hervidor de Franchlin es un aparato por el cual puede hacerse hervir un liquido á una temperatura baja por la poca presion que sobre él se ejerce.

1.^a La cantidad de líquido.

3.^a Su pureza.

4.^a La forma y naturaleza de la basija.

5.^a La viscosidad del líquido.—Estas diferentes circunstancias influyen de una manera fácil de comprender.

Siempre que un líquido se pone en contacto con una superficie metálica incandescente se dá lugar á que entre ambos exista una repulsion: el líquido toma la forma de una esfera y adquiere un movimiento rápido de rotacion, pero sin tocar las paredes del cuerpo metálico; á este fenómeno se ha dado el nombre de estado esferoidal.

Los medios que hasta ahora han empleado los Físicos para liquidar los vapores y gases son tres: 1.^o Un simple descenso de temperatura. 2.^o La presion que un gas ejerce sobre sí mismo, cuando se acumula en gran cantidad en un vaso de capacidad limitada y de paredes poco estensibles. 3.^o La accion de una presion mecánica estraña que se ejerce sobre el gas.

Por el primer proceder se convierte fácilmente en líquido el ácido sulfuroso y el ácido clorhídrico.

Por el segundo se liquidan el ácido carbónico y el gas cloro.

Por el tercer procedimiento se consigue liquidar el protóxido de nitrógeno.

LECCION 34.

SUMARIO.

Máquinas de vapor, máquina fundamental de Papin.—Máquina Cawley y Newoomen.—Perfeccionamientos introducidos por Watt.—Descripcion de la maquina de doble efecto de este físico.—Clasificacion de las maquinas de vapor.

Las máquinas de vapor son unos aparatos en los cuales el vapor de agua se emplea como fuerza motriz en virtud de su elasticidad: el aparato fundamental de estas máquinas fué debido á Papin, quien empleó un cuerpo de bomba cerrado en su parte inferior y en cuyo fondo echó un poco de agua; sobre esta colocó un émbolo unido por su tallo á una cadena y un contrapeso; calentaba el agua hasta que se convertia en vapor y la fuerza elástica del vapor hacia ascender el émbolo; inmediatamente despues enfriaba el cuerpo de bomba, el vapor se condensaba, se producía un vacío y el émbolo descendía en virtud de la presion atmosférica; estos movimientos de ascenso y descenso del émbolo se trasmitian al contrapeso por medio de la cadena que pasa por los carriles de dos poleas.

La máquina de Papin no recibió ninguna aplicacion inmediata. *Cawley y Newoomen*, fueron los primeros que, construyeron con aplicacion á la industria y fundada en los primeros

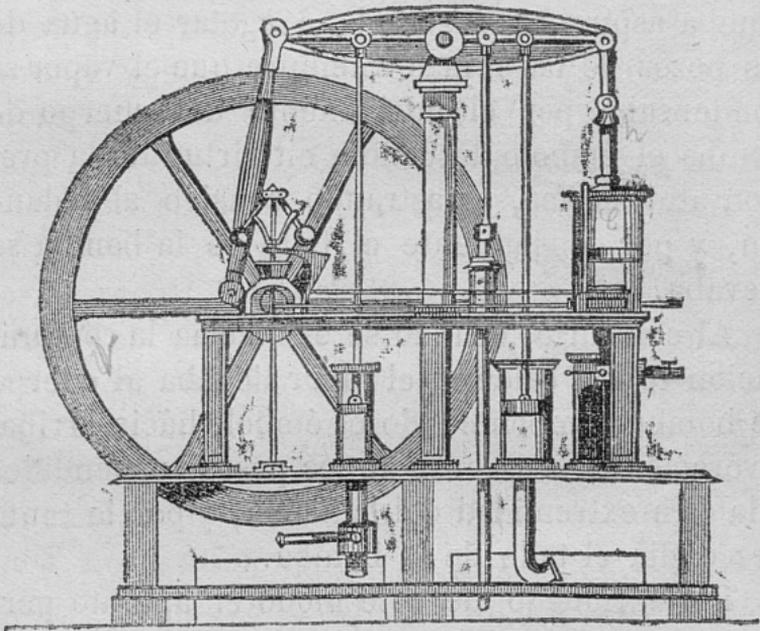
principios de la anterior una máquina de vapor pero introdujeron modificaciones importantes. Una caldera separada del cuerpo de bomba y alimentada continuamente por el fuego permitia tener siempre una cantidad de vapor dispuesta á llenar el cuerpo de bomba: un tubo con llave servia para establecer la comunicacion entre el cuerpo de bomba y la caldera: el tallo del émbolo se adaptaba por medio de una cadena á la extremidad de un balancin que oscilaba al rededor de un eje fijo, y á cuya extremidad se ataba otra cadena con un contrapeso y el tallo de una bomba aspirante destinada á agotar el agua de los pozos de las minas. Siempre que el vapor se condensaba por el enfriamiento del cuerpo de bomba el émbolo descendia en virtud de la presion atmosférica, arrastrando consigo al balancin, y por consiguiente el tallo de la bomba se elevaba.

Al contrario, cuando se establecía la comunicacion con la caldera, el vapor llegaba al cuerpo de bomba comprimiendo el émbolo hácia arriba, favoreciendo el ascenso de los pesos suspendidos á la otra extremidad del balancin, y por lo tanto descendia el tallo de la bomba.

Perfeccionado de este modo el aparato permitia extraer sin la menor interrupcion el agua que cegaba los pozos de las minas.

Watt se interesó en el trabajo de estos mecánicos é introdujo en esta máquina muchas modificaciones acertadísimas. La primera consistió en la introduccion del condensador, liquidando

48
el vapor en un vaso separado y evitando de esta manera el enfriamiento del cuerpo de bomba; este condensador exigió una porcion de accesorios entre ellos una bomba destinada á inyectar el agua fria; otra destinada á extraer el aire y otra á llevar el agua condensada de nuevo á la caldera. Despues de estas primeras modificaciones se tardó muy poco tiempo en trasformar totalmente la idea de los primeros inventores, recurriendo solo al vapor y dejando de utilizar la presión atmosférica.



Máquina de Watt.

49
La máquina de doble efecto de Wat se denomina así porque el vapor actúa alternativamente por bajo y por encima del émbolo; la im-

portancia de esta doble accion del vapor es considerable bajo todos aspectos.

1.º El movimiento de la máquina se divide en dos tiempos idénticos entre sí, lo que permite un trabajo sin intermitencias.

2.º Se puede hacer obrar al vapor bajo presiones de 2 á 10 atmósferas dando á la máquina una nueva potencia sin que sus dimensiones se aumentén.

Y 3.º En estas condiciones de presion la detencion del vapor ofrece economías considerables. La máquina consta de una caja donde penetra el vapor de la caldera y se distribuye para actuar sobre y debajo del émbolo, este se mueve en un cuerpo de bomba y su tallo está articulado con un paralelógramos de palancas que se llama de Watt; este á su vez está unido á la extremidad de un balancin que oscila al rededor de un punto fijo, la otra extremidad del balancin se articula con una gran palanca ó brazo de hierro que se llama biela y ésta se articula con otra pieza pequeña llamada manivela, fija en el eje de una gran rueda llamada volante, en el eje de este mismo volante gira una pieza llamada escéntrica destinada, por su combinacion con unas varillas, á poner en movimiento la válvula de la caja de distribucion; en el balancin están fijos los tallos de las diferentes bombas que debe llevar la máquina, por manera que aquel con su movimiento de balance hace jugar todas las diferentes piezas á un mismo tiempo.

Las máquinas de vapor se clasifican de este modo:

- 1.^a Máquinas de simple y de doble efecto.
- 2.^a Máquinas de alta y baja presión.
- 3.^a Máquinas con condensación y sin condensación. Además existen las máquinas expansivas, que son aquellas en que el vapor hace recorrer el émbolo parte de su carrera por la acción de aquel sobre este, y el resto por su fuerza expansiva.

LECCION 35.

SUMARIO.

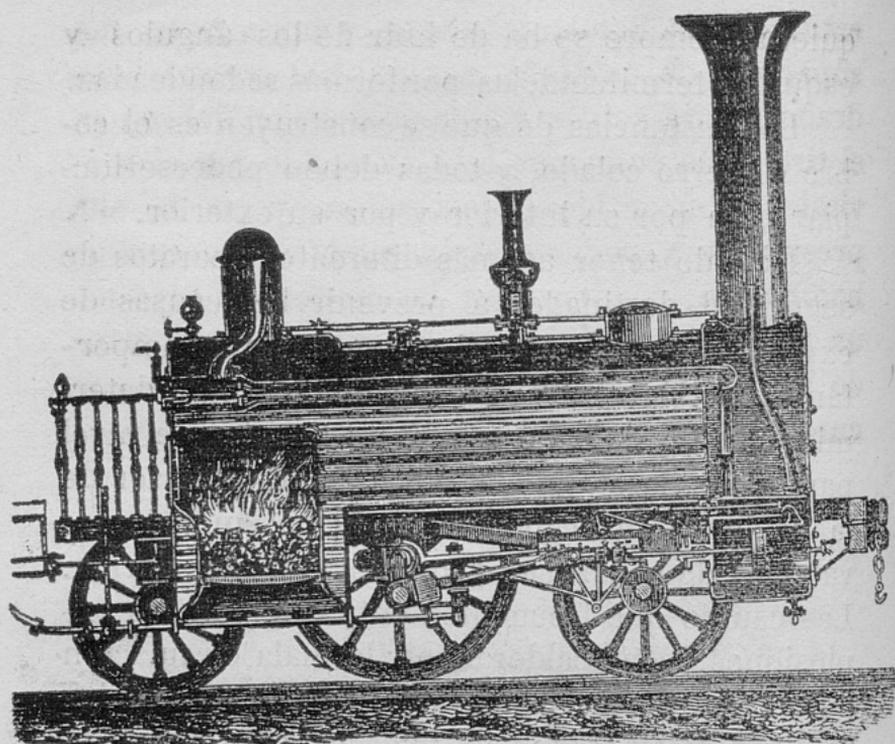
Calderas de las máquinas de vapor; aparatos de seguridad que deben llevar; causas más frecuentes de la explosión de las calderas.— Locomotoras.

La construcción de las calderas empleadas en la producción del vapor que ha de poner en movimiento las diferentes partes de una máquina es de la mayor importancia y debe reunir condiciones á veces muy difíciles de llenar. En primer lugar la caldera ha de ser resistente; ha de producir mucho vapor, ocupar poco espacio y tener el menor coste posible; estas condiciones no son fáciles de satisfacer en todos los casos, pero se procura combinarlas de modo que siempre resulte favorecida aquella que más ha de sobresalir. La forma que se les da es, ó de tumba, ó cilíndricas, ó de hervideros, que son las más generalmente usadas; pero sea de estas la que

quiera, siempre se ha de huir de los ángulos y esquinas terminándolas por formas redondeadas.

Las sustancias de que se construyen es el cobre ó hierro colado, y todas deben poderse limpiar bien por su interior y por su exterior.

Han de tener además diferentes aparatos de seguridad destinados á prevenir las causas de explosion, entre los cuales son los mas importantes los siguientes: un manómetro para determinar la tension del vapor; un flotador de nivel para saber la altura del agua en el interior de la caldera; un regulador de fuego; una ó mas válvulas de seguridad y un flotador de alarma. Las causas que frecuentemente originan las explosiones en las calderas son: la mala circulacion del calor; la baja de nivel del agua en la caldera; la demasiada tension del vapor y el estado esferoidal del agua cuando repentinamente se encuentra en contacto con una superficie incandescente. Otra causa no menos frecuente es la formacion de depósitos terreos ó salinos en el interior de las calderas por el empleo de aguas corrosivas ó muy cargadas de sales. Todas estas causas se previenen y modifican mucho por el empleo de los aparatos de seguridad ya mencionados.



Locomotora.

En muy pocas palabras se puede describir una locomotora diciendo que es una doble máquina de alta presión, sostenida sobre las ruedas que sirven de volantes á las otras máquinas; el vapor hace girar estas ruedas é impele á la locomotora á adelantar sobre el rails.

La caldera constituye el cuerpo de la locomotora, lo que la caracteriza es que el humo y los demás productos de la combustión pasan, no ya por una chimenea ordinaria, sino por una multitud de tubos tendidos dentro del agua; estos tubos forman una especie de chimenea múltiple, desembocando todos en el tubo que arroja el humo al exterior. Las calderas construidas de

este modo se llaman tubulares, y dan al agua una superficie de calda de mas de 100 metros cuadrados. Para activar mas la produccion del vapor, el tiro de la chimenea está favorecido por el movimiento mismo de la locomotora y por la alta presion del vapor, que á su salida del cuerpo de bomba, se condensa en la chimenea, produce un vacío y el tiro de esta se aumenta, espulsando con gran velocidad el aire y el humo que encuentra á su lado.

LECCION 36.

SUMARIO.

Capacidad calorífica de los cuerpos, métodos que se emplean para determinarla.—Dinámica del calor, conductibilidad de los sólidos.—Conductibilidad de los líquidos.—Idem de los gases, aplicaciones.

Hasta aquí nos hemos ocupado en descubrir las relaciones que ligan á la temperatura con los cambios correlativos producidos en los cuerpos por la intervencion del calórico.

Ahora nos es indispensable medir las cantidades de calor puestas en juego y obtener expresiones numéricas de sus valores. La investigacion y determinacion de estos valores se llama calorimetría.

En la determinacion de las cantidades de calor se ha adoptado una unidad convencional: se llama

unidad de calor ó caloría, á la cantidad de calor necesaria para elevar un grado la temperatura de un kilogramo de agua.

La esperiencia demuestra que pesos iguales de dos cuerpos diferentes exigen en general, para elevar su temperatura un mismo número de grados, cantidades desiguales de calor. Un peso determinado de agua exige por lo tanto diez veces mas calor que un peso igual de cobre para elevar su temperatura al mismo número de grados.

Se llama calor específico ó capacidad calorífica de un cuerpo, la cantidad de calor necesaria para elevar un grado la temperatura de un kilogramo de este cuerpo.

El conocimiento del calor específico de un cuerpo basta para calcular la cantidad de calor que un peso determinado de este cuerpo absorbe ó abandona, cuando su temperatura se eleva ó desciende un número de grados determinado.

Diferentes métodos se han seguido para determinar experimentalmente los calores específicos de los cuerpos; el mas exacto y el que ha proporcionado á la ciencia todos los números admitidos, se designa bajo el nombre de método de las mezclas y es debido al físico Blak.

Tambien se emplea el del calorímetro de Lavoisier y el del enfriamiento.

El principio del método de las mezclas es el siguiente: Se calienta á una temperatura determinada un peso conocido del cuerpo, cuyo peso específico se determina; en seguida se sumerge

este cuerpo en una masa de agua, cuyo peso y temperatura se conoce tambien. El cuerpo se enfria, cediendo al agua que se calienta una porcion de su calor; cuando se ha establecido el equilibrio de temperatura se observa con cuidado la temperatura de la mezcla.

La cantidad de calor perdida por el cuerpo es igual á la cantidad de calor ganada por el agua, lo que conduce á una ecuacion, cuya incógnita es el calor especifico perdido.

Se llama dinámica del calor el estudio de la velocidad en la propagacion de este agentè, de su direccion y de las diferencias en el cambio de esa misma velocidad.

Se dá en general el nombre de conductibilidad á la propagacion del calórico de unos puntos á otros de una misma masa. Por consiguiente la conductibilidad calorífica es una especie de permeabilidad interior que poseen los cuerpos en grados diferentes. La conductibilidad de los sólidos varía mucho de un cuerpo á otro; se podria tener en la mano simplemente un trozo de madera encendido por una estremidad, sin sufrir incomodidad notable y una barra de hierro caliente no se podria tener largo rato porque nos quemaria. La desigual conductibilidad de los cuerpos ó la diferente aptitud que tienen para dejar penetrar el calor en el interior de su masa se determina por medio del aparato de *Ingenhous*; *Despretz* tambien estudió la conductibilidad del calor en los cuerpos metálicos y dedujo de sus experiencias, que cuando las distancias del foco

calorífico se aumentan en progresion aritmética los escesos de la temperatura sobre el aire ambiente se disminuyen en progresion geométrica.

Los liquidos son peores conductores del calórico que los sólidos y se prueba calentándoles por su parte superior, en cuyo caso la temperatura no penetra mas que á una pequeña profundidad de la capa superior calentada por contacto.

El mercurio es entre los liquidos, el que tiene mayor poder conductor.

No es fácil decidir por la apariencia si los gases conducen ó no el calor, porque la gran movilidad de sus moléculas y las variaciones de las fuerzas elásticas debidas á los cambios de temperatura, producen necesariamente corrientes que mezclan las capas entre sí y trasmiten por contacto el calor de la una á la otra. Se puede sin embargo asegurar que los gases conducen el calor pero que le conducen mal. Todo sistema de cuerpos que encierre entre las diferentes partes que le constituyen una gran masa de aire, posee por este solo hecho una conductibilidad muy imperfecta de la cual se han hecho así como de la de los demas cuerpos aplicaciones importantes. La lana, el algodón, las pieles y en general todas las sustancias filamentosas que retienen el aire entre sus fibras, son malas conductoras del calórico y por eso nos servimos de ellas con mucho éxito para librarnos del frio del invierno. Las dobles vidrieras en las habitaciones son de mucha utilidad y las hacen mas

cálidas por la masa de aire que queda interpuesta.

Los mangos ó agarradores de los objetos que se han de calentar se hacen siempre de cuerpos malos conductores, por ejemplo, las cafeteras ollas y otros utensilios de hierro tienen siempre mangos de madera ó cristal, pues de lo contrario no se podría usar de ellos. Las alfombras, esteras y tapices con que se cubren los pavimentos en invierno retienen el calor; lo mismo que los pavimentos de madera.

La mala conductibilidad de los líquidos debe tenerse siempre en cuenta para calentarlos por la parte inferior.

LECCION 37.

SUMARIO.

Calor radiante, propagacion, velocidad; Reflexion del calórico, facultad radiante, reflectante y absorbente de los cuerpos.--Trasmision del calórico radiante.

Se dá el nombre de calórico radiante al calórico que se propaga de un punto á otro, atravesando espacios vacíos ó llenos de materia ponderable. En el calórico radiante hay que estudiar 1.º la emision, 2.º la propagacion y trasmision, 3.º la absorcion, y 4.º la reflexion. El calórico se propaga en línea recta y además lo

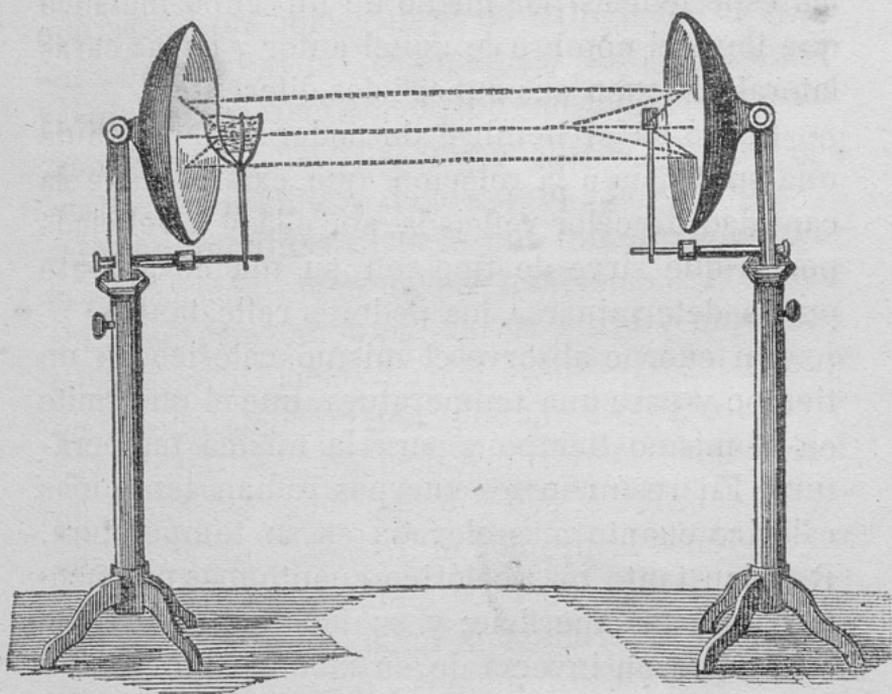
verifica con una velocidad calculada en 77.000 leguas por segundo.

La primera de estas leyes se demuestra interponiendo un cuerpo ó pantalla que no deje pasar el calórico entre un foco cualquiera y la esfera de un termómetro, siempre que esta pantalla se encuentre en la direccion de líneas que van del foco al termómetro, el calor queda interceptado, porque no puede marchar en líneas curvas sino solamente en la direccion rectilínea.

La segunda proposicion resulta de la observacion siguiente: El sol deja sentir inmediatamente su calor tan luego como aparece en el horizonte y brilla su luz. Sé demuestra en óptica que la luz se propaga con la velocidad antedicha y por lo tanto se admite por analogía que el calórico tiene la misma velocidad.

El calórico al salir de un foco en forma de rayos, tiene la propiedad de reflejarse en la superficie de los cuerpos pulimentados haciendo el ángulo de reflexion igual al de incidencia. Para demostrarlo tomemos un espejo plano, coloquemos delante de él, formando ángulo agudo, un tubo de alambre lleno de carbones encendidos, determinemos la direccion del rayo reflejado tomando el ángulo de reflexion igual al de incidencia y colocando un termómetro en la direccion de aquel rayo le veremos subir muchos grados, cosa que no sucede en otra cualquiera direccion. Tambien se demuestra situando en línea recta dos espejos metálicos parabólicos cuyos focos coincidan en el mismo eje, aplicando

al foco de uno de ellos una sustancia combustible y al del otro un brasero con carbones encendidos, la primera se inflama á poco rato por las reflexiones sucesivas que experimentan los rayos de uno en otro espejo y conforme á las



Radiacion del calórico.

propiedades de la parábola. Colocando en circunstancias idénticas diferentes sustancias y dando á todas la misma temperatura se ve que no radian cantidades iguales de calor; un vaso de plata lleno de agua hirviendo no hace sensible su calor radiante á la mano situada á corta distancia, pero si se le cubre de negro de humo se hace muy perceptible la radiacion. Se dá el nombre de poderes radiantes ó emisivos á las cantidades de calor radiadas por diferentes sustancias

y comparadas con las que radia una sustancia determinada que se toma como tipo. Leslié escogió por tipo el poder emisor del negro de humo y este término de comparación ha sido conservado por los demás físicos: verificándose las experiencias por medio de un cubo metálico que lleva el nombre de aquel autor y cuyas caras laterales tienen sus superficies diferentes.

Leslié dá el nombre de poder reflectante de una sustancia á la relación que existe entre la cantidad de calor reflejada por ella y la reflejada por la que sirve de tipo con su mismo aparato puede determinarse los poderes reflectantes.

Un cuerpo absorbe el mismo calórico en un tiempo y para una temperatura, que el que emite en el mismo tiempo y para la misma temperatura. En resumen los cuerpos radian tanto mas calórico cuanto mas elevada es su temperatura. Reflejan tanto mas calórico cuanto mas pulimentada está la superficie; y su facultad absorbente está en razón inversa de su facultad radiante.

Algunos cuerpos tienen la propiedad de dar paso á los rayos calóricos en mas ó menos cantidad; existiendo otros que no los dejan pasar ó que solo dejan paso á una porción muy pequeña. Melloni ha dado el nombre de cuerpos diatérmicos á los primeros y atérmanos á los segundos; estudiando estos fenómenos por medio de un aparato que lleva su nombre y deduciendo que entre los sólidos, los metales son enteramente atérmanos y que entre las sales, poseen la mayor diatermancia la sal común y la menor el sulfato

de cobre, modificándose mas ó menos esta propiedad por el bruñido de los cuerpos y la naturaleza del foco calorífico.

LECCION 38.

SUMARIO.

Principales orígenes del calor; calor solar, calor terrestre, calor originado por las acciones mecánicas; idem por las acciones químicas, calor vital.

El calorífico procede de varias causas que se conocen con el nombre de causas físicas, mecánicas, químicas y fisiológicas. Las físicas son el calor solar, el calor terrestre, el cambio de estado de los cuerpos y la electricidad. El calorífico del sol es el que ejerce mas influencia sobre la tierra, suponiendo que esta recibe anualmente una cantidad bastante para fundir una capa de hielo que la cubriera toda y tuviera 31 metros de espesor. La tierra posee un calor propio que no se pueda suponer producido por el del sol, porque este no penetra mas que hasta cierta profundidad, el calor propio ó central de la tierra se manifiesta sensiblemente y de una manera marcada profundizando en el interior de ella por que á partir *del plano* de temperatura constante se halla el aumento de 1.º por cada 30 ó 40 metros, continuando así hasta todas las profundidades á que el hombre ha podido llegar, lo que

hace suponer que en el centro de la tierra debe existir un calor tal que tendrá por lo menos liquidados á todos los cuerpos que conocemos.

Las causas mecánicas que dan origen al desenvolvimiento del calórico son: el frotamiento, la presion y la percusion. Siempre que se frota un cuerpo con otro, cuando se barrenan, liman, sierran ó desgastan los cuerpos se produce un desarrollo de calórico que puede ser muy considerable en algunos casos. Rumphord por ejemplo, consiguió hacer hervir el agua barrenando el bronce dentro de ella. La presion desenvuelve en los cuerpos mucho calórico segun su grado de comprensibilidad, así es que los gases le desarrollan en alto grado, comprobándolo por medio del eslabon neumático. Golpeando sobre un trozo de metal se ve elevarse muy pronto la temperatura, por esa razon la percusion es una de las causas que originan el calórico. Entre las acciones químicas la combustion es una de las que desarrollan mas cantidad de colórico. El calórico producido por la combustion de un cuerpo es siempre en cantidad igual cualesquiera que sean las circunstancias en que se verifique, siendo aquella completa.

Por último la vida animal ó vegetal es causa de muchas reacciones químicas y por consiguiente la vida es un manantial de calórico. Este calor varía mucho en los diferentes animales: la causa de este calor animal ó al menos una de las principales es la respiracion. En la vegetacion se desarrolla tambien calórico, pero en can-

tidades muy pequeñas comparativamente con las dadas por la vida animal.

Como aplicaciones especiales del calórico, deben estudiarse los medios de calefacción, destilación, desecación, ventilación y aparatos destinados á preparar los alimentos.

Para obtener la calefacción de las habitaciones es preciso empezar dando ideas generales sobre los diferentes cuerpos conocidos con el nombre de combustibles, que son aquellos que combinándose con el oxígeno del aire dan calórico y muchas veces luz. Las condiciones que debe tener todo combustible son: que arda fácilmente en el aire, que sea barato, y que los productos de la combustión no perjudiquen á los cuerpos orgánicos ó inorgánicos que han de recibir su calor. Los principales combustibles que se emplean mas generalmente son los siguientes: la madera, el carbon vegetal, el mineral, la cascara de tenerías, la paja, el orujo y los estiércoles, siendo estos tres últimos de menos importancia que los primeros.

Se dá el nombre de potencia calorífica de un combustible, á la cantidad de unidades de calor que produce la unidad de peso del mismo.

Estos combustibles deben quemarse en aparatos especiales que reciben nombres distintos, como hogares, calderas, y en general aparatos de combustión. Segun la forma y disposición de estos aparatos así hay que elegir el combustible que ha de emplearse, porque hay necesidad de tener presente la cantidad de calórico que puede

dar sin perjudicar el efecto que trata de producirse.

Un hogar consta de rejilla-cenicero y chimenea; en la primera se coloca el combustible, en el segundo se reciben los residuos de la combustion, y además deja penetrar el aire para alimentarla, y la tercera sirve para hacerle pasar al exterior. El efecto de una chimenea, depende: 1.º de su altura, 2.º de la temperatura del aire que contiene, y 3.º de su diámetro en la parte mas estrecha.

Las calderas tienen por objeto especial calentar los cuerpos líquidos y sólidos, destinándose á muchos usos, y sus condiciones generales de construcción son las mismas que se asignan á las especiales llamadas de vapor.

Siempre que se trata de separar dos cuerpos que tienen diferente temperatura de ebullicion, se emplea el medio conocido con el nombre de destilacion, la cual se verifica en aparatos muy diversos de los anteriores, de los cuales es el mas importante el alambique, verificándose tambien esta operacion por medio de recipiente florentinos.

La evaporacion, consiste, en la produccion lenta de vapores, en la superficie de los líquidos; puede verificarse al aire libre, por medio de una corriente de aire forzado, por el calor y por el vapor de agua. La primera, es muy económica pero no puede emplearse con toda clase de sustancias, como por ejemplo las sales delicuescentes que no pueden obtenerse nunca en estado

de sequedad completa; los otros son mas raros, pero se emplean con gran éxito en las salinas y en las fábricas de azucar.

En muchas ocasiones es preciso quitar á los cuerpos el agua que retienen, y esta operacion, conocida con el nombre de desecacion se emplea con frecuencia en los granos féculas, frutas, telas, papel y otros cuerpos. Se verifica por medio del aire libre y al sol, por el aire caliente y por secadores de vapor, que se emplean especialmente en las fábricas de estampados de telas y en las de papel, variando en extremo sus formas y disposicion segun los casos especiales á que se les destina.

El caldeo especial de las habitaciones se verifica tambien por medio de aparatos que calientan en ellas contenido, y aunque existen pérdidas ocasionadas por las paredes, puertas y vidrieras, siempre conserva aquel mayor temperatura que la que primitivamente tenia. Deben preferirse siempre los combustibles que mas cantidad de calórico produzcan, los cuales pueden quemarse en braseros, chimeneas y estufas. El primer método es el mas sencillo pero el mas malo que puede emplearse en un sitio habitado, por las funestas consecuencias que ocasionan sobre la vida animal los gases resultantes de la combustion. Las chimeneas no producen los malos efectos que el brasero, porque no saliendo á la habitacion los gases originados, se evitan sus malos efectos y porque sirven para renovar el aire viciado y hacer mas higiénica la atmós-

fera del recinto. Las estufas dan tambien paso al exterior de los gases de la combustion y el aire que las alimenta puede tambien tomarse de la misma habitacion, en cuyo caso sirve tambien para ventilarla; es por lo tanto buen metodo de calefaccion, pero no tan recomendable como el de las chimeneas. Comparando los tres métodos precedentes bajo el punto de vista económico resulta que para producir efectos iguales con los combustibles que generalmente se emplean, si el coste del empleado en el brasero es de un real, el de la chimenea es de diez y el de la estufa es de uno y medio, no teniendo en cuenta el distinto precio de estos aparatos y su instalacion.

La ventilacion puede verificarse por diferentes métodos, por el calor ó por máquinas; por el primero se consigue ventilar edificios de gran estension, colocando chimeneas de seccion considerable; y por el segundo ó sea por máquinas pueden ventilarse las iglesias, teatros, letrinas, pozos de las minas, etc., etc.

Por último lo preparacion de los alimentos que sirven al hombre para su sustento, se condimentan al fuego, colocándoles en vasijas de diferentes formas y materias, sometiéndoles á la accion directa del combustible, para lo cual se emplean ó simples cocinas con su fogon y chimeneas, ó los aparatos de Sorel, Papin y otros, entre los que merecen especial mencion los empleados por la compañía holandesa de París, destinada á la fabricacion de caldos.

LECCION 39.

SUMARIO.

Optica, hipótesis sobre la naturaleza de la luz. —Cuerpos luminosos, diáfanos, traslucientes y opacos.—Trasmision de la luz, velocidad, intensidad.—Sombra y penumbra, fotómetros

La óptica es la parte de la física que estudia los fenómenos producidos por la accion de la luz.

La luz es el agente que produce por su accion sobre la retina el fenómeno de la vision. Para esplicar los fenómenos luminosos y su origen se admiten las mismas dos hipótesis que para el calórico, ó sean la de la emision sostenida por Newtoon y la de las ondulaciones sostenida por Descartes.

Hay cuerpos que no son visibles por sí mismos, pero se hacen luminosos cuando se encuentran en presencia de un foco luminoso. Se dividen, por consiguiente, los cuerpos en dos grupos:

1.º Los luminosos por sí mismos.

Y 2.º Los que no lo son sinó por la presencia de los primeros. En el primer grupo se hallan los luminosos por sí ó que emiten la luz, como el sol, las estrellas, una bujía, etc., y en el segundo se hallan comprendidos los diáfanos, traslucientes y opacos. Los diáfanos ó transparentes

son los que dejan pasar la luz, y á cuyo través se perciben los objetos con todos sus detalles: tales son el vidrio, agua, etc.

Los traslucientes son aquellos cuerpos, á través de los cuales pasa la luz, pero sin permitir reconocer la forma de los cuerpos, como el vidrio esmerilado. Y por último, los cuerpos opacos son aquellos que, como la madera ó los metales, no permiten el paso á la luz.

La luz se trasmite ó propaga en línea recta; para demostrarlo basta abrir un orificio en una cámara oscura y dejar penetrar un rayo de luz solar, este ilumina los diferentes cuerpos que en polvo flotan en el aire y marcan perfectamente la dirección del rayo; esta dirección es siempre la rectilínea. La luz se propaga con una velocidad tal, que no es posible, por grande que sea la distancia, hacerla perceptible en la superficie de la tierra; por eso Roemer ha deducido la velocidad de la luz de las observaciones verificadas sobre los eclipses que sufren los satélites de Júpiter; de estas observaciones se ha deducido que la luz tiene una velocidad de 77.000 leguas por segundo de tiempo y que la del sol tarda en llegar á la tierra 8' y 7".

Se dá el nombre de intensidad de la luz á la cantidad recibida sobre la unidad de superficie de un cuerpo; son sus leyes:

1.^a La intensidad de la luz sobre una superficie dada esta en razón inversa del cuadrado de la distancia al foco luminoso.

2.^a La intensidad de la luz recibida oblicua-

mente es proporcional al seno del ángulo que forman los rayos luminosos con la superficie del cuerpo.

Se dá el nombre de sombra al espacio privado de luz que existe detrás de los cuerpos opacos. Cuando se trata de determinar la extension y forma de la sombra proyectada por los cuerpos hay que considerar tres casos:

1.º Que el cuerpo luminoso sea mayor que el cuerpo opaco.

2.º Que los dos sean iguales en volúmen.

Y 3.º Que el cuerpo opaco sea mayor que el luminoso.

En el primer caso el volúmen aéreo de la sombra es limitado y tiene su base en el cuerpo luminoso; en el segundo caso el volúmen indefinido; y en el tercero es indefinido tambien. Los volúmenes de la sombra pueden ser conos ó pirámides, cilindros ó prismas. El espacio desigualmente alumbrado que rodea á la sombra se llama penumbra. La penumbra es siempre sensible cuando el cuerpo luminoso tiene alguna extension.

La fotometría es la parte de la óptica que tiene por objeto medir la relacion que existe entre las intensidades de dos focos luminosos diferentes. Los fotómetros en la óptica son, por lo tanto, lo que los termómetros en el calor. Los fotómetros principales son el de Rumpord y el de Wheats-tone; el primero consiste en situar un cuerpo opaco como una barra de hierro, madera, etc., delante de un plano trasluciente, iluminarle por

dos luces diferentes y comparar la intensidad de sus sombras; aproximando ó alejando una de las luces, las sombras llegan á obtener la misma coloracion y midiendo despues su distancia relativa á los focos caloríficos y aplicando la primera ley de la intensidad se tendrá determinada esta en las dos luces.

El de Wheatstone consiste en una perla metálica movable al rededor de un circulo dentado, y en la cual pueden reflejarse las dos luces situadas una á la derecha y otra á la izquierda del aparato, produciendo por el movimiento dos *círculos ó estrellas* de igual claridad si son iguales las luces y de diferente si varía su intensidad.

La unidad de luz que ordinariamente se toma para las esperiencias fotométricas es de una bujía esteárica, y así se dice que la luz de un mechero, lámpara, faro, etc., equivale á 10, 20, 100, 500 bujías.

LECCION 40.

SUMARIO.

Catóptrica, leyes de la reflexion de la luz.—Reflexion en los espejos planos, multiplicacion de las imágenes en los espejos que forman ángulos, reflexion irregular.

La catóptrica es la parte de la óptica que estudia los principios generales relativos á la reflexion de los rayos luminosos. Se dá el nombre

de reflexion de la luz al retroceso que experimentan los rayos luminosos cuando caen oblicuamente sobre una superficie pulimentada. Las leyes de la reflexion son dos:

1.^a El ángulo de incidencia es igual siempre al de reflexion.

2.^a El rayo incidente y el reflejado se hallan en un mismo plano perpendicular á la superficie reflectante. Se dá el nombre de rayo incidente al rayo que, partiendo del cuerpo luminoso cae sobre la superficie reflectante; normal es una linea perpendicular á la misma superficie en el punto de incidencia, y rayo reflejado es la direccion que toma el rayo incidente despues de haber encontrado al cuerpo que produce el fenómeno y toma una direccion distinta de la incidencia. Por esta razon se llama ángulo de incidencia al formado por el rayo incidente y la normal y ángulo de reflexion el formado por esta misma normal y el rayo reflejado. El fenómeno que se acaba de definir es el que mas comunmente se reproduce todos los dias sobre los cuadros de vidrio, los espejos de las habitaciones, sobre la superficie de los cuerpos metálicos pulimentados y sobre la de los líquidos. Se dá el nombre de espejos á los cuerpos que, teniendo pulimentada y brillante su superficie, son susceptibles de reproducir los objetos que se colocan delante de ellos. Los espejos por su naturaleza son ordinariamente de vidrio y de *metal*; y por su forma se los divide en planos, cóncavos, convexos, esféricos, cilindricos, parabólicos, etc.

La reflexion en los espejos planos se verifica segun las leyes generales ya expuestas y la imágen de un objeto situado delante de ellos, se pinta en el espejo detras á una distancia igual á la que el objeto tiene delante del espejo, simétrica con ella y además virtual, debiendo entenderse por imágenes virtuales aquellas que son producidas por los rayos prolongados, así como las imágenes reales son las formadas por el encuentro de los rayos directos despues de reflejados. Si se sitúa un cuerpo entre dos espejos que forman entre sí un ángulo cualquiera, se producen cierto número de imágenes en los espejos, las cuales aumentan conforme disminuye el ángulo que forman; la fórmula siguiente sirve para determinar el número de imágenes $\frac{360}{a} - 1$; en esta fórmula a representa el valor del ángulo; por consiguiente dividiendo 360 por este valor y restando la unidad se obtiene el número de imágenes; en esta propiedad de los espejos inclinados se funda la construccion del aparato conocido con el nombre de Kaleidóscopo, cuyas aplicaciones para el estampado de las telas y papeles pintados son tan importantes. Además de esta reflexion, que se llama regular ó *especulativa*, la luz puede reflejarse tambien irregularmente en todas direcciones; cuando se produce este fenómeno la luz toma el nombre de luz difusa, que es la que nos hace ver los cuerpos, esto es lo que sucede cuando en el interior de una cámara oscura se coloca un espejo, cuya

superficie está empañada algun tanto; la luz se divide y el espejo se hace visible desde todos los puntos de la cámara.

LECCION 41.

SUMARIO.

Reflexion en las superficies curvas, reflexion en los espejos concavos, formacion de las imágenes en los mismos.—Reflexion en los espejos convexos, formacion de las imagenes en los mismos.—Espejos cilíndricos y cónicos.

La teoría de la reflexion de la luz en las superficies curvas se deduce de las leyes establecidas para la reflexion en las superficies planas, considerando á las primeras formadas geométricamente por la reunion de una multitud de superficies planas, cada una de las cuales constituye un elemento; por consiguiente, la normal á una superficie curva en un punto dado, es la linea perpendicular al elemento correspondiente. Los espejos esféricos son los que generalmente sirven para determinar la reflexion y según que esta se verifica sobre la cara interior ó exterior así se los llama cóncavos ó convexos. En todo espejo curvo hay que considerar el centro de curvatura ó geométrico; el centro de figura, el eje principal, los ejes secundarios y la seccion principal. Se llama seccion principal la que resulta de cortarle por un plano que pasa por el

eje principal; centro de figura es el punto en que el eje principal toca al espejo, toda recta que pasa por el centro de curvatura sin pasar por el de figura se llama eje secundario, y por último, la recta indefinida que pasa por los dos centros de figura y curvatura recibe el nombre de eje principal. Además se dá el nombre de focos en estos espejos á los puntos donde van á parar y se cortan los rayos ó sus prolongaciones despues de reflejados.

En los espejos cóncavos estos focos son tres: el principal, el conjugado y el virtual; dan origen al primero los rayos de luz que proceden de un objeto muy lejano y que pueden considerarse como paralelos al eje principal, ó á los secundarios, los cuales, despues de la reflexion, cortan á estas líneas en un punto que equidista de los dos centros del espejo; la distancia desde este punto al centro de curvatura se llama distancia focal principal. Producen el foco conjugado los rayos que, partiendo de un objeto luminoso situado sobre un eje á una distancia finita mayor que la distancia focal principal, cortan aquel en un punto variable que puede sustituirse por el objeto, por cuya reciprocidad se le ha denominado conjugado.

Y por último, el foco virtual es el formado por la prolongacion de los rayos reflejados que, partiendo de un objeto situado á una distancia menor que la focal del espejo, no pueden cortar el eje principal por delante y lo verifican en su prolongacion detras del espejo. Las imágenes en

estos espejos son reales ó virtuales, segun la distancia relativa de los cuerpos; son directas ó inversas, segun estas misma distancia y por la misma causa disminuye ó aumenta su volúmen. Los espejos cóncavos tienen muchas aplicaciones, se les usa con el nombre de espejos de aumento, y como reflectores para proyectar la luz á grandes distancias.

En los espejos convexos no hay mas que focos virtuales, siendo estos dos, el uno virtual principal y el otro conjugado, y su determinacion es muy semejante á la del foco virtual de los cóncavos. De esta propiedad resulta que las imágenes en los espejos convexos son siempre virtuales, rectas y mas pequeñas que el objeto, por eso á esta clase de espejos se les conoce con el nombre de espejos de disminucion y tienen aplicacion en la pintura para obtener retratos en miniatura.

Entre los espejos curvos se conocen tambien los cilíndricos y cónicos, los cuales obran en la reflexion como espejos planos en el sentido del eje y como espejos convexos en el sentido transversal del mismo: estos espejos se llaman anamórficos porque con ellos se puede ver por la reflexion un objeto regular que préviamente se ha dibujado en dimensiones considerables y sin forma determinada.

LECCION 42.

SUMARIO.

Dióptrica, refraccion de la luz, sus leyes, índice de refraccion, reflexion total, espejismo.
—Prismas.

La parte de la óptica que estudia las leyes generales y los fenómenos que producen los rayos de luz refractados, se la conoce con el nombre de Dióptrica. Se dá el nombre de refraccion de la luz á la desviacion de direccion que experimentan sus rayos cuando atraviesan oblicuamente un cuerpo trasparente. Cuando un cuerpo recibe rayos luminosos de un objeto cualquiera, refleja parte de ellos y otra porcion atraviesa el cuerpo; si los rayos son perpendiculares á la superficie del cuerpo le atraviesan en esta direccion, mas si son oblicuos se aproximan ó alejan de la perpendicular levantada en el punto de incidencia.

El fenómeno de la refraccion está invariablemente sujeto á las leyes siguientes:

1.^a Siempre que un rayo de luz pasa de un cuerpo menos refringente á otro que lo es mas se quiebra aproximándose á la perpendicular y vice-versa en el caso opuesto.

2.^a El rayo incidente, el refractado y la perpendicular al punto de incidencia son líneas rectas que se encuentran en el mismo plano.

3.^a Los ángulos de incidencia y refraccion

se hallan situados en los lados opuestos de la perpendicular.

4.^a Siendo homogéneo el cuerpo refringente, la direccion del rayo despues de la refraccion es siempre recta.

La relacion que entre sí guardan los valores de los senos de los ángulos de incidencia y de refraccion constituye lo que se llama índice de refraccion; esta relacion es siempre constante para unos mismos cuerpos, y está representada por los mismos números invertidos cuando los cuerpos tambien lo están. El rayo que se mueve de un cuerpo á otro se llama incidente, la desviacion que experimenta dentro del segundo cuerpo se llama rayo refractado y la nueva direccion que toma despues de la salida se llama emergente.

Cuando un rayo luminoso cae en su incidencia con una oblicuidad tal que el ángulo de refraccion tiene el valor de un recto, se dice que se ha formado el ángulo límite y entonces la refraccion se convierte en reflexion; á esta reflexion se la llama total.

La refraccion de la luz produce muchos fenómenos fáciles de explicar; un baston introducido en el agua parece doblado en donde le corta la superficie de dicho líquido; el sol y los demás cuerpos del sistema planetario nos dan su luz antes de estar sobre el horizonte por la refraccion que experimentan sus rayos. Tambien se explica por la reflexion total el fenómeno conocido con el nombre de espejismo.

En las grandes llanuras, y cuando la temperatura es elevada y el aire está en calma, se observa á veces el fenómeno singular de ver retratados como en un espejo los objetos lejanos; á este fenómeno se le llama espejismo y se produce frecuentemente en las llanuras del Africa. Cuando el espejismo se produce en el mar se forman las imágenes invertidas, y entonces recibe el nombre de *Fatamorgata*.

Se dá el nombre de prisma en óptica á todo cuerpo refringente formado por dos superficies inclinadas; ángulo de refringencia es el formado por las dos superficies que se cortan, vértice de este ángulo es la arista que forman las caras al encontrarse; base, el plano opuesto á la arista; y seccion principal, al corte que resulta cuando por un nuevo plano se divide el prisma perpendicularmente á la arista; la seccion de los prismas en óptica es generalmente triangular. El ángulo que forman el rayo incidente y el emergente prolongado se llama ángulo de desviacion. Los prismas tienen las dos principales propiedades siguientes: 1.^a Los objetos vistos á su través aparecen desviados hácia su vértice. 2.^a Los objetos que se ven á través de los prismas aparecen envueltos por los colores brillantes del arco iris. A este último fenómeno se le dá el nombre de dispersion de la luz.

LECCION 43.

SUMARIO.

Lentes, su division.—Refraccion en las lentes convexas, aplicaciones.—Refraccion en las lentes cóncavas.

Las lentes en óptica son cuerpos ó medios diáfanos terminados por superficies curvas ó al menos tienen una curva: pueden ser de várias clases segun la combinacion de superficies cóncavas, cóncavas y planas. Las lentes se clasifican en dos grupos, unas que tienen mayor grueso en el centro que en los bordes y se llaman convergentes y otras que son mas delgadas en el centro y cuyo grueso aumenta hácia los bordes y se llaman divergentes. En el primer grupo se comprenden tres lentes que son la biconvexa, la plano convexa y el menisco convergente; en el segundo grupo se comprenden otras tres, á saber: la bicóncava, la plano cóncava y el menisco divergente.

Las superficies curvas que constituyen las lentes son generalmente esféricas y en todas hay que considerar los centros de estas superficies que se llaman centros de curvatura; la recta indefinida que pasa por los dos centros que se llama eje principal, y centro óptico de la lente que es un punto situado sobre el eje de la lente, cuya propiedad principal es que todo rayo luminoso

que pasa por él no experimenta desviación angular. En las lentes los focos son como en los espejos, puntos situados en los ejes donde van á parar los rayos después de refractados.

Las lentes convexas presentan las mismas especies de focos que los espejos cóncavos, á saber: foco principal, foco conjugado y foco virtual, originándose estos por rayos de luz que inciden sobre las lentes con las mismas inclinaciones que sobre aquella clase de espejos y hallándose situados el foco principal y el conjugado detrás de la lente y el foco virtual delante de ella.

La imagen de un objeto en las lentes es la reunión de los focos de cada uno de sus puntos, de donde resulta que las imágenes son reales ó virtuales lo mismo que los focos. En las lentes convexas se obtienen imágenes muy pequeñas é invertidas si el objeto es grande y está suficientemente alejado, siendo aquellas reales. Al contrario, si el objeto es muy pequeño y está situado entre la lente y el centro, cerca de su foco principal, la imagen que resulta es ampliada, real é inversa. Y por último, si el objeto se encuentra entre el foco y la lente, la imagen que se forma es directa ampliada y virtual. Las lentes biconvexas empleadas como vidrios de aumento tienen aplicación en la construcción de los instrumentos de óptica y solas constituyen los microscópios simples.

Las lentes cóncavas no forman más que focos virtuales cualquiera que sea la distancia del ob-

jeto, y por esta misma causa las imágenes que forman son siempre virtuales, rectas y mas pequeñas que el objeto.

Las lentes tienen aplicaciones utilísimas. Una esfera de cristal, llena de agua, es una lente biconvexa que reúne en su foco los rayos de luz que la atraviesan; por esta razón, para trabajar de noche utilizan esta propiedad, los relojeros, gravadores y otros artistas, colocando, delante de las luces de que se sirven una esfera de cristal llena de agua, la cual aumenta de tal manera la intensidad que puede verse perfectamente con una vela.

LECCION 44.

SUMARIO.

Descomposicion de la luz blanca, espectro solar, simplicidad y desigual refrangibilidad de los colores.—Recomposicion de la luz, colores complementarios, propiedades del espectro.—Aberracion de refrangibilidad, acromatismo.

Cuando la luz que viene del sol pasa de un medio á otro no solo se desvia sino que se descompone en muchas luces diferentes; á este fenómeno se le ha llamado dispersion y se le observa recibiendo un rayo de luz solar que penetre por un orificio practicado en una cámara oscura sobre un prisma, recibiendo la imagen que re-

sulta sobre una pantalla alejada se obtiene una imágen prolongada en el sentido de la longitud y coloreada de rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violado; la reunion de estos brillantes colores constituye el espectro solar. Los colores de este espectro son simples porque si aislando uno de ellos por medio de una pantalla se le hace pasar nuevamente por otro prisma resulta del mismo color, lo que demuestra que es simple, elemental é indescomponible; la misma propiedad poseen todos y por eso se les llama elementales. Los colores del espectro poseen diferentes índices de refraccion y por eso se dice que son desigualmente refrangibles; el color rojo que es el menos separado de la base del prisma es el menos refrangible y el color violado que es el que aparece mas separado posee la mayor refrangibilidad, hallándose todos los demás entre estos dos límites.

No solo la luz blanca puede descomponerse sino que reuniendo y superponiendo convenientemente los colores del espectro puede recomponerse; esta recomposicion se verifica por diferentes procederes entre los que son mas importantes los siguientes: 1.º Colocando dos prismas con el ángulo refringente invertido, el primero la descompone y el segundo la recompone. 2.º Por medio de un espejo cóncavo ó una lente convexa se consigue tambien la luz blanca en el foco principal de aquellos cuerpos, y 3.º Los siete colores del espectro forman la luz blanca por medio del disco de Newton: este aparato

consiste en un disco de madera sobre el cual se hallan pintados cinco espectros consecutivos, poniendo este disco en movimiento de rotacion por medio de una cuerda sin fin, la retina recibe simultáneamente la impresion de los siete colores y entonces el disco aparece blanco.

Se dá el nombre de colores complementarios á los que reunidos forman el blanco; cada color tiene su complementario correspondiente; porque no siendo blanco le falta siempre algo para formarle. El espectro solar posee propiedades luminosas, caloríficas y químicas, el mayor poder de iluminacion está en el amarillo; el mayor poder calorífico en el rojo; y el mayor poder químico en el violado.

El espectro no presenta continuidad en sus colores, resultando de aquí un gran número de bandas oscuras que se llaman rayas del espectro.

Las lentes cuando se hallan situadas á una distancia dada del ojo, tiene el inconveniente de producir imágenes cuyos contornos están coloreados; á este fenómeno se le ha llamado aberacion de refrangibilidad. Para corregirle se acromatizan los prismas y las lentes entendiéndose por acromatismo el fenómeno de la refraccion de la luz sin dispersion. Un prisma se acromatiza colocando otro al lado con el ángulo refringente invertido y una lente si es convexa se acromatiza colocando otra cóncava y vice-versa.

LECCION 45.

SUMARIO.

El órgano de la vision considerado como instrumento de óptica, defectos que presenta.

El órgano de la vision en el hombre está constituido por el ojo, este es doble y forma un perfecto aparato óptico, en el que se produce la vision recibiendo los rayos de luz reflejados por los cuerpos, cuyos rayos pintan el objeto en una membrana que recibe una sensacion de ellos trasmitiéndose al cerebro por medio de un nervio especial llamado nervio óptico.

El ojo tiene la forma de un globo esférico, se halla situado en la parte anterior de la cara en dos puntos ó cavidades simétricas llamadas órbitas y le protejen los músculos, párpados, pestañas, cejas y lágrimas. Este globo está formado por varias membranas concéntricas sobrepuestas; la mas exterior dividida en dos porciones, una blanca, dura, sensible, que se llama córnea opaca; otra que forma un segmento esférico en la parte anterior, trasparente y sensible que se llama córnea trasparente; interior á la córnea opaca se halla la coroidea, é interior á aquella la retina. La capacidad interior del ojo está dividida en dos cámaras por medio de un tabique, iris, inserto en la separacion de las dos córneas, pero taladrado por un orificio que se llama pu-

pila que permite la comunicacion entre las dos cámaras. Tres humores de diferente refrangibilidad llenan estas cámaras: la anterior la ocupa el humor acuoso, la posterior el humor vítreo é inmediatamente despues de la pupila se halla colocada una lente biconvexa llamada cristalino. El ojo por consiguiente puede considerarse como una cámara oscura provista de una lente con su diafragma delante, siendo la retina no solo el plano donde se pintan las imágenes sino tambien un órgano sobre el cual causan sensaciones los rayos luminosos. El efecto es por consiguiente el mismo por el que se forma una imagen conjugada en una lente biconvexa, hallándose situado el objeto en el otro foco conjugado. Los objetos se pintan invertidos y sin embargo los vemos directos, no habiendo aun explicado convenientemente este fenómeno; tambien se pintan dobles y les vemos sencillos suponiendo que los nervios ópticos se cruzan antes de llegar al cerebro, no recibiendo por consiguiente mas que una sensacion.

El eje óptico del ojo es su eje de figura, el ángulo que forman los ejes ópticos de los dos ojos se llama ángulo óptico y el ángulo visual es el formado por los ejes secundarios de los puntos extremos de un objeto. El ojo tiene la propiedad notable que no posee ningun instrumento de óptica, de adaptarse á todas distancias y de no ser perfectamente acromático como se habia supuesto.

Segun la distinta perspectiva con que cada

ojo ve un objeto, así se aprecia el relieve de los cuerpos; en este principio está fundada la construcción del aparato llamado estereoscopio. Las experiencias de Wheatstone demuestran que la perspectiva de los objetos es distinta con cada ojo, porque se refiere á su eje óptico; es decir que los dos ojos no perciben una imágen exactamente igual del objeto, del mismo modo que no percibimos la misma si cambiamos de posición para mirar á un cuerpo cualquiera. Por eso el efecto que se produce en el estereoscopio es el de ver los objetos en relieve, siendo la ilusión completa y sorprendente cuando las perspectivas están bien preparadas. También se observa con el mismo aparato una imágen de la luz blanca, cuando se colocan discos alumbrados ó pintados con dos colores complementarios.

El ojo que dura la impresión ó sea, por la persistencia de las imágenes en la retina ha podido construirse un aparato de Física recreativa conocido con el nombre de Fenakistiscopio.

Este órgano según la densidad y refrangibilidad de sus humores, según la mayor ó menor curvatura de la córnea y del cristalino, presenta varios defectos entre los que son más importantes la miopía; la presbicia, la diplopía y la acromatopsia. La causa de la miopía es la gran convexidad de la córnea ó del cristalino; se remedia este defecto usando lentes cóncavas. La causa de la presbicia es debida á que no siendo el ojo bastante convergente, la imágen de los objetos

se forma delante de la retina; se corrige este defecto usando lentes convergentes. La diplopia hace ver imágenes dobles de los objetos y la acromatopsia no permite distinguir los colores ó al menos algunos de ellos.

LECCION 46.

SUMARIO.

Instrumentos de óptica, cámara oscura, aplicaciones.—Cámara lúcida, linterna mágica.—Microscopio solar, microscopio simple, microscopio compuesto.

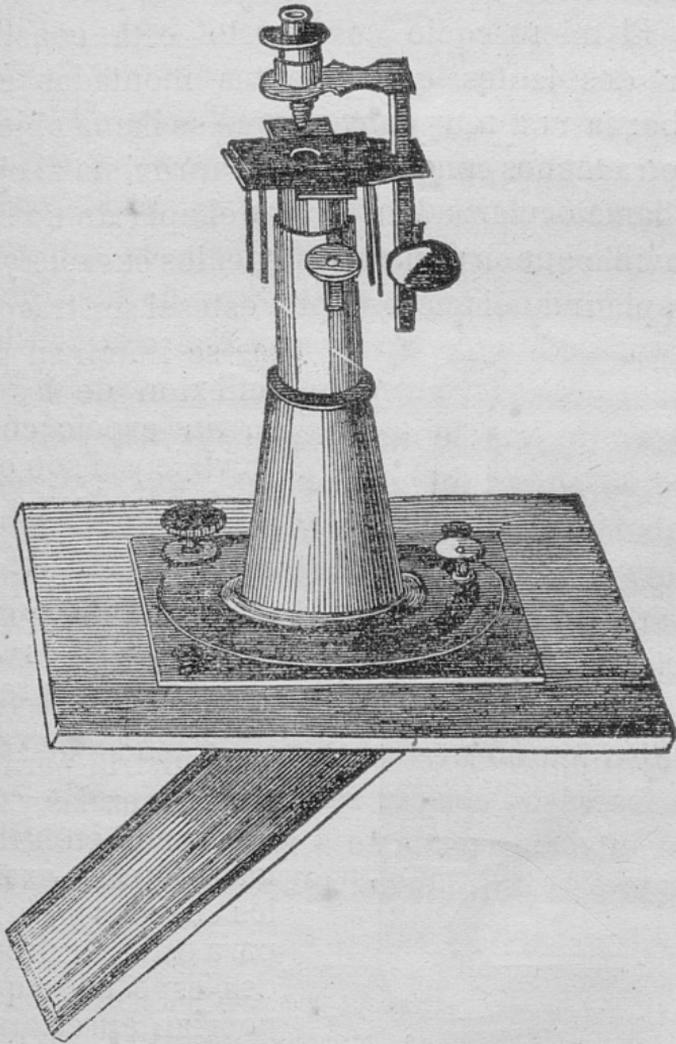
Muchos son los instrumentos ópticos cuya construcción estriba en los principios generales espuestos; pero los mas importantes y de mayor número de aplicaciones son los siguientes: la cámara oscura que consiste en un espacio mas ó menos grande cerrado y pintado de negro en su interior y que lleva en una de sus paredes una abertura con una lente destinada á dejar entrar los rayos de luz; estos en el interior de la cámara caen sobre un espejo plano inclinado 45° con el objeto de cambiar la dirección horizontal en vertical y despues de este cambio caen sobre un vidrio deslustrado donde se pintan reducidos pero con todos sus colores y formas; otras veces el espejo está sustituido por un prisma. Este aparato sirve para dibujar vistas, paisajes, etc., y se emplea principalmente algo

modificado para obtener las imágenes fotográficas por la acción de la luz sobre ciertos cuerpos alterables.

La cámara lúcida es un aparato destinado también á dibujar los objetos y está formada por un prisma cuadrangular cuyos ángulos tienen los valores siguientes: uno recto, otro de 135° y los dos restantes de $67^{\circ}5$, cada uno; este aparato por lo incómodo es de poco uso, teniendo la ventaja de ser sencillo y de poco volumen. (1) La linterna mágica es un aparato que sirve para pintar la imagen de un objeto muy ampliada sobre un plano exterior; está formada comunmente por una linterna prismática de hoja de lata, dentro de la cual existe una lámpara con un reflector cóncavo, el que envía los rayos reflejados al foco de una lente plano convexa: delante de este se sitúan invertidas las figuras ú objetos pintados en un vidrio y una segunda lente situada delante los amplifica de una manera considerable. El microscopio solar es una verdadera linterna mágica en el cual está reemplazada la lámpara por la luz solar, se compone de un tubo que se fija en una ventana, de modo que cayendo los rayos solares sobre un porta-luz movable son enviados por este á una lente biconvexa situada á la entrada del tubo; ésta lente recoge los

(1) La linterna mágica fué inventada por el padre Kircher, jesuita alemán. El aumento que produce este aparato es el mismo que dán las lentes, es decir, que está en la relación de las distancias de la lente á la pantalla y al objeto.

rayos que van á otra lente y esta los reúne en su foco, donde se coloca el objeto entre dos cristales; los rayos de este objeto que está muy iluminado son recogidos y dispersados por otras dos lentes, llegando así á formar la imágen invertida y de gran tamaño sobre un plano blanco.



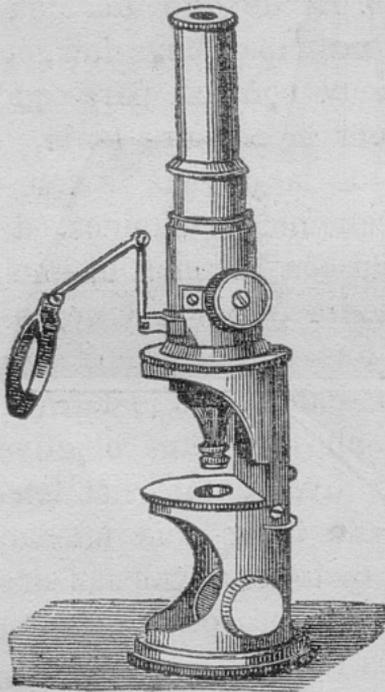
Microscopio solar.

Tanto este microscopio como el simple y el

compuesto están destinados á producir imágenes de los cuerpos mucho mayores que estos. El microscopio simple no es mas que una lente biconvexa, la cual como hemos visto produce una imagen mayor y virtual del objeto, de suerte que esta lente montada en una armadura cualquiera sirve como microscopio simple.

El microscopio compuesto está constituido por dos lentes convergentes montadas en un tubo: la una muy convexa que se llama objetiva y la otra menos convexa que se aproxima al ojo que se llama ocular; además lleva el aparato un sostén movable que sirve para sostener los cuerpos y se llama platina del microscopio; estos si son trasparen-

tes se iluminan por la reflexion de los rayos en un espejo cóncavo movable y si son opacos por medio de una lente. La forma y disposicion de los microscopios es muy variada, pero en todos los casos es un instrumento precioso, de mucha aplicacion en la industria para reconocer mezclas y falsificaciones, en Historia natural para examinar los cuerpos y en Fisica para estudiar propiedades especiales que no podrian apreciarse sin él.



Microscopio compuesto.

LECCION 47.

SUMARIO.

pa 63

Telescopios, anteojo astronomico y terrestre, anteojo de Galileo.—Telescopios de reflexion.—Doble refraccion, interferencia, difraccion, polarizacion.—Origen de la luz.

Los telescopios sirven para ver los objetos muy lejanos y algunos especialmente para observar los cuerpos celestes; se consideran como tales aparatos el anteojo astronómico que tiene un objetivo que recibe los rayos paralelos del astro que se observa y forma de este una imagen invertida en el foco principal, cuya imagen se mira con otra lente muy convexa para que amplifique la producida por la primera lente.

El anteojo terrestre ó de larga vista le constituyen dos anteojos astronómicos reunidos, de donde resulta que por esta combinación la imagen aparece en su verdadera posición y no invertida como se produce en aquel.

El anteojo de Galileo ó de teatro le forman dos lentes colocadas en un tubo, una objetiva convergente y otra ocular divergente; estas lentes se hallan dispuestas de modo que puedan aproximarse una á otra y tambien se colocan dos tubos unidos uno para cada ojo, constituyendo los que se llaman gemelos.

Todos estos aparatos se llaman telescopios por refraccion; pero existen otros de reflexion

en los cuales las rayos del objeto se reflejan una ó dos veces en espejos cóncavos, formando imágenes que se amplifican con lentes convexas; los mas principales de esta son: el de Newton, el de Gregory y el de Herschell, variando en todos ellos muy poco su forma y construcción.

Un número considerable de sustancias diáfanas tiene la propiedad de duplicar los objetos que se miran al través de ellas en ciertas direcciones; es decir; que el rayo luminoso que parte de estos objetos se divide en dos al atravesar uno de estos cuerpos. Los cristales que presentan esta propiedad doble refracción de la luz, se llaman birrefringentes y el fenómeno que mejor la presenta es el espato de Islandia.

Esta propiedad no la presentan los cuerpos que cristalizan en el sistema cúbico, lo mismo que los que no cristalizan como el vidrio.

Se llaman ejes de doble refracción las líneas en cuya dirección no se percibe mas que una sola imagen del objeto; estas direcciones pueden ser una ó dos, por eso hay cristales de uno y dos ejes; cristales de un eje son los de espato de Islandia y el cristal de roca, y cristales de dos ejes, el sulfato de hierro, el azúcar y el topacio del Brasil.

Se da el nombre de interferencias á la acción mútua que entre sí ejercen dos rayos luminosos, uno sobre otro, cuando se encuentran en un ángulo muy agudo y son emitidos por un mismo foco luminoso.

La difracción es una modificación que ex-

perimenta la luz cuando pasa rasando los bordes de los cuerpos ó cuando entra por pequeñas aberturas ó hendiduras, en cuya modificacion aparecen como doblados y penetran en el interior de la sombra.

Otra modificacion experimenta tambien la luz por la que los rayos, una vez reflejados ó refractados no pueden de nuevo volver á experimentar la reflexion ó la refraccion bajo ángulos determinados. A este fenómeno se le ha dado el nombre de polarizacion, porque para explicar estas nuevas propiedades de la luz se supone que las moléculas luminosas están dotadas de polos y ejes que, por la reflexion bajo un mismo ángulo, se colocan todas en una direccion.

Las fuentes ú orígenes principales de la luz son: el sol, las estrellas y demás cuerpos del sistema planetario, las acciones mecánicas principalmente la compresion, las combinaciones químicas, la fosforescencia de los cuerpos y la electricidad.

Las aplicaciones especiales de la luz se refieren especialmente á la fotografia y al alumbrado. La primera tiene por objeto fijar sobre placas metálicas de papel, porcelana, vidrio, hule, etc. las imágenes de los objetos con una gran exactitud; esta fijacion ha de ser permanente, no solo á la accion de la luz, sino al contacto ó roce con otros cuerpos. Como son muchos y variados hasta el infinito los procedimientos especiales que pueden emplearse con este objeto, espon-dremos en resúmen la marcha que se sigue en

uno de ellos, en las pruebas obtenidas en el papel, por ejemplo: Se toma con este objeto una hoja de papel delgado, se la corta en pedazos del tamaño que haya de tener cada prueba y se sumergen, por una cara, en una cuba de porcelana, que contenga una disolucion de seis partes de yoduro de potasio y una de bromuro de potasio y ciento de agua destilada, esta operacion puede hacerse á la luz. Enseguida se le baña, preservado de la luz, en una disolucion compuesta de diez partes de nitrato de plata, quince de ácido acético y ciento de agua destilada; asi preparado se le pega sobre un cristal del mismo tamaño para que pueda manejarse bien, y enseguida despues de seco se le espone á lá accion de la luz en la cámara oscura, variando mucho el tiempo de la esposicion, segun se trate de objetos animados ó inanimados. Al sacar la prueba de la cámara se revela la imágen por medio de una disolucion de ácido galico que la hace aparecer enseguida. Lavado despues el papel con mucha agua, se fija la imágen; esta operacion se hace colocando la prueba en una disolucion de 4 por 100 de bromuro de potasio, de modo que la cubra toda; se la tiene sumergida de diez á doce minutos y despues se la cubre con agua durante algunas horas.

Obtenidas las pruebas negativas se sacan las positivas, empleando un papel preparado al efecto por medio de la sal común y que se vende con el nombre de papel positivo; se le baña con una disolucion de 20 por 100 de nitrato de plata y

se seca; el papel así preparado, está en disposición de producir la prueba positiva; para esto se coloca sobre él la cara negativa y en contacto las dos superficies preparadas de ambos papeles, se las sujeta por medio de un chasis ó aparato que sirve para fijarlas, una de cuyas caras es de cristal, se pone al sol por esta cara el que penetra por las partes claras haciendo negras las del otro papel, mientras que las partes oscuras de la negativa absorben la luz dejando claros en el papel positivo; fijando después la imagen por diferentes procedimientos. Este proceder está hoy casi sin uso por haber sido sustituido por la fotografía, sobre vidrio, nueva fase de las artes gráficas por medio de la cual se evitan los inconvenientes del mal papel negativo y de su poca transferencia. Uno de los métodos que hoy se emplean más generalmente es el siguiente: se extiende sobre la superficie de un cristal bien plano y limpio una sustancia conocida con el nombre de colodion, que se forma disolviendo cinco partes de algodón pólvora en ciento de alcohol y ciento cuarenta de éter; al cabo de un minuto forma el colodion una capa tersa y opalina, susceptible de recibir en una cuba plana y de poco fondo una disolución de 12 por 100 de nitrato de plata y unas gotas de ácido acético; el cristal así preparado se expone á la acción de la luz, dependiendo el tiempo que ha de estar expuesto de intensidad de aquella y del objetivo que tenga la cámara oscura que se emplea pudiéndose calcular en general para los retratos

una esposicion de 25 á 30 segundos. Se hace aparecer la imágen, por medio de una disolucion de 35 por 100 de sulfato de hierro, sacándola y lavándola despues con mucha agua; la imágen se pone al instante negra que puede reforzarse con una disolucion de sulfidrato de amoniaco. Con estas pruebas negativas pueden obtenerse escelentes positivas por métodos análogos á los empleados en el papel.

Hoy se trabaja para convertir en planchas gravadas, las pruebas fotográficas obtenidas sobre metal ó piedra constituyendo entre otros procederes el foto-gravado á la gelatina, en el cual el fisico Boitevin trabaja sin descanso.

Otra aplicacion no menos interesante es la que se refiere al alumbrado por medio de cuerpos combustibles; estos cuerpos pueden ser sólidos, líquidos ó gases, fabricados al efecto. Los sólidos, son principalmente: el sebo ó grasa procedente de diversos animales, la esperma de ballena, la cera y otros productos estraidos por destilacion de las grasas y que constituyen los ácidos esteárico y margárico; para que estos diferentes cuerpos puedan arder necesitan una mecha, que es el punto donde se verifica la descomposicion del cuerpo, pero tienen el inconveniente de depositar bastante carbon el cual mancha los objetos sobre que se deposita, teniendo necesidad de cortar ó despabilar á menudo la mecha, lo que se evita en el dia, en las bujias que no son de sebo, trenzando la mecha ó torciéndola en el molde.

El alumbrado por líquidos se hace por medio de los aceites llamados grasos, como el de oliva, el de pescado, caza, algodón y algunos otros producidos por diferentes vegetales. Todos ellos se quemán en aparatos distintos, constituidos en general por un recipiente cualquiera de forma vária en el que se coloca el líquido y dentro de él se sumerge una mecha que por su capilaridad se hace subir al punto donde el calor produce la descomposicion y la llama; así se hace en los belones, candiles y lamparillas; pero hoy se emplean lámparas de diferentes formas, como las de Argana Girada, Thilorier, Cárcel y en las llamadas lámparas solares, en las cuales las mechas tienen forma de cinta ó cilindros huecos, que evitan en parte el mal olor y el tufo. Estas mechas se mueven por medio de aparatos distintos y su luz se refuerza por medio de aparatos de reflexion como pantallas, bombas, reverberos, etcetera.

El alumbrado por gas procede ordinariamente de la combustion del hidrógeno bicarbonado que es el gas que dá una luz mas clara y brillante y que puede obtenerse fácilmente destilando los aceites, grasas, resinas y sillas, siendo este último cuerpo el que mas se emplea por ser el mas económico. Los aparatos donde se fabrica, conocidos generalmente con el nombre de hornos de gas; aquellos donde se conserva llamados gasómetros y los destinados á quemarle, como los picos ó mecheros, varian notablemente segun el uso á que se les destina; no pudiendo

menos de citar los aparatos que se necesitan para saber la cantidad de gas que se consume en un punto dado y que se conocen con el nombre de contadores.

Por último, para completar las indicaciones generales de esta aplicacion diremos que se emplea tambien para el alumbrado, el gas de agua, la luz de hidrógeno y oxígeno, y la luz eléctrica que está llamada hoy á reemplazar á todos los sistemas conocidos por las ventajas que tiene respecto á su poder de iluminacion y á los menores inconvenientes que presenta, por no necesitar del oxígeno del aire para arder, evitando de este modo las esplosiones y los incendios.

LECCION 48.

SUMARIO.

Magnetismo, imanes, partes que hay que considerar en ellos, acciones recíprocas que ejercen unos sobre otros; hipótesis para explicar estos fenomenos.—Imantacion por influencia, ley de las atracciones y repulsiones magnéticas.

El magnetismo es un tratado especial de la Física que estudia la reunion de fenómenos derivados de una causa comun y que todos se refieren al hecho fundamental de la atraccion del hierro magnético para el hierro dulce. Los cuerpos que poseen esta propiedad se denominan

imanes, y son naturales ó artificiales segun que se encuentren espontáneamente dotados de estas propiedades ó se les haga adquirirlas por procedimientos especiales. En todo iman natural ó artificial cualquiera que sea su forma, la atraccion magnética se concentra en dos puntos separados el uno del otro por espacios á veces considerables, y en cuyo medio la atraccion magnética puede reputarse como nula; la linea donde esto se verifica se llama línea neutra y los puntos de mayor atraccion polos del iman.

Los polos de un mismo iman no ejercen acciones idénticas, sino que representan en ciertos casos un antagonismo evidente.

Los polos se designan con las palabras norte y sur ó polo boreal y austral, ejerciendo entre sí las acciones siguientes: si se colocan dos imanes libres y que puedan girar al rededor de un punto, uno enfrente de otro por su polo sur se verifica una repulsion; y si el uno tiene este polo en presencia del norte, del otro se verifica una atraccion, luego la accion mútua que entre si ejercen los polos, de los imanes puede formularse de esta manera: los polos del mismo nombre se repelen y los de nombre contrario se atraen.

La hipótesis para esplicar los hechos que preceden y los demás que pueden presentar los imanes es la siguiente: se admite la existencia en las dos mitades de un imán, de dos fluidos magnéticos distintos, llamando fluido boreal al que reside en el polo del mismo nombre y fluido

austral al que reside en el polo austral; se admite además que los dos fluidos preexisten en el hierro, en el acero y en general en todas las sustancias que se llaman magnéticas: estos flúidos por su reunion constituyen un flúido llamado neutro. Admitidos estos principios, los hechos principales del magnetismo se explican fácilmente. Por ejemplo, si un trozo de hierro está sometido á la accion del polo austral de un imán, su flúido neutro se descompone, el flúido boreal, contenido en el hierro, se dirige hácia el lado del polo austral del imán que le atrae y el flúido austral, repelido se dirige al lado opuesto, originándose por consiguiente los polos.

Si el cuerpo está en contacto directo, mientras este persiste, el hierro queda convertido en un imán verdadero, susceptible de atraer otro segundo trozo de hierro, á un tercero, etc., segun sea la fuerza del primero, mas si cesa el primer contacto la imantacion cesa; los cuerpos vuelven á su estado neutro y caen; esto se llama imantacion por influencia.

Las atracciones y repulsiones magnéticas se ejercen en razon inversa del cuadrado de la distancia, esta ley, demostrada por Coulomb la primera vez, se puede demostrar por medio de la balanza de torsion de aquel autor y por el método de las oscilaciones, deduciéndose fácilmente el principio sentado.

LECCION 49.

SUMARIO.

Magnetismo terrestre, accion de los imanes, meridiano magnético, declinacion, variaciones que presenta.—Brújula de declinacion, sus aplicaciones.—Inclinacion magnética, sus variaciones.—Brújula de inclinacion.—Sistemas astáticos.

Siempre que una aguja imantada puede girar libremente al rededor de un eje vertical, sea cualquiera la posición que tenga, la aguja se orienta ó toma la direccion de norte á sur, dirigiéndose constantemente un polo de la aguja hácia el mismo punto de la tierra. Esta experiencia nos hace admitir que la aguja obedece á una fuerza magnética mucho mas poderosa, cuya fuerza reside en la tierra y puede considerarse á esta como un gran imán, cuyo polo boreal terrestre está en el lado norte, y cuyo polo austral se encuentra en el sur, por eso los polos australes de los imanes se dirigen siempre al norte de la tierra, en virtud de la ley establecida por la accion mútua que entre sí ejercen los polos. El imán terrestre no comunica ningun movimiento de traslacion á los imanes libres, su accion es puramente directril; este hecho importante puede demostrarse por muchas experiencias, una de las cuales consiste en situar un

imán sobre un plano de corcho flotante en el agua, el corcho gira al rededor de la vertical hasta que la aguja toma la posición habitual de norte á sur, lo que prueba que las acciones magnéticas no pueden referirse á una fuerza única que sea horizontal. Las fuerzas que actúan sobre los imanes libres se supone que son dos formando un par de fuerzas magnéticas del globo que actúan sobre las agujas conservan siempre su intensidad, la misma dirección y el mismo punto de aplicación.

Se dá el nombre de meridiano magnético al plano que pasando por un punto de la superficie de la tierra pasa también por los polos de una aguja en equilibrio, movable al rededor de un eje vertical, la línea que aquel plano trazaria en la superficie del terreno se llama meridiana y el ángulo que forma la aguja imantada con la meridiana astronómica, ó lo que es lo mismo, las dos meridianas entre sí, se le llama declinación magnética; esta declinación es muy variable de un punto á otro, es occidental en unos puntos, oriental en otros en un mismo lugar, presenta infinitas variaciones, unas llamadas seculares porque se verifican en el trascurso de los siglos, otras anuales y diurnas y otras en fin que se llaman perturbaciones. Todas estas variaciones se observan en la brújula de declinación; este aparato está destinado á medir la declinación magnética de un lugar cuando se conoce el meridiano astronómico del mismo. Se compone de una caja de cobre en cuyo fondo se

halla un círculo graduado, en su centro se halla clavado un eje vertical sobre el cual se halla colocada una aguja imantada en forma de rombo prolongado y muy ligera; este aparato va montado sobre un trípode y lleva además un anteojo y otras piezas secundarias. Además de su aplicación especial, la brújula de declinación se usa convenientemente modificada en la marina, se usa también en todos los instrumentos geodésicos para la orientación de planos; terrenos, etc., es un aparato muy antiguo y no es fácil precisar de qué época data su invención.

Se llama inclinación de la brújula el ángulo que forma con el horizonte una aguja imantada, móvil al rededor de un eje vertical que pasa por su centro de gravedad, ó lo que es lo mismo, el ángulo que hace con el horizonte la fuerza magnética del globo aplicada al polo de la aguja. La inclinación magnética se mide por medio de la brújula de inclinación; en este aparato la aguja imantada es móvil sobre un círculo graduado vertical al rededor de un eje horizontal. El círculo mismo gira al rededor de un eje vertical que pasa por el centro de un limbo horizontal graduado, y en su rotación arrastra aquel una aliaza que se mueve sobre este último.

El conocimiento de la inclinación magnética determina la verdadera dirección de las fuerzas terrestres en el plano donde se actúa.

Los sistemas de dos agujas magnéticas sobre las cuales la tierra no ejerza acción direccional se llaman sistemas astáticos y se consiguen super-

poniendo dos agujas de modo que se correspondan por sus polos opuestos pero estando unidas por un eje comun invariable; por esta disposicion quedan casi totalmente destruidas las acciones contrarias de los polos de la tierra.

LECCION 50.

SUMARIO.

Diferentes métodos de imantacion por simple friccion, por contactos separados, por doble contacto, por la accion de la tierra, armaduras magnéticas.

Las barras de acero se pueden imantar, ya por el empleo de imanes naturales ó artificiales, ya por la sola accion de la tierra, ó sea en fin recurriendo á las corrientes eléctricas; los procedimientos que aquí deben estudiarse, son:

1.º El de simple friccion, que consiste en frotar el barrote que se quiere imantar con uno de los polos de un imán poderoso, verificando las fricciones siempre en un mismo sentido; cuando las fricciones se han repetido muchas veces y la barra no adquiere ya mas magnetismo se dice que está saturada.

2.º Para imantar por contactos separados se apoyan las estremidades de la barra de acero que se quiere imantar sobre los polos opuestos de dos imanes iguales, en seguida se toman con las manos otros imanes iguales, se los inclina

25° y se apoyan por sus polos opuestos en la parte media de la barra y se los hace frotar á la vez desde el medio á las estremidades.

3.º El proceder de doble contacto exige para la barra la misma preparacion que el método anterior; los imanes se mueven tambien inclinados, pero en lugar de hacerlo separados lo ejecutan marchando unidos desde el centro á un extremo, volviendo despues al centro por encima y partiendo desde este punto al otro extremo.

4.º Obrando la tierra como un iman, descompone por influencia el flúido neutro en el hierro dulce y el acero y provoca su imantacion; esta consecuencia de la teoría está de acuerdo con los resultados obtenidos por la experiencia; en efecto, colocando una barra de hierro cilindrica y en el estado neutro en una direccion paralela á la de la aguja de inclinacion, de modo que las fuerzas del par terrestre obren segun el eje de la barra, para lo cual esta deberá ser tambien perpendicular al plano del meridiano magnético, se ve por medio de una aguja de declinacion que la barra está dotada de polos y por consiguiente imantada, variando la posicion el magnetismo cesa.

En todos los imanes, cualquiera que sea su forma, el magnetismo libre tiende á desaparecer poco á poco bajo la influencia de causas estrañas. Se modifican ó remedian en parte estas causas de debilitacion, adaptando á las barras cuyo magnetismo no se quiere conservar, trozos de hierro dulce que se llaman armaduras, desen-

volviéndose en ellas polos de nombre contrario á los del imán, que obran por atracción de una manera continua sobre los de la barra imantada y se oponen á la recomposición mútua de los flúidos acumulados en ellos.

LECCION 51.

SUMARIO.

Electricidad, fenómenos fundamentales, flúido eléctrico.—Conductibilidad eléctrica, hipótesis de los flúidos eléctricos.

La parte de la física que estudia todos los efectos verificados por un agente particular imponderable, cuya principal propiedad es la acción atractiva, se ha llamado electricidad. El ámbar amarillo y el vidrio frotado con trozo de paño adquieren la propiedad de atraer á los cuerpos ligeros como el papel, hojas de oro ó plumas; la acción de atracción ejercida en estas circunstancias ha sido atribuida á un agente especial que también ha recibido el nombre de electricidad; la propiedad que este agente posee de repartirse sobre ciertos cuerpos y de ocupar toda su extensión por considerable que sea, ha conducido á la consecuencia de asemejar la electricidad á un gas que ha sido llamado fluido eléctrico.

La electricidad se divide en dos grandes grupos, uno que comprende los fenómenos que pre-

senta la electricidad estática ó en reposo, y otros que presenta la electricidad dinámica ó en movimiento. En el primer tratado la electricidad tiene por causa principal el frote y en el segundo las acciones químicas; en el primero se manifiesta por atracciones y repulsiones y en el segundo atraviesa los cuerpos bajo la forma de corriente.

Los cuerpos se dividen en buenos y malos conductores, segun que propagan fácilmente la electricidad á través de su masa, ó bien que no la propaguen; los mejores conductores son: los metales en general, el cuerpo humano, los líquidos, á escepcion de los aceites, el grafito, el carbon calcinado, el agua en vapor y todos los vegetales.

Los cuerpos malos conductores son: las resinas, gomas, vidrio, seda, lana, el azufre, los aceites y los gases secos; un cuerpo conductor en contacto con el suelo no conserva su estado eléctrico, por lo mismo es preciso sostenerle por un cuerpo mal conductor; estos aíslan á los cuerpos de toda comunicacion con el suelo y por eso se les ha llamado cuerpos aisladores; el vidrio, la goma laca y otros llenan bien este objeto pero es necesario que el aire que les envuelve esté seco, porque si está húmedo, los aisladores se recubren de humedad y se hacen buenos conductores.

Los físicos han admitido dos fluidos, el vítreo ó positivo y el resinoso ó negativo; el primero se desenvuelve cuando se frota el vidrio

con la franela y el segundo cuando se frota la resina con una piel de gato; la diferencia de estos fluidos se hace manifiesta por un péndulo eléctrico, aparato que consiste en una esfera de médula de sauco sostenida por una hebra de seda y suspendida de un pié aislado; de las experiencias verificadas con este aparato se deduce esta ley; las electricidades del mismo nombre se repelen, las de nombre contrario se atraen. Para explicar el desenvolvimiento de la electricidad por el frote, los físicos admiten que en todos los cuerpos existen las dos electricidades, unidas en proporcion tal, que la accion de la una es capaz de neutralizar la accion de la otra. A esta combinacion de los dos fluidos eléctricos se ha dado el nombre de fluido neutro; el frote y en general toda causa capaz de electrizar los cuerpos, no produce otro efecto que separar en parte los fluidos combinados; cuando dos cuerpos se frotan, en el uno se hace libre el fluido positivo, y en el otro el negativo, pero en los dos queda siempre fluido neutro no compuesto.

LECCION 52.

SUMARIO.

Medida de las fuerzas eléctricas, distribución de la electricidad, influencia de la forma de los cuerpos, pérdida de la electricidad.

Las atracciones y repulsiones de los fluidos eléctricos varían con la distancia que media entre los cuerpos; para medir la intensidad de estas fuerzas Coulomb ha construido un aparato fundado en la ley establecida por él; que las fuerzas de torsion son proporcionales á los ángulos de torsion. El aparato se llama balanza de Coulomb y se compone de un hilo metálico y una aguja de goma laca que lleva en una de sus estremidades un disco metálico. El todo se halla contenido en una caja de vidrio cilindrica que contiene la aguja y un tubo tambien cilindrico que encierra el hilo; la estremidad superior del tubo lleva un micrómetro y en el contorno de la caja existe una escala dividida en 360°. De las experiencias verificadas con un cuerpo electrizado que puede introducirse dentro de la caja, colocándole en presencia de la aguja de laca, se han deducido las dos leyes siguientes: 1.^a Las repulsiones eléctricas varían en razon inversa de los cuadrados de las distancias. 2.^a Las atracciones y repulsiones eléctricas son proporcionales á los productos de las cantidades de electri-

cidad que se distribuyen sobre los dos cuerpos que se atraen ó que se repelen.

La electricidad se acumula toda en la superficie de los cuerpos electrizados; este hecho se demuestra por la experiencia del modo siguiente: Si se carga de electricidad por un medio cualquiera una esfera metálica sostenida por un pié aislador y se la recubre despues con dos hemisferios huecos aislados por mangos de vidrio, se verifican los fenómenos siguientes al separar los hemisferios: 1.º Cada uno de ellos aproximado á un péndulo eléctrico le atrae, luego está electrizado. 2.º La esfera que habia sido electrizada no ejerce accion alguna sobre el péndulo, luego su electricidad se acumuló sobre los hemisferios que la recubrian; estos dos hechos manifiestan que la electricidad se acumula en la superficie de los cuerpos: pero esta no se verifica con regularidad en todos los puntos á no ser que la forma del cuerpo sea esférica; en un cilindro terminado por superficies esféricas, es mayor la cantidad de electricidad en los extremos que en el centro; en un cuerpo oval es mayor la acumulacion de la electricidad en el extremo mas adelgazado que en el mas grueso. Este último caso hace comprender la carga que debe poseer la estremidad de un tallo terminado en punta; basta considerar la punta como constituida por el extremo adelgazado de un óvoide prolongado; por consiguiente la carga que recibe un cuerpo terminado en esta forma es tan grande que no puede persistir en la superficie y se escapa en

virtud de la acción repulsiva que ejerce; por esta razón, situada una punta sobre el conductor de una máquina, esta no se carga, verificándose el mismo fenómeno cuando sin estar en la misma máquina se la tiene cerca de ella y en comunicación con el suelo. Por esta razón los instrumentos destinados á producir, recibir ó conservar la electricidad presentan siempre superficies redondeadas á escepcion de algunos casos especiales.

Las causas que mas generalmente originan la pérdida de la electricidad en la superficie de los cuerpos son: 1.^a La mayor ó menor conductibilidad de los aisladores que les sirven de apoyo. 2.^a La conductibilidad del aire. 3.^a La naturaleza de los cuerpos aisladores.

LECCION 53.

SUMARIO.

Electricidad por influencia, chispa eléctrica.
—Electrómetros, máquina eléctrica, su teoría.
—Efectos producidos por la electricidad des-
envuelta en las máquinas.

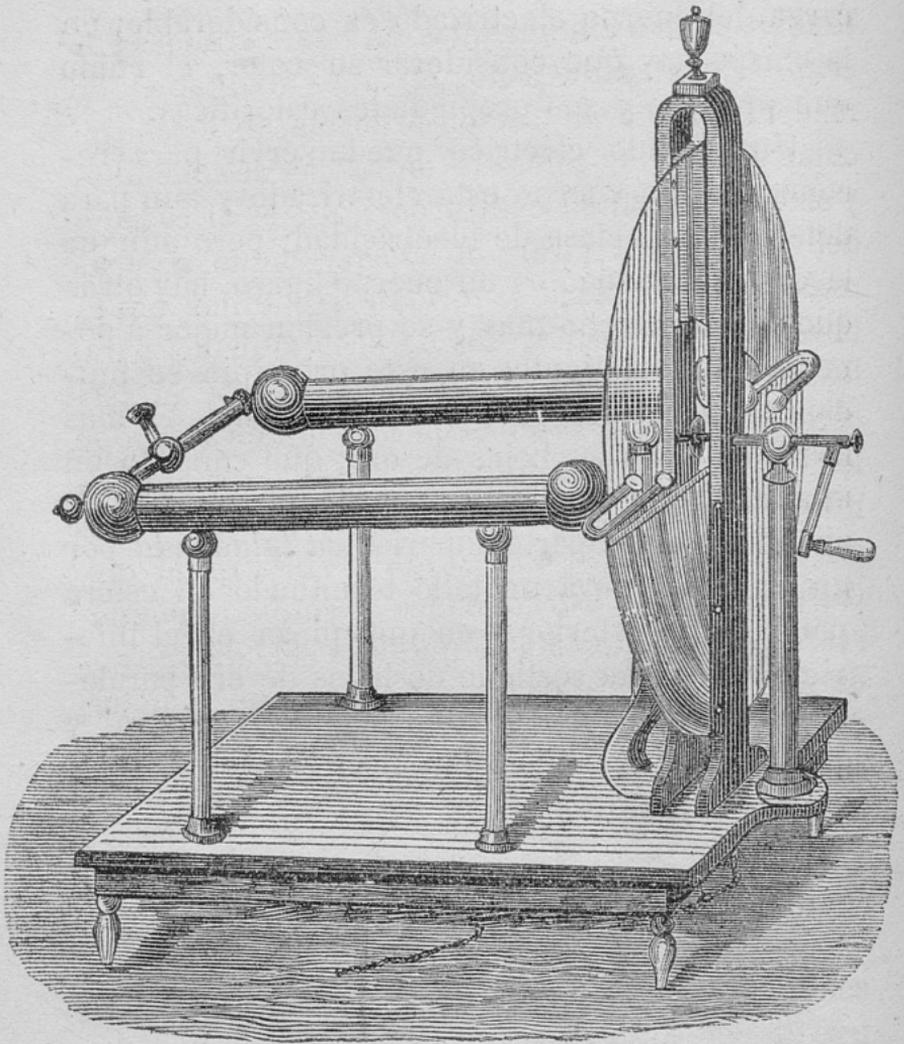
Un cuerpo buen conductor se carga de electricidad, á distancia, cuando está colocado próximo á un cuerpo electrizado. Los diversos resultados obtenidos cuando se varían las condiciones de la influencia que se produce en este caso, tiene tal importancia, que bien conocidos espli-

can todos los fenómenos de la electricidad estática. El estudio de estos fenómenos se hace con un aparato sencillo que consiste en un cilindro metálico, aislado y provisto en sus extremos de dos péndulos eléctricos; si este cilindro se sitúa en las inmediaciones del conductor de una máquina eléctrica se observa que en el momento en que el conductor está cargado de electricidad los dos péndulos del cilindro divergen el uno hácia la máquina y el otro en sentido opuesto; la electricidad ha sido pues polarizada y el fluido neutro descompuesto; para reconocer la naturaleza de los fluidos acumulados en los péndulos basta aproximar una barra de lacre frotada y se observa que mientras el péndulo mas próximo á la máquina es repelido el otro es atraído; luego el fluido acumulado en el primero es resinoso y vítreo el del segundo; por esa razón y en virtud de la ley de las atracciones eléctricas toman las posiciones indicadas.

Siempre que se aproxima un cuerpo conductor á otro fuertemente electrizado, salta una chispa antes de que los cuerpos estén en contacto; esta chispa no es otra cosa que la reunion á través del aire de las dos electricidades de nombre contrarios que se encuentran de frente á causa de los fenómenos de influencia ejercidos por el *conductor*; éste descompone el fluido natural del cuerpo, repele el del mismo nombre, atrae hácia sí el de nombre contrario y se recompone con el, dando origen á la chispa, que puede saltar á muchos decímetros de distancia cuando la

carga del cuerpo electrizado es considerable; en la chispa hay que considerar su color, el ruido que produce y sus propiedades caloríficas.

Un péndulo eléctrico puede servir para reconocer si un cuerpo está electrizado y aun para determinar la clase de electricidad; pero aunque la esfera de sauco es un cuerpo ligero, hay otros que lo son mucho mas y se prestan mejor á ponerse en movimiento, en este principio se fundan los electróscopos, entre los cuales el mas usado es el de las hojas de oro, que consiste en una campana de vidrio apoyada en un platillo metálico; en su parte superior *va taladrada por un orificio* y lleva un tallo terminado en esfera por la parte exterior y en una pinza en el inferior, esta pinza sostiene de hojas de oro paralelas cuando se encuentra en un estado natural y que divergen cuando están electrizadas.



Máquina eléctrica.

Los aparatos destinados á desarrollar la electricidad por el frote se llaman máquinas eléctricas; la que mas generalmente se usa es la llamada de disco y es debida á Ramsden; sus elementos principales son: un cuerpo frotante, un cuerpo frotado y un cuerpo donde se acumula la electricidad; el cuerpo frotante le cons-

tituyen cuatro almohadillas de cuero, rellenas de erin y situadas dos á dos en unos montantes de madera; el cuerpo frotado le forma un disco circular de vidrio, colocado entre las almohadillas y atravesado en su centro por un eje, al rededor del cual puede girar; el cuerpo donde se acumula la electricidad le forman tres tubos metálicos huecos aislados, dos de ellos situados paralelamente á los lados de la máquina, y el tercero destinado á establecer la comunicacion en los primeros; estos cilindros por el extremo que mira al disco terminan en dos arcos metálicos erizados de puntas que miran y abrazan al disco; en las otras estremidades terminan en esferas. La teoría de esta máquina es sencilla: girando el disco, le frotan los dos pares de almohadillas que están en contacto con él por una gran superficie: por el frote estas almohadillas se cargan de electricidad negativa que desaparece á medida que se desenvuelve, porque aquellas comunican con el suelo; el disco toma la electricidad positiva y esta se utiliza para cargar los conductores; cuando la porcion del disco electrizado se sitúa delante de las puntas se produce un fenómeno de influencia el fluido positivo de que aquel viene cargado obra sobre el fluido neutro de los arcos metálicos y de los conductores, atrae al fluido negativo que se escapa por las puntas neutraliza el fluido positivo del disco y el fluido positivo de los conductores es repetido por esta influencia y queda libre en la superficie de estos cuerpos; de esta manera la

máquina queda cargada con lá misma velocidad que el disco, pero no es la del vidrio, sinó la que se hace libre en los conductores.

Los efectos producidos por la electricidad desenvuelta en las máquinas se dividen en caloríficos, luminosos, mecánicos, químicos y fisiológicos; como ejemplo de los primeros puede citarse la inflamacion del alcohol, ether, pólvora, etc. de los luminosos sirvan de ejemplo la diferente luz de chispa segun los cuerpos que la producen, el baston mágico, cuadro mágico, etc., entre los mecánicos la danza eléctrica, el campanario eléctrico, el granizo y el molinete eléctrico, son los mas principales; y entre los químicos merece especial mencion la combinacion del oxígeno y del hidrógeno en el pistolete de Volta, todas estas esperiencias están fundadas generalmente en la influencia que ejerce la electricidad acumulada en los conductores, sobre cuerpos que se hallan en estado neutro.

LECCION 54.

SUMARIO.

Electricidad disimulada ó latente: Condensadores; su teoria; descarga lenta ó instantánea.—Cuadro fulminante; Botella de Leyden; Baterías.—Efectos producidos por la descarga de la botella ó de las baterías eléctricas.—Electricidad desenvuelta por el calor y la presion.

Se dá el nombre de electricidad disimulada ó latente al estado de neutralidad que presentan

los dos fluidos eléctricos cuando se hallan acumulados en la superficie de dos cuerpos conductores, separados por una lámina delgada de vidrio. El mas sencillo de los aparatos que sirven para hacer manifiesta esta electricidad, es el condensador de Epinus; consiste en dos platillos metálicos y una lámina de vidrio; los platillos llevan dos péndulos y tanto aquellos como la lámina de vidrio están sostenidos por pies no conductores; de esta manera pueden separarse ó aproximarse los platillos á la lámina. Para acumular la electricidad en el condensador se ponen en contacto los tres cuerpos y por medio de dos cadenas metálicas se hace comunicar uno de los platillos con el suelo y el otro con el conductor de la máquina, el platillo que está en comunicacion con la máquina se electriza positivamente; el fluido positivo de este disco obra por influencia á través del vidrio sobre el otro platillo, atrae hácia sí el fluido negativo y repele el positivo que es conducido al suelo. La cantidad de electricidad que puede acumularse en cada platillo del condensador es proporcional á la intensidad de la máquina y á la superficie de los platillos. Cuando se interceptan las comunicaciones con la máquina se vé la diferente divergencia de los péndulos y esta nos hace conocer la disimulacion de la electricidad que es mayor en un platillo que en otro; para descargar este aparato lentamente se tocan alternativamente con el dedo los dos platillos y se obtienen pequeñas chispas que van disminuyendo la cantidad

de electricidad; pero si se quiere descargarle de un golpe ó instantáneamente se aproximan dos arcos metálicos aislados, que constituyen un escitador, á los dos platillos tocando primero al uno y despues al otro y en el momento se re-componen las dos electricidades dando origen á una chispa.

Se dá el nombre de cuadro fulminante á un condensador formado simplemente por una lámina de vidrio cuyas dos caras están cubiertas de una lámina de estaño; es en una palabra el mismo condensador de Epinus con la diferencia de que las láminas metálicas son muy delgadas. Este aparato se carga y descarga como el anterior y tiene la ventaja de adquirir una carga mas considerable que aquel, porque las láminas metálicas pegadas al vidrio están mucho mas aproximadas que los platillos, asi es que cuando se le descarga se obtiene una chispa considerable.

La botella de Leyden es un condensador como el anterior, á escepcion de la forma; consiste en un frasco de cuello estrecho que contiene hojas de cobre ó estaño. Estas representan uno de los platillos del condensador, comunican con el exterior por el intermedio de un tallo metálico terminado en esfera en el exterior y en punta en el interior; este tallo se halla fijo al cuello del frasco por un tapon de corcho. La superficie lateral del frasco está cubierta por una lámina de estaño y ésta representa el otro platillo del condensador. Se dá el nombre de armaduras de la botella á los cuerpos conductores separados

pa

por la lámina aisladora; para aislarlas mejor se barniza el cuello del frasco con lacre disuelto en alcohol. La botella se carga por la armadura interna ó por la esterna; y su teoría, así como el modo de descargarla, es en un todo igual á la del condensador que sirve de principio fundamental. La electricidad en la botella no reside en los metales sino sobre la lámina aisladora, lo cual se demuestra por medio de la botella de armaduras movibles. pa

El tamaño de las botellas no es indefinido, no puede pasar de ciertos límites, por esa razón la cantidad de electricidad que en ellas puede acumularse es también limitada; este inconveniente se ha vencido reuniendo muchas botellas que comuniquen entre sí por medio de armaduras metálicas tanto en su interior como en su exterior, constituyendo de este modo lo que se llaman baterías eléctricas, las cuales se cargan como una botella sola.

Con estas botellas y baterías se pueden producir efectos mucho más intensos que con las máquinas; por la gran cantidad de electricidad que partiendo de ellas atraviesa los cuerpos; así es que se funden los hilos y láminas metálicas particularmente el oro; se atraviesa ó perfora el vidrio y la madera; se hacen sentir violentas conmociones en los seres vivos, y aun puede producirse en ellos la muerte si la batería es de mucha potencia; y en fin que producen los mismos efectos que con las máquinas; pero con mucha mayor intensidad.

El calor ó la presión son susceptibles de desarrollar también la electricidad presentando propiedades notables en este sentido la turmalina y el espató islandico.

LECCION 55.

SUMARIO.

Galvanismo, teoría de Volta, pila de Volta, tensión, polos reóforos y corriente, diferentes formas de pilas.—Causas de la debilitación de las corrientes en las pilas de un líquido.

Hasta aquí hemos estudiado los fenómenos producidos por la electricidad llamada estática ó sea la que pasa de un cuerpo á otro en forma de chispa; pero existe otra parte de la física que tiene por objeto el estudio de los fenómenos producidos por la electricidad dinámica ó en movimiento; á esta parte se le ha dado el nombre de Galvanismo.

Los físicos Galvani y Volta fueron los fundadores de la electricidad dinámica; según el último la electricidad se desarrolla en el contacto de dos cuerpos produciendo una fuerza que designa con el nombre de electromotriz, cuya fuerza se opone á la recomposición de las dos electricidades acumuladas en los cuerpos que se tocan; no todos los cuerpos desarrollan con el contacto la misma cantidad de electricidad y por eso Volta los dividió en cuerpos buenos electro-

motores y cuerpos *electromotores* débiles; entre los primeros son los mejores el cobre, zinc y carbon calcinado; entre los segundos los líquidos y los cuerpos no metálicos son los mas caracterizados. La produccion de electricidad solo por el contacto, conforme Volta lo suponía en su teoría, no puede admitirse hoy; porque vários físicos han demostrado que en toda accion química hay produccion de electricidad y por tanto se ha deducido que estas acciones y no el contacto son la causa del desarrollo de electricidad que en estos casos se observa. Una vez conocido el fenómeno de la produccion de la electricidad cuando se ponen en contacto dos cuerpos metálicos sumergidos en un líquido que en un principio se supuso simple conductor y que despues se sospecha con fundamento es parte integrante de la reaccion que dá origen al fluido; fué preciso disponer aparatos destinados á desarrollar la electricidad dinámica ó en forma de corriente, á estos aparatos se les ha dado el nombre de pilas, siendo la primera que se construyó debida á Volta. Se compone de una série de discos de cobre, zinc y paño humedecido con agua acidulada, colocados en forma de pares unos sobre otros; cada par le constituyen tres discos uno de cada clase y todos se colocan en un pié con tres barras de vidrio destinadas á mantenerle en la posicion vertical; por cuya razon á esta pila se la ha denominado de columna. Si la pila comunica con el suelo por el cobre, se carga de electricidad positiva y si por el zinc de electri-

cidad negativa; cuando está aislada contiene simultáneamente las dos electricidades. En la pila hay que considerar su tension, sus polos, los reóforos y la corriente, se llama tension á la tendencia que posee la electricidad acumulada en sus estremidades á desprenderse y vencer los obstáculos que se oponen á su movimiento, esta tension depende del número de pares, asi como la cantidad de electricidad que desarrolla una pila depende de la estension superficial de los mismos pares. Los polos son los dos extremos de la pila donde se acumula en uno el fluido positivo y en el otro el negativo. Los reóforos son los alambres metálicos que sirven para poner en comunicacion los polos y cerrar el circuito, y por último se dá el nombre de corriente al movimiento de la electricidad en el interior de la pila y en los reóforos, marchando en estos del zinc al cobre y en la pila del cobre al zinc, siendo positiva la primera y negativa la segunda.

La pila de columna no se usa en la actualidad porque presenta varios inconvenientes entre los cuales merecen señalarse los siguientes: es muy larga la operacion de armarla; el líquido escurre por el peso de los pares y la pila queda seca produciendo además corrientes en la superficie exterior por la comunicacion que se establece en los pares. Por lo tanto fué preciso modificarla, lo que se consiguió construyendo las pilas de artesa, de Wollaston, de corona etc. La pila de artesa es la misma que la de columna con la diferencia que los pares están verticales,

soldadas por sus bordes las láminas de zinc y cobre que los constituyen y colocados en una artesa de madera barnizada con un cuerpo aislador, entre cada par queda un espacio que se llena de líquido conductor. La de Wollaston reconoce como principal modificación el que cada par se sumerge en un vaso y la estension superficial del cobre es doble que la del zinc, colocando aquel envolviendo á este, pero sin tocarle; tiene esta pila la ventaja de que pueden sumergirse los pares á voluntad en cuyo caso la pila se pone en actividad, ó pueden permanecer fuera y entonces la pila está inactiva.

Las causas que mas debilitan y hasta anulan las corrientes eléctricas en estas pilas son: 1.^a La oxidacion del zinc y la neutralizacion del líquido conductor por las sales que disuelve. 2.^a La presencia de corrientes inversas de la principal. Y 3.^a La irregularidad de los líquidos ácidos cuando son mas débiles en unos vasos que en otros.

LECCION 56.

SUMARIO.

Pilas de corriente constante.—Efectos de la electricidad dinámica.

Los cambios que puede sufrir una pila por las causas enunciadas en la leccion anterior; debilitan poco á poco su corriente y concluyen por aniquilarla completamente. Daniell llegó á com-

binar estas variaciones de la corriente y á construir pilas que se llaman constantes por la duracion de sus corrientes. El fundamento de la pila de Daniell estriba en que todas sus partes se reconstituyen como estaban en su primitivo estado, á medida que en ellas se produce una modificacion. Los elementos que constituyen esta pila son dos sólidos, el cobre y el zinc, y dos líquidos, sulfato de cobre disuelto en agua, y agua acidulada con ácido sulfúrico. Una de sus várias disposiciones es la siguiente: En un vaso de vidrio se coloca la disolucion de sulfato de cobre y dentro de ella un vaso de cobre, en el interior de este se coloca un vaso poroso donde se echa el agua acidulada y dentro de ella se sumerge un cilindro de zinc; esto constituye un elemento. A causa de la porosidad del vaso que contiene el agua acidulada, una capa continua de líquidos separa al zinc del cobre y el aparato ofrece una série de metales y líquidos que constituyen una pila: La descomposicion que sufre el sulfato de cobre, la combinacion del ácido sulfúrico, con el zinc y otras diferentes reacciones químicas que no podrian comprenderse por la falta de las nociones elementales de química, son las causas que producen la electricidad en esta pila. Grove y Bunsen han construido pilas tambien de esta clase; los elementos de la primera son el zinc, el platino, el ácido nítrico y el agua acidulada con ácido sulfúrico; los de la de Bunsen son el zinc, el carbon y los mismos líquidos que en la anterior, dando á todas ellas

una disposicion análoga á la descrita en el elemento de Daniell.

En todas las pilas la intensidad de la electricidad no es tan grande como en las máquinas eléctricas; pero obrando de una manera continua, los efectos son mas importantes y de grandes aplicaciones; como las máquinas, producen efectos caloríficos, luminosos, fisiológicos y químicos. Los efectos caloríficos se producen por la cantidad de electricidad y no por la tension, por ella se calientan, enrojecen y funden los metales aun aquellos que como el platino se han resistido mas á los fuegos ordinarios; los efectos luminosos se manifiestan cuando se ponen muy próximos los reóforos de una pila, en cuyo caso se ven saltar una serie de chispas muy pequeñas pero de una luz muy viva; si los reóforos terminan por dos conos de carbon calcinado y se aproximan á una distancia determinada se forma un arco luminoso de una intensidad tal que solo es superada por el sol. Los efectos fisiológicos son infinitamente variados segun se aplican los reóforos á los diferentes órganos del gusto, oido, vista, etc., marcándose por sensaciones mas ó menos violentas y por sacudidas bruscas que se producen sin interrupcion si la accion es continua.

LECCION 57.

SUMARIO.

Electro-química, descomposicion de los óxidos metálicos: descomposicion de las sales; aplicaciones electro-químicas.

La parte especial de la electricidad que se ocupa de las descomposiciones y composiciones de los cuerpos ha recibido el nombre de electro-química.

El primero de los efectos quimicos obtenidos por la pila ha sido la descomposicion del agua; esta esperiencia se verifica en un aparato llamado Voltmetro, que consiste en un vaso tala-drado en su fondo para dejar pasar dos alambres de platino, los cuales están aislados por un mastic aislador, en el vaso se coloca agua acidulada para hacerla cuerpo mas conductor y sobre los alambres se colocan dos campanitas de vidrio invertidas y llenas tambien del mismo líquido; poniendo en contacto la estremidad exterior de los alambres con los reóforos de una pila se observa inmediatamente el desprendimiento dentro de las campanas de una porcion de burbujas de gas, cuyo volúmen despues de algun tiempo es doble en una campana que en la otra; reconocidos estos gases dan por resultado ser hidrógeno el de mayor volúmen y que comunica con el polo negativo, y oxígeno el otro que co-

munica con el polo positivo; por lo tanto esta descomposicion es un verdadero análisis de cantidad y cualidad para los elementos que constituyen el agua.

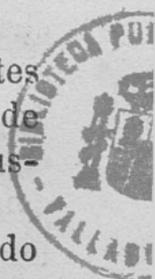
Los óxidos metálicos se descomponen, lo mismo que el agua, por las corrientes, trasportando el oxígeno al polo positivo y el metal al negativo.

Las sales se descomponen tambien unas veces parcial y otras completamente; si el ácido y el óxido son estables, se separan dirigiéndose el ácido al polo positivo y el óxido al negativo.

Si el ácido es poco estable se descompone á su vez, dirigiéndose el oxígeno con el óxido al polo positivo y el metal al negativo.

Por estas descomposiciones las corrientes electro-dinámicas han llegado á hacerse uno de los agentes mas poderosos en los talleres industriales.

La galvanoplástia, la electrotipia y el dorado y plateado galvánico son aplicaciones muy importantes. Se dá el nombre de galvanoplastia á la precipitacion del cobre y de algunos otros metales, obtenidas por corrientes eléctricas; el metal depositado queda unas veces adherente al objeto que le ha recibido y otras se separa con facilidad. El principio en que estriban estas operaciones es el siguiente: si el cuerpo que hemos de descomponer es una disolucion concentrada de sulfato de cobre y se sumergen en ella las dos estremidades libres de los electrodos de una pila cargada, la sal se descompone así como el



óxido metálico; el ácido sulfúrico se dirige con el oxígeno al polo positivo, y el cobre se dirige al polo negativo, formando sobre un molde hueco ó en relieve una capa mas ó menos gruesa, segun el grado de saturacion de la sal, la duracion de la inmersion, la fuerza de la pila, la temperatura y algunas otras causas; como á medida que se deposita el cobre se debilita la disolucion, se coloca en el polo positivo una placa de cobre que vaya disolviéndose en el ácido que queda libre, á lo que se dá el nombre de electrodo soluble.

Se dá el nombre de electrotipia al arte que tiene por objeto reproducir los clichés y las planchas grabadas, ya en hueco ó en relieve, que sirven para la impresion.

Los detalles espuestos sobre la descomposicion electro-dinámica del sulfato de cobre hacen concebir fácilmente los medios que pueden emplearse para depositar sobre un metal comun una capa de oro ó plata, constituyendo el plateado y dorado galvánicos. En general se puede aplicar un metal sobre otro en una capa continua, delgada y adherente.

Las condiciones principales de estas precipitaciones se reducen á las siguientes: los metales que han de recubrirse no deben tener accion sobre los líquidos que sirven de baños; los baños deben ser siempre conductores y estar igualmente saturados; la temperatura de los baños debe ser constantemente de 15° á 20°.

LECCION 58.

SUMARIO.

Electro magnetismo; efectos magnético de la pila; galvanómetros.—Acciones de las corrientes sobre los imanes y de estos sobre aquellas.

Se dá el nombre de electro-magnetismo á una parte de la electricidad que tiene por objeto estudiar los fenómenos que dependen de la accion mútua que ejercen las corrientes sobre los imanes y estos sobre aquellas. El primer fenómeno electro-magnético fué descubierto por Ørsted; este fenómeno se observa de la manera siguiente; se sitúa una aguja magnética sobre un eje y se hace pasar una corriente paralela á la direccion de la aguja por encima ó por debajo de ella, y se obtienen cuatro posiciones diferentes de la misma aguja segun que la corriente entre por los polos boreal ó austral, tendiendo en todos los casos á colocarla en cruz con la corriente. Mas siendo muy difícil retener en la memoria los diferentes resultados de la esperiencia de Ørsted; Ampere por una ficcion muy ingeniosa llegó á comprenderlos todos en un ejemplo muy sencillo. Imaginó un observador echado paralelamente á la corriente de tal manera que esta entra por los pies y sale por la cabeza; mirando este observador siempre á la aguja, bien por encima ó por debajo; llamaba Ampere izquierda y derecha de la corriente á la izquierda y derecha

del observador situado de esta manera y reasumía todas las experiencias de Ørsted en estas palabras: «el polo austral de la aguja se dirige siempre hácia la izquierda de la corriente.»

La acción de la tierra que dirige la aguja haciéndola tomar la posición del meridiano magnético, representa una fuerza antagonista que se opone á la producción del movimiento que tiende á imprimirla la corriente y mientras una corriente puede poner á la aguja en cruz con ella, otra mas débil no la hace girar mas que una cantidad muy pequeña, y si es muy pequeña el movimiento es casi insensible. Por esta razón se propuso la idea de multiplicar la corriente sobre la aguja ideando un instrumento llamado Galvanómetro ó multiplicador; por este medio una corriente que produce movimientos casi imperceptibles por la experiencia de Ørsted los manifiesta muy fácilmente y muy marcados. El Galvanómetro se compone de un hilo de cobre recubierto de seda y arrollado en muchas vueltas al rededor de un cuadro hueco en cuyo centro se halla situada la aguja imantada móvil al rededor de un eje vertical.

Las corrientes ejercen una acción sobre los imanes espresada en las dos leyes siguientes:

1.^a La influencia que una corriente ejerce sobre una aguja imantada se disminuye en razón inversa de la distancia.

2.^a La fuerza correspondiente á cada punto de una corriente, se halla en razón inversa del cuadrado de la distancia de los imanes.

La acción recíproca de los imanes sobre las corrientes se demuestra por medio de pilas flotantes, con las que se observa que sea cualquiera la posición que ellas tengan, las agujas imantadas movibles tienden siempre á ponerse en cruz con las corrientes conforme á la esperiencia de Ørsted.

LECCION 59.

SUMARIO.

Electro-dinámica; denominacion de las corrientes; leyes de la acción de las corrientes unas sobre otras; acción de la tierra sobre las corrientes; solenoides.

Se dá el nombre de electro-dinámica á la parte de la electricidad que estudia los fenómenos producidos por la acción de las corrientes unas sobre otras, y la acción de la tierra sobre estas corrientes.

La marcha de la electricidad en los hilos conductores es lo que generalmente se denomina corriente; pero tambien se dá este mismo nombre á los alambres conductores; las corrientes pueden ser fijas y movibles, rectas, circulares, sinuosas y espirales.

Las leyes de las corrientes son:

1.^a Dos corrientes que se mueven en la misma dirección se atraen, pero si marchan en sentidos opuestos se repelen.

2.^a Cuando dos corrientes se cruzan formando ángulos, las porciones que se aproximan ó se alejan del vértice del ángulo se atraen, las demás se repelen. Para establecer experimentalmente el primero de los principios que preceden se puede emplear una corriente suspendida que pueda girar libremente y presentarla otra corriente de la misma especie; á medida que se aproximan se observa una atracción siempre que las corrientes marchan en un mismo sentido, y una repulsión si marchan en sentidos opuestos.

El segundo principio se establece de una manera análoga por medio de corrientes movibles rectangulares, cuyos movimientos se verifican siempre en conformidad á lo enunciado; igual acción se ejerce cuando las corrientes son sinuosas.

Se dá el nombre de solenoide á un sistema de corrientes circulares paralelas, á las cuales se dá casi siempre el mismo radio; estas corrientes gozan de muchas propiedades muy notables; sus planos son perpendiculares á la línea que une su centro, y su eje se dispone ordinariamente en línea recta. Los solenoides verifican atracciones ó repulsiones con las corrientes circulares según la dirección de estas. Si se suspende un solenoide en un soporte, de modo que su eje sea horizontal y se presenta á sus extremos otro solenoide activo, se observan atracciones cuando las corrientes marchan en el mismo sentido y repulsiones cuando lo verifican en sentido contrario.

Estas esperiencias hacen presumir que existe una gran analogía entre los solenoides y los imanes: en efecto, un solenoide libremente suspendido y abandonado á sí mismo oscila lentamente y por último se fija en una posicion tal que su eje es paralelo á la aguja de declinacion, y si se le separa de esta posicion vuelve á recobrarla; en esta posicion la corriente en la parte inferior de las espiras marcha siempre de Este á Oeste.

Esta observacion notable hizo admitir que la superficie terrestre está rodeada por una corriente de la misma direccion que atrae la del solenoide y que deja á su izquierda el polo austral magnético del globo.

Estos fenómenos establecen una semejanza casi completa entre los imanes y los solenoides, y como consecuencia de ella podemos considerar á un imán cual si fuese un conjunto de solenoides en número infinito, cuyos ejes son paralelos á la línea de los polos. Por esta teoría se esplican los efectos magnéticos terrestres, admitiendo las corrientes eléctricas que circulan al rededor del globo, de Este á Oeste, perpendicularmente al meridiano magnético.

Estas corrientes originan la imantacion natural de los imanes.

LECCION 60.

SUMARIO.

Imantacion de las corrientes; electro-imanés. —Principio fundamental de la telegrafía eléctrica: diferentes especies de telégrafos eléctricos.

Siempre que una sustancia magnética está sometida á la accion de una corriente adquiere la propiedad polar formándose el polo austral á la izquierda de la corriente.

Entre las diferentes sustancias magnéticas la mas generalmente repartida y la que manifiesta los fenómenos con mas evidencia es el hierro.

Arago ensayó la accion de una corriente sobre la accion del hierro dulce, haciendo atravesar una corriente enérgica por un hilo de cobre sumergido en limaduras de hierro y observó que mientras pasaba la corriente una porcion de las limaduras quedaban adherentes al hilo, desprendiéndose despues que cesaba aquella.

El acero posee las mismas propiedades pero su imantacion es permanente. Las hélices electrodinámicas son los aparatos mas generalmente empleados para verificar esta imantación; se distinguen dos especies segun el sentido en el que se arrolla el hilo; cuando este se arrolla por encima hácia la derecha se llaman hélices destrorsun, y cuando hácia la izquierda hélices si-

nistrorsun. Cuando se quiere hacer uso de las hélices para comunicar la propiedad magnética polar á una barra de acero se las forma ordinariamente sobre un tubo de vidrio poco grueso, en el cual puede introducirse la barra, y al hilo de cobre que forma la hélice se le dá la menor curva posible á fin de hacer obrar la corriente de una pila con la mayor eficacia.

Una barra de hierro dulce introducida en el interior de una hélice, adquiere bajo la influencia de una corriente la misma polaridad magnética que el acero, pero la imantacion en vez de ser permanente como en este último cuerpo es solo momentánea y no persiste mas que mientras la corriente pasa por la hélice, pero si la corriente cesa desaparece la imantacion.

Se dá ordinariamente el nombre de electro-iman á una masa de hierro dulce sometida á la influencia de una corriente, cuyo efecto es hacerla tomar dos polos. La manera mas sencilla de formarle consiste en tomar una barra de este metal y arrollar siempre en el mismo sentido al rededor de ella un hilo de cobre recubierto de seda de modo que forme un carrete mas ó menos voluminoso.

Los electro-imanés pueden tener diferentes formas, pero la mas general es la de herradura de caballo, y la imantacion que adquieren depende de la fuerza de la pila, del número de vueltas de la hélice, del grosor de la barra, de la pureza del hierro y de su forma.

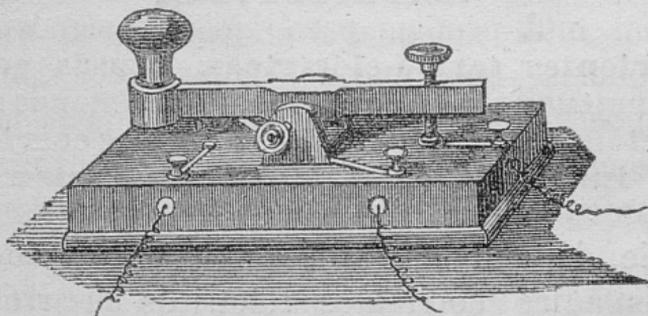
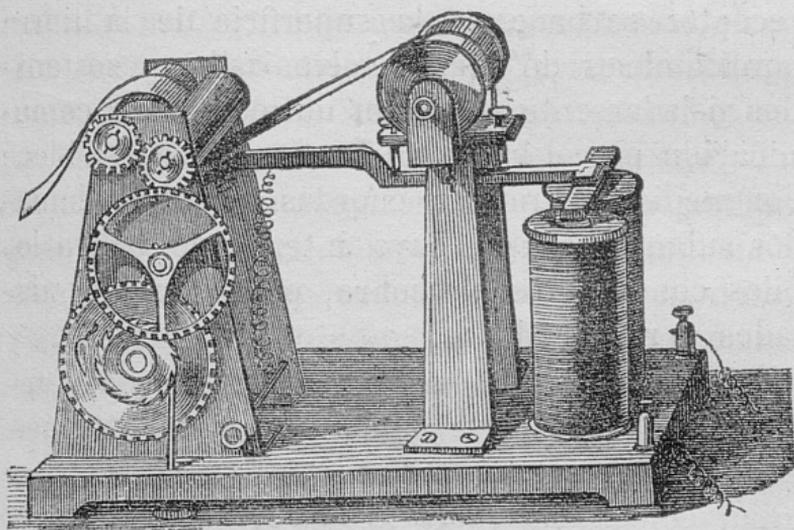
Los electro-imanés conservan algunos ins-

tantes despues de haber pasado la corriente restos de imantacion muy perjudiciales en algunos casos; este magnetismo se llama remanente y se evita colocando una lámina de vidrio ó papel entre los polos y la armadura. Sus aplicaciones son muchas, pero entre ellas merecen especialmente la atencion las que tienen como motores para la construccion de los reguladores de la luz eléctrica y en los telégrafos eléctricos.

La aplicacion mas maravillosa que se ha hecho del electro magnetismo es la relativa á la telegrafia eléctrica, cuyo objeto es emplear los electro-imanés en la trasmision de despachos en un tiempo muy corto y á distancias considerables. Las corrientes que son motores tan débiles cuando se las quiere hacer ejecutar trabajos poderosos presentan en circunstancias especiales ventajas que no pertenecen á ninguna otra fuerza motriz; un solo hilo basta para llevar á grandes distancias la electricidad y poner en movimiento mecanismos especiales, y como esta fuerza es transmitida con gran velocidad, las corrientes voltáicas son muy propias para ejecutar signos convencionales. Los aparatos construídos con este objeto se llaman telégrafos eléctricos y la mayoría de ellos reconoce por principio fundamental la propiedad que tiene el hierro dulce de hacerse un iman cuando al rededor de él pasa una corriente perdiendo su imantacion si aquella cesa; por este medio una pieza de hierro puede ser alternativamente atraída y repelida y poner en movimiento á otras diferentes combinadas.

En toda línea telegráfica hay que considerar varias cosas que son:

- 1.^a La pila que produce la corriente.
- 2.^a Los hilos metálicos que sirven para poner en comunicacion las dos estaciones.
- 3.^a Un aparato destinado á recibir los signos que se llama Receptor.
- 4.^a Un aparato movido por la mano del hombre y destinado á trasmitir los signos, que se llama manipulador.



Receptor y Manipulador de More.

Los telégrafos eléctricos mas usados son: el de Morse que escribe por sí mismo los despa-

chos y que se halla instalado en casi todas las líneas telegráficas de España. El de Breguet que se usa en Francia y tiene la ventaja de que sus signos están constituidos por las letras del alfabeto. El de Wheatstone fundado en la experiencia de Ørsted y que se usa en Inglaterra; y el de Cuadrantes que es el mas sencillo de manejar aunque el mas tardado y se usa en las estaciones de los caminos de hierro.

La comunicacion entre el manipulador y el receptor se hace en la superficie de la tierra por alambres de hierro galvanizados y sostenidos aisladamente en postes de madera; la comunicacion por el fondo de los mares se establece por medio de grandes cuerdas ó cables, llamados submarinos, en cuyo interior se hallan los hilos conductores, de cobre, perfectamente aislados y resguardados.

LECCION 61.

SUMARIO.

Corrientes termo-eléctricas: causas que las determinan y aplicaciones.—Fenómenos de induccion; efectos producidos por las corrientes inducidas,—Aparatos de induccion.

Se dá el nombre de corrientes termo-eléctricas á las corrientes eléctricas desarrolladas por el calórico en los metales. La experiencia de Ørsted que proporcionó un medio fácil de hacer manifiesto el paso de la electricidad, fué

aprovechada por Seebeck para reconocer que una corriente se desenvuelve por la aplicacion del calor sobre una de las soldaduras de un círculo formado por dos metales heterogéneos; y esta esperiencia dió á conocer una nueva fuente de electricidad. Seebeck soldó á las dos estremidades de un cilindro de bismuto los dos puntos de un alambre de cobre y formó un circuito rectangular; situó en el interior de este una aguja imantada móvil al rededor de un eje y que tomaba la direccion del meridiano magnético, y calentando una de las soldaduras, observó que la aguja se desviaba. Esta desviacion indicaba una corriente que pasaba desde el bismuto al cobre. La causa de estas corrientes es debida únicamente á la desigual propagacion del calórico al través de los dos metales del circuito donde aquellas se originan. Soldando entre sí muchas barras de dos metales diferentes se constituyen las pilas termo-eléctricas, cuya aplicacion mas importante es la construccion del termomultiplicador de Melloni, aparato el mas sensible para determinar la trasmision del calórico radiante.

La parte del electro-magnetismo que tiene por objeto estudiar los fenómenos de influencia producidos por las corrientes que circulan cerca de conductores cerrados ha recibido el nombre de induccion. La induccion puede producirse obrando una corriente sobre otra; puede producirse por la accion de un imán, y se origina tambien por los cuerpos en movimiento. Para

inducir una corriente por otra se forma un carrete con los hilos uno grueso y otro delgado arrollados ambos sobre la madera; las estremidades del grueso se ponen en contacto con los polos de una pila, y los extremos del delgado con los hilos de un galvanómetro; mientras está interrumpida la corriente de la pila la aguja del galvanómetro se halla en reposo, pero cuando se la hace pasar por el hilo grueso inmediatamente sufre una desviación la aguja; por lo tanto el hilo delgado está atravesado por una corriente que se llama inducida, siendo la otra inductora.

Cuando se quiere demostrar la inducción producida por un imán, basta situar en el interior de un carrete hueco y formado por un solo hilo un imán cualquiera, en el momento que se verifica la introducción, un galvanómetro puesto en comunicación con los extremos del hilo indica en este una corriente inducida en sentido contrario á la que circula en el imán.

Las máquinas ó aparatos de inducción son mecanismos dispuestos de tal modo que pueden producir los efectos de los aparatos eléctricos y los de las pilas electro-dinámicas.

Todas estas máquinas constan principalmente de cuatro partes principales, que son:

1.^a Un imán poderoso en forma de herradura.

2.^a Dos cilindros de hierro dulce.

3.^a Dos hélices de inducción formadas con hilos de cobre recubiertos de seda sobre cada uno de aquellos cilindros.

4.^a Un comunicador ó girótropo destinado á hacer que las corrientes inversas obren siempre en una misma direccion.

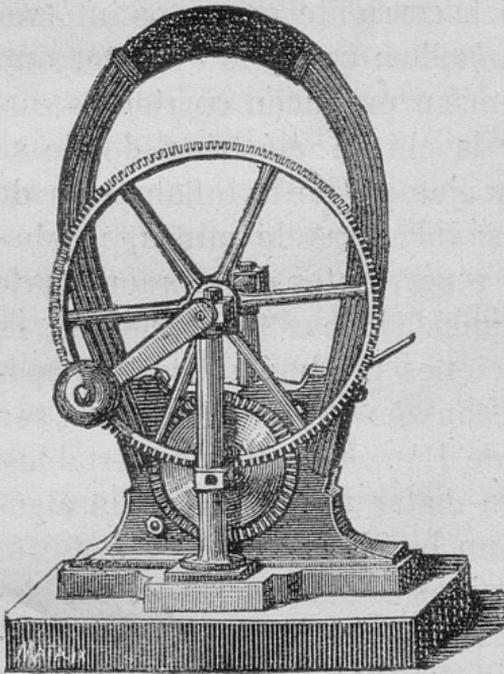
La máquina de Clarke, la de Runmkorff Breton y Granme son tipos de estos aparatos.

El aparato Ruhkorff, consiste en un carrete formado por dos alambres, el uno grueso que da 300 ó 400 vueltas, y el otro delgado que dá de 9 á 10.000, aislados por capas de goma laca, é interrumpiendo la corriente en cortos intérvalos por diversos métodos; con este aparato, uno ó dos pares de Búmsen producen corrientes susceptibles de llevar la chispa eléctrica donde se necesita calor, por ejemplo en la inflamacion de la pólvora para las voladuras de minas, produciendo resultados y corrientes de extraordinaria intensidad. La intensidad de estas corrientes, es tal que las conmociones producidas por los aparatos de mediano tamaño y que funcionan con un solo elemento de Búmsen, son insoportables; dos bastarian para matar un conejo y con algunos mas se mata un hombre.

Los efectos luminosos son variadísimos, segun se produzcan en el aire á la presion y temperatura ordinaria, en los gáses enrarecidos y en los vapores de débil presion. Los mecánicos son tan poderosos que se agugerean instantaneamente masas de vidrio ó de madera de algunos centímetros de espesor; y los químicos se han hecho manifiestos en la combinacion lenta del nitrógeno y del oxígeno producida en el interior de un tubo de vidrio lleno de aire y hermé-

ticamente cerrado, para formar el ácido nítrico.

La extracción de la luz eléctrica producida por la descarga de la mencionada máquina en el interior de tubos de vidrio que contengan vapores ó gases enrarecidos adquiere un esplendor muy notable que ha dado gran nombre á su inventor Geiseler.



Máquina magneto eléctrica.

La máquina magneto-eléctrica de corriente continua de Mr. Gramme, es tan original y de tanta trascendencia, que constituye, por decirlo así un aparato completamente nuevo capaz de causar una revolución en muchas industrias. Por esta razón reseñaremos brevemente el principio y descripción de esta máquina; el prin-

cipio en que se funda es una experiencia de inducción magneto eléctrica bastante sencilla; figurémosnos una barra magnética de un metro de longitud próximamente y una espiral de hilo conductor que se mueve con respecto á ella. Si se acerca á la

barra la espiral se produce una corriente de induccion; este hecho que no tiene nada de particular; estudiado detenidamente nos hace observar que á medida que la barra entra en la espiral por una série de movimientos sucesivos de igual estension, á cada uno de ellos corresponde una corriente de induccion, y las corrientes tienen la misma direccion hasta el momento en que la espiral llega á la linea media de la barra; al paso que adquieren una direccion opuesta si el movimiento continua en el mismo sentido mas allá del punto medio. De este modo en una vuelta completa de la espiral de uno á otro extremo del iman se distinguen dos periodos diferentes; en la primera mitad del movimiento las corrientes tienen una direccion que depende de la posicion de los polos del iman; en la segunda mitad la direccion es inversa de la primera. Esta sencilla esperiencia es la base de produccion de las corrientes en la máquina de Mr. Gramme.

La parte esencial de la máquina consiste en un anillo que gira alrededor de su centro entre los polos de un iman. Este anillo es un electro iman de forma particular y de los debidos al Sr. Jamin. Se le puede concebir formando por un electro iman recto encorvado circularmente y cuyos extremos están soldados entre sí, es decir hierro con hierro é hilo con hilo, debiendo advertir que el hilo está arrollado en carretes distintos, colocados los unos á continuacion de los otros en série ó estension.

El anillo de hierro dulce se encuentra mag-

netizado por la influencia del iman y el magnetismo se distribuye en dos porciones, sin que por el movimiento del anillo cambie esta distribución por la razón de que cambie instantáneamente en el hierro dulce que carece de fuerza coercitiva; verificándose todo como si el hierro circular sobre el que están arrollados los carretes estuviese inmóvil, y tan solo las hélices del hilo conductor circularasen sobre el anillo magnético.

El anillo puede considerarse formado por dos imanes reunidos por los polos del mismo nombre; en esta disposición las dos corrientes opuestas se anulan recíprocamente; pero pueden utilizarse por medio de un circuito derivado cuyos extremos se pongan en comunicación con los polos de un mismo nombre de las dos pilas. Por esta disposición las corrientes en vez de hallarse opuestas se reúnen en cantidad, circulando las dos corrientes superpuestas y en una misma dirección por el circuito derivado. Tal es el modo como aprovecha Mr. Gramme las corrientes desarrolladas en el electro-iman anular de su aparato. Los conductores destinados á recogerlas están aplicados en la dirección de la línea de los puntos neutros, y se hallan constituidos por manojos ó pinceles de alambre de cobre, que frotan contra la série de las láminas dispuestas en forma de ródios y metálicamente unidas á los puntos en que se reúnen los hilos de los carretes; el movimiento del anillo se produce por medio de un sistema de poleas de doble garganta y una

cuerda sin fin combinada con ellas moviéndose simplemente por medio de un manubrio ó un volante con su correspondiente pedal.

Con la velocidad de 2.000 vueltas por minuto funcionan las máquinas bastante tiempo sin calentarse ni deteriorarse, y con esta velocidad su fuerza electro motriz equivale á la de ocho ó de diez elementos de Bunsen; para la luz eléctrica, la galvanoplastia y el dorado y plateado industriales se construyen máquinas de esta misma clase pero de mucha mas potencia y cuyo movimiento se produce por motores de gas, de agua ó de vapor.

Las aplicaciones de las corrientes de induccion en la Medicina, Artes é Industria son tan numerosas, que la moderna luz eléctrica, empleada en talleres, teatros, buques, fáros y alumbrado público se produce generalmente con la máquina de Gramme.

Otra no menos importante aplicacion de las corrientes eléctricas es el Teléfono, aparato que sirve para trasmitir las palabras, ó sonidos á distancias considerables, equivaliendo por lo tanto á un Telégrafo acústico.

APÉNDICE Á LA ELECTRICIDAD.

Luz eléctrica.

Ademas de las aplicaciones particulares que se han indicado en las diferentes partes de este importante tratado de la Física merecen especial mencion las que se refieren á los efectos luminosos y químicos de la electricidad dinámica.

Esta electricidad puede producir una luz vivísima haciendo pasar la corriente eléctrica de un extremo á otro de dos conductores de carbon calcinado, siendo esta, despues del sol, el origen de luz mas intenso que se conoce.

La incandescencia de los conductores que atraviesa la corriente ofrece tambien efectos luminosos muy notables. Un alambre de hierro ó de platino, que reuna los polos de una pila de gran potencia, se pone incandescente y produce un vivo resplandor mientras funciona la pila, y si el alambre está arrollado en espiral el efecto

luminoso es mucho mas intenso. Con 80 ó 100 elementos de Bunsen se obtiene un alumbrado muy enérgico; aunque su coste es mayor que el que se obtiene por gas, por esta razon se emplean con mucha ventaja las máquinas de Gramme, construidas especialmente para producir la luz eléctrica y las cuales dan en la práctica resultados muy satisfactorios, toda vez que produce una luz normal de 500 á 1.000 mecheros Carcél teniendo la ventaja de no calentarse ni producir chispas.

Una cuestion de interés, cual es el fraccionamiento de la luz eléctrica ha preocupado mucho á los físicos modernos. En efecto, lo que limita el empleo de la luz eléctrica no es su coste, sino la circunstancia de que su intensidad extraordinaria se halle concentrada en un solo punto, que por una parte deslumbra, y por otra deja en la oscuridad los puntos situados en la sombra geométrica de los objetos que ilumina; por esta razon es mas ventajoso el empleo de una luz menos intensa, pero fraccionada ó distribuida en un número más ó menos considerable de focos de una intensidad mucho menor.

Un foco único es casi siempre ineficaz: dos focos colocados en puntos opuestos del espacio que se ha de iluminar resuelven casi siempre el problema de una manera satisfactoria, porque las sombras geométricas de unos objetos producidos por el primer foco estarán iluminadas por el segundo. Pero se puede ir mas allá, y nada impide que se empleen máquinas que iluminen

50 ó 100 mecheros y permitan disponer de muchas luces para iluminar un recinto.

La luz eléctrica empleada en los Faros ha dado hasta ahora excelentes resultados, y la esperiencia de muchos años llevada á cabo en fáros de importancia sin una sola noche de interrupcion permiten afirmar que no se pasará mucho tiempo sin que todos los fáros de primer orden estén provistos de máquinas y lámparas eléctricas, entendiéndose la iluminacion de las costas peligrosas para la navegacion.

El empleo de esta luz abordo de los buques realiza un progreso señalado y evidente; porque á igualdad de potencia es mucho menos pesada y embarazosa que todas las demas que puedan emplearse.

Galvanoplastia.

Otra no menos importante aplicación de la electricidad es la conocida con el nombre de Galvanoplastia, la cual al mismo tiempo que forma la base de industrias poderosas, produce una distraccion científica y artística: científica por sus procederes, artística por sus resultados.

El fisico Jacobi, aleman, fue el primero que descubrió ó mejor dicho, que observó el fenómeno que dió origen al nacimiento de las industrias Galvanoplasticas.

Este principio está basado en el hecho de que una sal química disuelta en el agua, si está atravesada por una corriente eléctrica, la sal se descompone en sus dos elementos, el ácido y el óxido. El ácido y el oxígeno del oxido se dirigen hacia el polo positivo de la pila que produce la corriente, y el metal se dirige al polo negativo de la misma pila; si el electrodo es simplemente un hilo, el metal se deposita en su extremidad en pequeñas partículas que se reunen entre sí y forman una masa de metal químicamente puro. Pero si en vez de terminar en punta la extremidad del electrodo negativo, se la termina por un objeto metálico, el metal de la sal descompuesta, se deposita sobre este objeto, y reproduce fielmente los menores detalles tanto en relieve como en hueco, que contenga el objeto. Separando despues de cierto tiempo la lámina de metal depositada, se obtiene una reproduccion exactísima pero inversa del objeto original.

Todas las sales metálicas pueden descomponerse fácilmente por medio de la electricidad pero las de cobre, oro, plata, cobalto níquel y zinc son las que dan mejores resultados. Con el cobre, se reproducen medallas, monedas, bajos relieves y bustos metálicos, y los demás metales se emplean para recubrir con capas delgadas los objetos de cobre y de hierro. Por esta razón hay que considerar en la Galvanoplastia dos ramas principales: la primera, se ocupa en reproducir los objetos sacando muchas pruebas de un mismo modelo; y la segunda tiene por objeto dorar, platear, níquelar y zincar los objetos.

Las operaciones principales de que consta la Galvanoplastia propiamente tal se refieren á la formación de los moldes y su metalización; á la disposición y función de los aparatos, simple ó compuesto; á la separación y limpieza de las pruebas; y por último á su bronceado ó color que debe dárseles.

Los moldes pueden ser de cera, yeso, guttapercha, gelatina y aleaciones metálicas. Los más generalmente empleados son los de guttapercha porque son elásticos, resistentes y de una belleza perfecta. Esta goma se ablanda en el agua caliente y haciéndose entonces plastosa se la sitúa debajo de una prensa en contacto con el objeto que se quiere reproducir, así situada se ejerce una presión suave é igual sobre todo el objeto y la goma recibe todas sus impresiones; dejándola enfriar después adquiere su dureza primitiva y entonces se la separa del objeto original;

este proceder es el que se emplea generalmente para moldear las monedas ó medallas, y no podría emplearse para objetos mas delicados, por ejemplo, las filigranas de plata ó de marfil, prefiriéndose en estos casos obtener los moldes en gelatina, cera ó parafina, sustancias que siendo menos resistentes no destruyen las partes delicadas de los objetos.

Preparado el molde en cualquiera de las sustancias anteriormente indicadas, se le metaliza, es decir, se le hace buen conductor de la electricidad; al efecto se recubre toda su superficie por medio de la plonbajina aplicada con un cepillo suave y de cerdas largas para que pueda penetrar bien en las partes entrantes del molde, hasta conseguir que este presente un aspecto gris, metálico brillante.

Tambien se metalizan los moldes recubriéndoles de una disolucion concentrada de nitrato de plata, esponiéndoles á la accion de la luz solar hasta que la sal se descomponga, en cuyo caso precipitándose la plata metálica, el molde adquiere la propiedad de la conductibilidad.

Preparados de este modo los moldes, se arrolla á su contorno exterior un hilo de cobre que termina en su parte superior en un gancho ó corchete que sirve para suspenderle, con cuya disposicion puede sometérsele á la operacion galvánica propiamente tal; esta operacion se verifica de dos maneras distintas; por lo que se llama el aparato simple ó por el aparato compuesto.

El primero es muy apropiado para objetos de poco volúmen, pero el segundo dá mejores resultados, y por eso debe preferirse su uso.

El aparato simple consiste en un vaso de vidrio, barro ó porcelana, generalmente cilíndrico y en el que se introduce otro vaso cilíndrico también de vidrio ó de porcelana; por encima de este vaso se coloca una galería ó corona de alambre de latón grueso, la cual está soldada con un cilindro de zinc que se sumerge en el vaso de porcelana porosa.

En el vaso de vidrio exterior se coloca una disolución concentrada de sulfato de cobre, y en el vaso poroso agua acidulada con un décimo de ácido sulfúrico; en la parte superior de la corona se suspenden los moldes de los objetos que quieran reproducirse, quedando por lo tanto sumergidos en la disolución de sulfato de cobre.

El aparato compuesto está formado de uno ó mas elementos de pila, que puede ser la de Búmsen, Daniell, Callaud, Grenet, ú otra cualquiera; esta pila, cuyo número de elementos varía según el tamaño de los moldes que se trata de metalizar, se pone en comunicación por medio de reóforos metálicos con una cuba rectangular de madera recubierta interiormente de cera ó de gutapercha; en esta cuba se vierte agua comun, á la que se añade un 8 por 100 de volúmen de ácido sulfúrico; una vez acidulada el agua se echan en ella cristales de sulfato de cobre, lo mas puro posible, y se les abandona á sí mismos hasta su perfecta disolución, agitando

frecuentemente el líquido por medio de una varilla de vidrio, á fin de que todas las capas de agua estén igualmente saturadas de sal, resultando en definitiva que el baño galvano-plástico de esta cuba está formado por el agua acidulada con un 8 por 100 de ácido sulfúrico y el sulfato de cobre que pueda disolver á saturacion; pero como durante la operacion se gasta el sulfato de cobre, debilitando la disolucion, conviene colocar una rejilla ó caja de gutapercha agujereada que contenga algunos cristales de sulfato de cobre, destinados á disolverse en el baño á medida que este se debilita.

Montada la pila que ha de producir la corriente y situada cerca de la cuba anteriormente descrita, se arrollan los reóforos á dos barras de laton colocadas horizontalmente sobre los bordes de la cuba. El reóforo que comunica con el carbon en la pila de Buusen ó con el cobre en las de Dániell y Callaud sostiene una placa de cobre de dimensiones próximamente iguales á la de los objetos que se tratan de reproducir. El otro eléctrodo puesto en comunicacion con una de las barras de laton, se pone por intermedio de estas en contacto con los moldes que de ellas están suspendidos, los cuales queda sumergidos en el interior del baño. Dispuesto el aparato de esta manera, el cobre se adhiere con una gran facilidad á la superficie de los moldes, durando la operacion un tiempo mas ó menos largo segun la superficie de los objetos y el grueso que se quiera obtener en la capa de cobre adherida

al molde. Para separar esta capa del molde de gutapercha, basta calentar este en el agua á una temperatura que no pase de 45 á 50 grados.

Para dar mayor fuerza á la capa de cobre á fin de llenar todos los huecos que presenta se estaña con una mezcla de soldadura de plomero y metal de clichés; para esto se sostiene la lámina por medio de unas pinzas, colocándola encima de la llama de una lámpara de alcohol; en los huecos del reverso se vierte un poco de ácido clorhídrico, que se hace hervir, y tomando un poco de la soldadura previamente fundida, se echa en los huecos de la lámina de cobre, inclinándola en varios sentidos para que la soldadura corra por toda la superficie, cubriéndola por completo y con igualdad, terminado lo cual se la sumerge en agua fria.

Hecho esto, y como operacion final, se limpia la prueba frotándola con un cepillo impregnado en bencina y blance de España y despues se la frota de nuevo con ácido sulfúrico hasta conseguir un hermoso color de cobre, terminando la operacion secando la placa con serrin de madera.

Terminada la operacion de limpieza la placa se encuentra en disposicion de ser bronceada, lo que se consigue de varias maneras, siendo los procedimientos mas generalmente empleados los siguientes: En la superficie de la prueba se aplica por medio de un pincel un cocimiento de plumbagina y sanguina en agua; se calienta á fuego suave y despues de fria se frota por me-

dio de una brocha rigida, la que se pasa á menudo sobre un trozo de cera amarillo, y cuando la operacion se termina se obtiene un hermoso color parecido al de la moneda.

Tambien puede obtenerse un bonito bronce antiguo pintando la prueba con una mezcla de 15 gramos de carbonato de amoniaco, 5 de sal comun, 5 de acetato de cobre y 5 de cremor tártaro disuelto en 100 de vinagre comun; la pasta así formada se humedece con un poco de agua, y despues de desecada completamente al aire libre, se pule la prueba vigorosamente con un cepillo ó brocha templado á menudo en la cera amarilla.

La segunda parte de la galvanoplastia hemos dicho que tiene por objeto dorar, platear, niquelar, etc., los objetos de cobre ó de otros metales. Antes de ser dorados ó plateados deben estos objetos sufrir una operacion preliminar indispensable, que es su limpieza; la que se consigue lavándoles con agua que contenga un 8 por 100 de ácido sulfúrico, y despues de secarlos entre serrin ó salvado, se les lava en otra agua que contenga unas gotas de ácido clorhídrico; cuando la superficie del metal no presenta colores irisantes se lava bien y se seca entre serrin ó salvado; la plata se lava con agua acidulada con el ácido sulfúrico, secándola del mismo modo, y los demás metales se lavan con agua acidulada con ácido que pueda atacar los óxidos de que suelen estar cubiertos.

Las disoluciones que se emplean por llenar

las condiciones que deben tener las sales para descomponerse precipitando el metal sobre los otros que se trata de recubrir, son las siguientes:

PARA DORAR.

Cloruro de oro, un gramo.
Cianuro de potasio, 10 gramos.
Agua, 100 gramos.

PARA PLATEAR.

Nitrato de plata, 2 gramos.
Cianuro de potasio, 10 gramos.
Agua, 100 gramos.

PARA ZINCAR.

Una disolucion saturada de sulfato de zinc.

PARA PLOMEAR.

Acetato de plomo, 30 gramos.
Agua, 100 gramos y unas gotas de ácido nítrico.

Todas estas disoluciones se emplean con buen resultado, pero pueden variarse, y hay casos en que esto es necesario, porque la disolucion obra sobre el cuerpo que ha de recibir el depósito; por ejemplo, no puede emplearse el sulfato de cobre para el hierro ó el zinc porque les ataca.

El tiempo que dure la operacion depende del grueso que quiera obtenerse en la capa metálica depositada, aunque esto depende tambien del grado de concentracion de la disolucion y de su

conductibilidad; sin embargo, una medalla puede recibir una capa bastante gruesa en un espacio de 24 á 30 horas.

Para la descomposicion de las disoluciones metálicas antedichas y obtencion libre de los metales se emplean los mismos dos aparatos, simple ó compuesto, que hemos descrito al tratar de la primera parte de la galvanoplastia.

El dorado galvánico ofrece la ventaja inmensa de que se aplica, no solo al cobre, sinó á todos los metales que se usan en el comercio. La plata se dora con una facilidad tal, que todos los objetos de plata sobredorada que hoy se usan se obtienen por este método. Con el auxilio de un barniz se puede depositar alternativamente sobre la misma pieza una capa de oro ó de plata, produciendo asi combinaciones muy notables.

El bronce y el laton se doran lo mismo que la plata, fabricándose hoy con el laton objetos de decoracion y adorno, que son de mucha elegancia y delicadeza.

El acero y el hierro se doran por este método con gran solidéz. Los cuchillos, instrumentos de cirujía, armas, utensilios de laboratorio, monturas de anteojos y una multitud de objetos de hierro y de acero reciben con ventaja una capita de oro capaz de resistir al uso durante largo tiempo, siempre que el espesor de aquella sea un poco considerable.

La aplicacion de la plata sobre el laton y el cobre, se hace con tal facilidad, que reemplaza á todos los antiguos procedimientos de platear: dis-

minuyendo la fabricacion del plaqué y abandonando completamente el plateado de hoja: la vajilla plateada constituye hoy uno de los productos mas importantes de la industria electroquímica, y las grandes ventajas que bajo todos aspectos ofrece el uso de la citada vajilla justifican y hacen comprender la importancia que tiene este ramo floreciente de la industria y el comercio.

La aplicacion del cobre, del estaño, del plomo, del niker y del cobalto ofrecen hoy en las artes esa misma manifiesta utilidad y origina importantes industrias de valor incontestable.

La galvanoplastia en sus dos diferentes secciones dá lugar á la reproduccion de grabados, formando lo que se llama clichés: se hacen tambien planchas para grabar con las pruebas obtenidas en la fotografia; se obtienen moldes de objetos como hojas y flores, encajes y bordados en telas ligeras y otros muchos que despues por la pila producen objetos en relieve que sirven para la impresion de imágenes semejantes al objeto primitivo, las cuales, coloreadas con los colores exactos del original forman imágenes de una verdad sorprendente. En una palabra, son tantas las aplicaciones que se han ensayado, y muchas de ellas con éxito feliz, que no es posible enumerarlas ni detallarlas todas, á no ser en tratados especiales, pero las indicadas hacen comprender el gran partido que puede sacarse de la accion química que las corrientes eléctricas ejercen sobre los cuerpos.

METEOROLOGÍA.

LECCION 62.

SUMARIO.

Definicion de esta ciencia.—Sus fundamentos.—Utilidad y aplicaciones.—Estado actual en España.—Aparatos necesarios para recoger las observaciones meteorológicas.—Division de su estudio.

g La Meteorología es la ciencia que trata de los fenómenos que se verifican en la atmósfera; se diferencia de la física del globo, en que esta estudia los fenómenos físicos que se presentan en el globo terrestre. Están tan íntimamente unidas estas dos ciencias que algunos las confunden, pero bajo el nombre de Meteorología se ha formado una ciencia especial que estudia los fenómenos que se verifican en la atmósfera á los cuales se ha llamado meteoros, ó fenómenos físicos de donde se deriva su nombre con la palabra griega *logos* que significa discurso.

g Los fundamentos de la Meteorología, lo mismo que los de la física terrestre, son: la Física, la

Química, la Geografía y la Astronomía: mas como la ciencia de los meteoros es la mas basta de todas, no solo necesita el concurso de las ya mencionadas, sinó que todas las demás la prestan sus auxilios de una manera mas ó menos importante; para obtener resultados generales necesita de las Matemáticas, que la proporcionan datos estadísticos: la Física la dá las grandes leyes de los agentes de la naturaleza; es preciso consultar á cada instante la Astronomía y muchos fenómenos serian incomprensibles y no podriamos dar una esplicacion satisfactoria de ellos sin la intervencion de la Química. Por consiguiente los progresos de la Meteorología están íntimamente ligados á los de las demás ciencias.

Q La importancia de la Meteorología es muy grande porque nos suministra datos que directa ó indirectamente han de consultar los que se dedican al estudio de la Medicina, al de la Agricultura, á la Navegacion, á la Astronomía, etc., etc ; por lo tanto sus aplicaciones son innumerables, pudiendo decirse que la Agricultura científica saca de la Meteorología los elementos que deben dirigir y guiar al cultivador en sus ensayos de aclimatacion de plantas y en las modificaciones que trate de introducir en las épocas de siembra ó recoleccion.

B El conocimiento de los climas es de absoluta necesidad al higienista, porque la variacion de uno á otro en una multitud de casos puede ser origen de una enfermedad, ó por el contrario un remedio eficaz para combatirla.

La aclimatacion de razas de animales y la variabilidad de plantas exóticas, que pueden vivir con mas ó menos trabajo en nuestro pais, dependen de los datos que la Meteorología nos presta con relacion á la temperatura, humedad y presion atmosférica.

Durante mucho tiempo no se consideró á la Meteorología como ciencia; porque los principios que se establecieron para las observaciones no fueron expuestos ni formulados; se sabia que era preciso observar; pero no cómo y en qué condiciones.

En la época presente no pueden jactarse los meteorologistas de haber hecho grandes progresos, porque no hay seguridad completa de que las predicciones que se hagan á consecuencia de los resultados observados, sean tan exactas como nuestras necesidades lo exigen; pero esta ciencia merece hoy una preferencia especial por parte de muchos sábios asi nacionales como extranjeros que se dedican con ardor á su estudio. La ventaja inmensa que ofrece la rápida y fácil comunicacion entre los diferentes puntos, por medio de las líneas telegráficas, y el establecimiento oficial de los observatorios meteorológicos que en la península se encuentran á cargo de personas muy competentes, contribuyen con los datos que suministran al Observatorio de Madrid, al adelantamiento y progreso de esta interesante ciencia.

Como los fenómenos que es preciso observar son infinitamente variados, se necesita igualmente

variedad de instrumentos que puedan darnos las indicaciones diferentes de estos mismos fenómenos. Los mas necesarios son: dos barómetros de cubeta, que se colocan el uno cerca de la superficie del terreno y el otro en una torre ó pabellon situado á la altura de 40 ó 50 pies sobre el mismo terreno. Un termómetro tipo que indique la temperatura del ambiente, á la sombra y sin reflexion. Dos termómetros centígrados, uno de máxima y otro de mínima temperatura, tambien á la sombra. Otros dos termómetros centígrados unidos constituyendo un psicómetro para observar el estado higrométrico del aire. Otro termómetro con esfera ennegrecida para observar la temperatura de los rayos solares. Otro id. de mínima para la irradiacion terrestre. Un pluviómetro. Una cápsula evaporatoria, y por último, un anemómetro con su veleta para observar la direccion y velocidad del viento.

El estudio de la Meteorología le dividiremos en cinco partes principales, considerando, en la primera la constitución fisica de la atmósfera y los fenómenos barométricos. En la segunda la temperatura en general, bien sea en las capas atmosféricas que tocan á la superficie terrestre, ó bien en las que constituyen las regiones superiores. La tercera comprenderá los meteoros aéreos ó vientos. La cuarta los meteoros acuosos; y la quinta los meteoros eléctricos.

PRIMERA PARTE.

LECCION 63.

SUMARIO.

De la atmósfera.—Su constitucion, bien sea considerada, mecánica, física ó químicamente.—Composicion del aire atmosférico.—Límites de la atmósfera y su peso.—Fenómenos barométricos.—Alturas medias.—Variaciones accidentales y horarias.

Los meteoros reconocen por causa principal á los denominados agentes físicos ó sean, el calórico, la luz, la electricidad y el magnetismo; estos agentes producen diversos cambios y modificaciones en los cuerpos, y aunque su naturaleza es hasta el dia desconocida siempre se les ha considerado como fluidos imponderables estudiándoles separadamente; hoy que las diferencias que en ellos se encontraban no existen esencialmente, se considera á estos diferentes agentes como producidos por un mismo origen, puesto que pueden engendrarse unos de otros. El calórico produce luz; la luz produce calórico,

y la electricidad puede producir á su vez los restantes agentes; por lo tanto, segun el estado actual de la ciencia, se cree que una sola fuerza produce todos los fenómenos que perciben nuestros sentidos, y estos mismos fenómenos no son otra cosa mas que movimientos producidos por esta fuerza sujeta á leyes rigurosas y matemáticas.

Se dá el nombre de atmósfera á la masa de aire y vapores que envuelven á nuestro globo, del cual forma parte integrante: considerada la masa atmosférica como cuerpo, puede estudiarse de tres maneras distintas; mecánicamente, estudiando las presiones que ejercen los gases y vapores que la constituyen; físicamente, estudiando sus límites; y químicamente, examinando su composicion.

El elemento que principalmente constituye la atmósfera, es el aire atmosférico, gas formado por el oxígeno y el nitrógeno, y cuyas propiedades principales son el presentarse constantemente gaseoso, sin que hasta ahora se le haya podido liquidar ó hacerle cambiar de estado, por cuya razon se le considera como uno de los gases permanentes, sin embargo se trabaja con asiduidad y buen resultado para hacerle cambiar de estado. No tiene color cuando se le considera en pequeñas masas, pero llega á adquirir el de un azul hermoso cuando esta masa es de gran espesor.

Rodeando á todo el globo terrestre, esta masa gaseosa desempeña un papel muy importante en

una multitud de fenómenos naturales. No tiene olor ni sabor, y durante mucho tiempo se le consideró como un elemento imponderable. Es pesado, y su peso, descubierto por Galileo, es á la temperatura de 0° y á la presión de 0,76 de 1 gramo 29 por cada litro. Por consecuencia de este peso, ejerce una presión considerable sobre todos los cuerpos que á él están sometidos, y el valor de esta expresión se aprecia exactamente por medio del barómetro.

Las diferentes presiones que el aire ejerce en todos sentidos, se demuestra experimentalmente por medio de los aparatos conocidos con el nombre de Ventosa neumática, hemisferios de Magdeburgo y otros varios muy conocidos y explicados en las obras elementales.

Además del aire atmosférico como elemento principal de la atmósfera, se compone esta también de otros elementos constantes que, como el vapor de agua y el ácido carbónico, entran á constituir la en proporciones más ó menos variables; el ácido carbónico proviene de la respiración vegetal, de las fermentaciones, de los volcanes en actividad ó apagados; y el vapor de agua, del cambio de estado que este líquido experimenta en la superficie de los mares, ríos, etc., por la acción del calórico. Los elementos accidentales de la atmósfera son, el hidrógeno carbonado y el hidrógeno sulfurado, el primero producido por las lagunas y pantanos, y el segundo por todos los volcanes.

El análisis verificado sobre el aire recogido

en las mas altas regiones de la atmósfera, el practicado en la cima de las montañas mas elevadas y el hecho en las poblaciones, ha dado siempre por resultado que el aire atmosférico se halla formado por la mezcla en volúmen de 21 por 100 de oxígeno y 79 por 100 de nitrógeno, demostrando la esperiencia que estas proporciones son constantes lo mismo en las mas altas montañas que en los llanos, encontrándose solo alguna variacion en los cuerpos accesorios, ácido carbónico y vapor de agua.

La atmósfera está continuamente en movimiento, y las corrientes escitadas por el calórico, por los vientos y por los fenómenos eléctricos, mezclan y confunden sin cesar sus diversas capas; por consiguiente la masa general de la atmósfera debería estar alterada, mas como esta masa es enorme, los movimientos se verifican solo en regiones parciales y no de una manera general.

Considerada físicamente la atmósfera, hemos dicho que deben estudiarse en ella sus límites; variable es en este punto la opinion de los diferentes sábios, porque mientras unos calculan su altura en unos 430.000 piés, otros por el contrario hacen subir esta cifra á una cantidad enorme, fundándose en la observacion de ciertos fenómenos ópticos; mas como la atmósfera gira con la tierra en el espacio de 24 horas, puesto que participa de su movimiento como parte integrante que es de ella, debe ser necesariamente limitada. En efecto, la atraccion terrestre, que

retiene el aire cerca de la superficie del globo, disminuye proporcionalmente al cuadrado de la distancia al centro, mientras que la fuerza centrífuga aumenta como esta distancia; por consiguiente habrá una altura en la cual las dos fuerzas serán iguales y se destruirán, y si así no fuese, por cima de esta altura las moléculas del aire serían lanzadas en el espacio por el exceso de la fuerza centrífuga.

El peso de la atmósfera se ha calculado que equivale próximamente al peso de una capa de agua de 10,^m 5 de espesor. Este valor no representa rigurosamente la presión ejercida por la totalidad de la atmósfera sobre la superficie de la tierra.

La presión atmosférica se mide como es bien sabido con el aparato denominado Barómetro, inventado por el físico Torricelli, y que determina no solo el valor de esta presión, sino también sus variaciones. El Barómetro es por consiguiente una verdadera balanza, en uno de cuyos platillos se puede considerar que obra la columna mercurial y en el otro la columna atmosférica de igual peso, cuya base superior se encuentra en los límites de la atmósfera. Para verificar con acierto las observaciones barométricas deben tenerse en cuenta dos correcciones sin las cuales aquellas serían inexactas: la primera es relativa á la temperatura del mercurio, reduciendo la longitud de su columna á lo que sería si este metal estuviese á 0,°: y la segunda es relativa á la depresión capilar, en virtud de

la cual la altura de la columna barométrica es tanto menor cuanto el tubo es de menos diámetro. Estas reducciones se verifican con facilidad por medio de tablas calculadas especialmente para el objeto.

El peso de la atmósfera cambia por decirlo así á cada momento; por consiguiente está sujeto á una variacion diurna semejante á la de la temperatura. En algunos puntos de la superficie de la tierra esta variacion es tan grande, como sucede en el Ecuador, que segun espresion del célebre autor del Cosmos puede apreciarse la hora por la altura del Barómetro. Bastan algunos dias de observacion para determinar las leyes de esta variacion horaria. En el hemisfério boreal la columna barométrica baja generalmente desde mediodia hasta las cuatro de la tarde; despues sube y llega á su máximum de altura próximamente á las nueve de la noche; baja de nuevo hasta las cuatro de la mañana y vuelve á subir hasta las nueve de la misma. Segun se avanza hácia el Norte, las oscilaciones son mas grandes, y la variacion diurna se halla encubierta con los movimientos irregulares y accidentales, que reciben el nombre de perturbaciones. Las variaciones diurnas del barómetro no han sido hasta ahora satisfactoriamente esplicadas, atribuyéndolas unos á los cambios de temperatura debidos al movimiento del sol, y otros á influencias eléctricas.

Conocidas la máxima y la mínima altura barométricas, es fácil determinar la media presion

de un día, sumando la máxima y la mínima y dividiendo la suma por dos; sumando igualmente las 30 medias presiones correspondientes á los días del mes y dividiendo esta suma por el número de días; se obtiene la media mensual; determinado de una manera análoga la altura media barométrica anual. La hora exacta en que se presenta la media, varia con las latitudes y cambia tambien con las estaciones, sucediendo lo propio á la amplitud de las variaciones accidentales que es mucho mayor en el invierno que en el estio.

Se dá el nombre de líneas isobarométricas á todas aquellas que trazadas sobre la superficie del globo pasan por los puntos de la tierra en que la altura media anual es la misma. Estas líneas siguen la direccion de los paralelos geográficos, pero no coinciden con ellos porque son bastantes irregulares.

Del resultado de todas estas observaciones se ha creído por algunos que el Barómetro es un vaticinador meteorológico, y que cuando su columna desciende anuncia la lluvia, y cuando se eleva anuncia el buen tiempo. Esta opinion, fundada en las precedentes observaciones, está mal interpretada porque la influencia de los vientos puede determinar tambien estas elevaciones ó depresiones. Por regla general es muy difícil preveer los cambios de tiempo, porque dependen de una multitud de fenómenos variadísimos, que en su mayor parte se efectúan en regiones de la atmósfera inaccesibles para el hombre.

Para obtener provechosos resultados de las observaciones barométricas, los que se dedican especialmente al estudio de la Meteorología consultan generalmente este aparato cuatro veces cada día, á las nueve de la mañana, al mediodía, á las tres de la tarde y á las nueve de la noche.

SEGUNDA PARTE.

LECCION 64.

SUMARIO.

Distribucion de la temperatura en la superficie del globo.—Temperatura del aire sobre la superficie de la tierra.—Temperatura media de los dias, meses y años.—Líneas isothermas.—Zonas climatológicas.—Temperatura de las diferentes capas de la atmósfera y ley que sigue á medida que estas se separan de la superficie de la tierra.—Límite de las nieves perpétuas.—Temperatura á diferentes profundidades en el interior de la tierra.—Temperatura de las fuentes, lagos y rios.—Temperatura de los mares y formacion del hielo en las regiones polares.

I.

La temperatura de la capa atmosférica que se halla en contacto inmediato con la superficie terrestre, ha sido estudiada por diferentes físicos, valiéndose para ello de los termómetros, pero la mayor parte de las observaciones antiguas se hacian con poca precision, tanto por la falta de

instrumentos adecuados al objeto, cuanto porque era preciso observarles una porcion de veces al dia, lo que producía natural cansancio; por lo tanto, la Meteorología del calórico data en realidad desde los primeros años de este siglo: los trabajos é investigaciones verificadas por los físicos Humboldt, Fourier y Laplace han contribuido á dar verdadera direccion á observaciones aisladas, que en muchos viajes científicos se han ejecutado en la cima de altas montañas, en la superficie de todos los mares y en aquellos países que habian sido hasta entonces inaccesibles á los hombres dedicados á esta ciencia. Los resultados recogidos en un corto espacio de tiempo conducen á explicar ó discutir por lo menos las diferentes cuestiones sobre el estado termométrico del globo.

✓ Los diferentes aparatos destinados á las observaciones meteorológicas relativas al calórico son los termómetros; pero no termómetros ordinarios, sinó aparatos de este género que tengan poca masa, para que de este modo puedan ponerse á cada instante en equilibrio de temperatura con el aire; sus escalas deben ser de una estension que comprenda desde -25° hasta 50° . Deben estar dispuestos directamente al Norte y no recibir ni los rayos directos del sol ni los reflejados por paredes ó muros inmediatos, para lo cual se les coloca sobre una armadura giratoria que pueda conservarles constantemente á la sombra, preservándoles tambien de la acción de la lluvia: puede emplearse para esta clase de

operaciones un termómetro cualquiera, con tal que reúna las condiciones antedichas, pero es mas conveniente hacer uso de instrumentos especiales que conserven la indicacion de las variaciones de temperatura que han experimentado; por cuya razon se prefiere el uso de los termómetros de máxima y mínima temperatura.

Siempre que uno de estos aparatos está expuesto al aire libre, produce indicaciones que dependen de una porcion de circunstancias accidentales que originan resultados variables, y para que estos puedan ser comparables es preciso tomar algunas precauciones para eliminar estas influencias accidentales.

Observando un termómetro durante 24 horas, en intervalos de tiempo bastante próximos para que los cambios de temperatura sean poco manifiestos, es decir, de hora en hora, por ejemplo, sumando las 24 observaciones recogidas y dividiéndolas por el número 24 que expresa las observaciones practicadas, el cociente obtenido representa la temperatura media de un dia.

La temperatura media mensual es igual á la suma de las temperaturas medias de todos los dias del mes, dividida por el número de estos dias.

Y por último, la temperatura media anual se obtiene fácilmente sumando las temperaturas medias de los doce meses y dividiéndola por doce. Por los termómetros de maxima y mínima temperatura que hoy se emplean para esta clase de observaciones, se llegan á obtener los mismos resultados con mucho menos trabajo, toda vez

que bastan dos solas observaciones al dia para que, sumadas estas y divididas por dos, den la media diaria y asi sucesivamente en los meses y años.

La media anual de un punto cualquiera de la superficie de la tierra, no es siempre la misma, aunque sus diferencias no pasan generalmente de 4 á 5.º

La temperatura diurna cambia de un momento á otro por consecuencia de las diversas distancias del sol al horizonte, por ejemplo, en Valladolid la mínima que se manifiesta próximamente á las cuatro de la mañana, comparando las observaciones de todo el año, se presenta á las tres de la mañana en verano y á las seis en invierno.

Estas variaciones que se observan en la temperatura diurna, se verifican tambien en las medias relativas á los meses, las cuales cambian de un mes á otro; en Valladolid la media mensual en Enero tiene próximamente lugar á las diez y en verano á las siete de la mañana.

Por consiguiente los climas dependen particularmente de la máxima y mínima que se observa en las diferentes épocas del año y de las diferencias de temperatura de un mes á otro.

Independientemente de las variaciones periódicas de temperatura, existen otras que se llaman accidentales, debidas á causas diversas: estas variaciones afectan algunas veces á un mismo tiempo á diferentes porciones del globo, habiéndose observado periodos diferentes de cinco dias

que hacen conocer perfectamente estas variaciones irregulares que tanto influyen sobre la naturaleza de los climas.

† Se dá el nombre de líneas isothermas á las curvas que trazadas sobre la superficie del globo, pasan por todos los puntos, cuya temperatura media anual es la misma.

† Para un mismo meridiano la temperatura media disminuye desde el Ecuador al Polo, y sobre una misma vertical la temperatura disminuye con la elevacion absoluta.

† Las líneas isothermas son irregulares y sinuosas, es decir, que pasan por puntos cuya latitud no coincide con la del paralelo que se considera. El espacio comprendido entre dos líneas isothermas es lo que se llama zona isotherma.

† Los meteorologistas dividen generalmente la superficie del globo en seis zonas isothermas, á saber:

1.^a La zona de 30.^o á 25.^o

2.^a La de 25 á 20.

3.^a La de 20 á 15.

4.^a La de 15 á 10.

5.^a La de 10 á 5 y

6.^a La de 5 á 0.

Denominándolas con los nombres de

Zona tórrica.

Zona cálida.

Zona templada.

Zona fria.

Zona muy fria, y

Zona pelar.

Las diferentes observaciones verificadas sobre

estas zonas indican que la temperatura media en el Ecuador está comprendida entre 27 y 28°, mientras que las diversas expediciones hechas hácia el Polo boreal suministran una porcion de observaciones, de las cuales resulta que la temperatura media del Polo está comprendida entre 25 y 38° bajo de 0.

Los climas están caracterizados relativamente al calor por las variaciones que presenta la temperatura media de los años, estaciones, meses y dias; pudiendo decirse que el clima es abrasador en la zona tórrica, cálido en la de 25 á 20°, suave en la templada, medio en la fria, muy frio en la de 10 á 5.°, y helado en la zona cuya temperatura media está por bajo de 0, ó sea la llamada polar: pero los climas correspondientes á la misma zona isotherma se distinguen tambien con los nombres siguientes: constantes á los que no ofrecen grandes variaciones entre la máxima y mínima del año; variables á los que ofrecen mayores diferencias; y escesivos á aquellos cuyas diferencias son estremadas.

Se dá el nombre de líneas isochímenas á las que trazadas sobre la superficie del globo pasan por todos aquellos puntos que tienen la misma temperatura media de invierno, reservándose el de líneas isotheras, á las que trazadas del mismo modo pasan por los puntos que tienen la misma temperatura media de verano. Las curvas correspondientes á estas líneas son mas irregulares y menos conocidas que las correspondientes á las isothermas.

La irregularidad de las curvas isothermas, isochimenas é isotheras demuestra que los climas no dependen solo de la latitud, sinó que hay otras diferentes causas que influyen en su constitucion, como son, la estension relativa de los mares y de la tierra, la direccion de las cordilleras de montañas, las corrientes del mar, los vientos reinantes, la naturaleza del terreno y la vegetacion que le recubre.

II.

Es un hecho comprobado por todo el mundo que la temperatura de las diferentes capas atmosféricas no es la misma, sinó que decrece á medida que en ella nos elevamos: una prueba convincente de esta verdad es la existencia de las nieves perpétuas que cubren la cima de las mas altas montañas, como sucede en los Alpes y en los Pirineos. Las causas que producen el enfriamiento en las altas regiones de la atmósfera, dependen principalmente de que no todas sus capas se calientan igualmente por la accion de los rayos solares; las capas inferiores absorven en gran cantidad los rayos oscuros, por cuya accion se calientan y dilatan tendiendo á elevarse en la atmósfera en virtud de su menor peso específico, llevando de esta manera el calórico á las regiones elevadas: pero al ascender estas capas están sometidas á uua presion decreciente y por consiguiente se enfrian, siendo la

expansion de los gases que las constituyen lo que produce este enfriamiento. La ley que sigue el decrecimiento de la temperatura á medida que nos elevamos en la atmósfera es de 1° , por cada 180 metros de elevacion, si bien las observaciones verificadas por Gay-Lussac en sus ascensiones aereostáticas han dado por resultado que es preciso elevarse 174 metros para que la temperatura descienda 1° , subiendo este número á 140 metros en los Alpes y á 125 en los Pirineos.

El limite de las nieves perpétuas es muy variable; en la zona tórrida la temperatura media del aire en este limite es de $1^{\circ} 5$ por encima de 0, mientras que en Noruega esta temperatura media llega hasta 6° bajo de 0.

La altura del limite de las nieves perpétuas sobre el nivel del mar es tambien muy variable, estando representada por 4.795 metros en el Chimborazo; 3.850 en la pendiente meridional del Himalaya; 5.000 en la pendiente septentrional de la misma montaña; 2.729 en los Pirineos, y 2.670 en los Alpes.

El limite de las nieves perpétuas decrece generalmente desde el ecuador al Polo, pero esta ley presenta numerosas anomalías que dependen de una multitud de circunstancias, tales como la diferencia de las temperaturas medias y estremas; la direccion de los vientos reinantes y regiones que han atravesado; espesor de las capas de nieve depositadas durante el invierno, y proximidad de valles extensos, dependiendo principalmente de la latitud.

La temperatura de los espacios planetarios es segun Fourier debida á los rayos de calórico emitidos por todos los cuerpos celestes, siendo necesariamente mas baja que la mas pequeña que ha podido observarse en las regiones polares. Esta temperatura se ha determinado por medio del Actinómetro, nombre con el cual ha designado Herschell á todos los instrumentos destinados á medir los efectos de la radiacion. Sea el que quiera el número que se adopte para representar la temperatura del espacio, siempre determinará que esta es muy baja.

Los cuerpos situados sobre la superficie de la tierra radian calórico hácia los espacios planetarios, enfriándose mas que la temperatura del ambiente: á esta irradiacion se la dá el nombre de nocturna, y entre las causas que disminuyen sus efectos se puede citar el viento, que renueva sin cesar al rededor de los cuerpos el aire que les cede su calórico; del mismo modo los árboles, los edificios y las rocas, impiden ó atenuan los efectos de la radiacion nocturna, asi es que durante las noches serenas hace menos frio debajo de los árboles ó al pié de los edificios, que en campo raso.

III.

La temperatura de la superficie del suelo en que vegetan las plantas y sobre el que viven los animales, se debe simultáneamente á la influencia calórica de los rayos del sol y á la accion del

calórico procedente del interior; para comprobar la existencia de este calórico, aparte de los datos que puede proporcionarnos el termómetro; tenemos las observaciones que se han verificado en las minas profundas, en las cuales la temperatura se aumenta hasta el punto de incomodar notablemente á los obreros, obligándoles á trabajar casi desnudos y durante poco tiempo; pero no basta decir que la temperatura aumenta con la profundidad, sinó que es preciso determinar la ley que sigue en este aumento progresivo.

✕ Para medir la temperatura á pequeñas profundidades, se introducen en la tierra termómetros de tallo bastante prolongado para que el nivel del mercurio pase de la superficie del terreno, observando las diferencias que existen entre las temperaturas de los diversos puntos del tallo y la del depósito; de esta suerte un termómetro introducido en la tierra á la profundidad de un metro, sufrirá oscilaciones en el espacio de 24 horas; mas si el depósito se encuentra á una profundidad un poco mayor, no variará en el curso del día. Esta profundidad se llama zona de extincion de la variacion diurna. De aqui proviene que las bodegas y sótanos nos parecen cálidos en invierno y frios en verano, produciendo un efecto de contraste con la temperatura exterior.

✕ Por bajo de la capa invariable donde desaparecen las oscilaciones del termómetro, las temperaturas sufren cambios notables, aumentando 1° por cada 30 metros de profundidad.

Por consiguiente, si se tratase de determinar la temperatura media anual de un lugar por medio de la capa invariable de temperatura ó plano constante, se encontrarían grandes dificultades, porque sería preciso situar el termómetro en cavidades en que no penetrase el aire y hacer escavaciones de gran profundidad; mas para deducir con facilidad esta temperatura, se toma la de las aguas de las fuentes, puesto que es igual próximamente á la media anual, pero como los manantiales reciben el agua de las lluvias, su relacion con la media anual varia segun la mayor ó menor cantidad de lluvia que cae en las diversas estaciones; por cuya razon las observaciones termométricas verificadas en los pozos, donde el agua permanece mas tiempo sometida á una misma temperatura, dan resultados mas exactos.

Los manantiales cuyas aguas proceden de grandes profundidades, tienen cuando salen á la superficie una temperatura á veces muy superior á la de la atmósfera, por cuya razon se las conoce con el nombre de aguas termales; de ellas hay muchos y notables ejemplos en España, pudiendo servirnos de tipo las de Archena en la provincia de Murcia, las de Arnedillo en la de Logroño, las de Fítero en la de Navarra y las de Ledesma en la de Salamanca.

Muchas y muy variadas son las opiniones que se han omitido por los observadores para explicar el origen de esta termalidad, procurando determinar las causas que influyen en su produccion

y estableciendo teorías mas ó menos razonables, algunas de las cuales han sido comprobadas por hechos experimentales.

Laplace atribuye la causa de esta termalidad á la influencia del calor central de la tierra, cuyo foco á causa del aumento progresivo que sufre la temperatura á medida que se profundiza, se supone está en completa fusion ígnea. Esta teoría tiene muchos partidarios entre los Físicos y Geólogos, y los principios fundamentales establecidos por este eminente físico son los siguientes:

Las aguas de lluvia penetrando en la masa de la tierra por las grietas y hendiduras que existen en su superficie llegan á profundas cavernas, donde sufren la influencia de aquel intenso calor. Elevándose su temperatura se dilatan, adquieren menor peso específico, y subiendo por hendiduras diferentes salen á la superficie del terreno, donde tienen su nacimiento, estableciéndose de esta suerte dos corrientes, una ascendente de agua termal, y otra descendente de agua fria que reemplaza á la primera.

Aun cuando esta causa puede considerarse como la principal de la temperatura de estas aguas, no es la única que contribuye á desarrollar este fenómeno, porque las influencias electro-magnéticas producidas por las montañas, á las que algunos físicos consideran como enérgicas pilas eléctricas, capaces por sí solas de descomponer los mismos terrenos que las forman, y el papel por lo tanto que la Química juega al verificar estas descomposiciones produciendo

nuevos compuestos salinos, pueden considerarse tambien como origen de la termalidad de las aguas.

Tambien deben de tenerse muy en cuenta la influencia que ejercen los volcanes en actitud, porque los principales mineralizadores de las aguas termales que nacen cerca de los terrenos volcánicos, son generalmente los mismos que aquellos lanzan en sus erupciones, notándose que la temperatura de las aguas disminuye á medida que los manantiales se originan mas lejos de los centros volcánicos.

De todas estas opiniones se deduce que los principales agentes que determinan la termalidad de las aguas son, el calórico central que existe en nuestro globo y los efectos producidos por los volcanes, que no son otra cosa mas que comunicaciones directas de su cráter con el mismo centro de la tierra.

En los rios, las capas superiores del agua sufren cambios de temperatura considerables, llegando á congelarse en el invierno y subiendo su temperatura en el verano hasta 25°; siendo debida esta desigualdad á la diferente distribucion del calórico en estas grandes masas líquidas: durante el verano, el aire que obra por contacto y el calor solar penetran á diversas profundidades; las capas calentadas se mezclan por el movimiento del líquido, pero no llegan al fondo porque están sostenidas por su ligereza específica y porque el movimiento no se trasmite mas que á las primeras capas.

En el invierno la superficie se enfria tambien por las causas, por el aire frio que obra por contacto, y por la radiacion nocturna. Al enfriarse esta superficie, se contrae, aumenta de densidad y descende á una pequeña profundidad donde se mezcla con las capas que tenian mas temperatura; de esta suerte la superficie no llegaria á 0., sino cuando toda la masa tuviese la misma temperatura, y por consiguiente se verificaria una congelacion simultánea en toda la masa del rio. Pero por consecuencia del máximun de densidad los fenómenos se verifican de un modo inverso: cuando las capas de la superficie adquieren la temperatura máxima, descienden otras nuevas las reemplazan hasta que la masa general llega á adquirir esta temperatura. Por esta razon en los rios la congelacion empieza esencialmente por la superficie, y no penetra nunca á grandes profundidades, porque el agua está en contacto con el aire frio que disminuye su temperatura, descendiendo esta tambien por la radiacion.

× El mar presenta del mismo modo variedades notables en la temperatura de sus aguas, conforme se la observe en la superficie ó á diversas profundidades. Para observarla se hace uso de termómetros de máxima y minima, ó bien de termómetros ordinarios, cuyos depósitos están cubiertos con sustancias malas conductoras del calórico.

× La superficie del mar se calienta mucho menos que la de la tierra, ya por la agitacion de

las capas superficiales que se mezclan con las que están debajo, ya porque los rayos solares penetran á grandes profundidades, ó ya en fin por la gran capacidad calórica del agua. De todos modos el enfriamiento es muy lento y sus variaciones poco sensibles en la superficie.

Las observaciones verificadas para determinar la temperatura del mar en su superficie y á diversas profundidades, han dado por resultado las consecuencias siguientes:

1.^a Entre los Trópicos la temperatura disminuye con la profundidad.

2.^a En los mares Polares la temperatura crece cuando la profundidad aumenta.

3.^a En los mares templados cuyas latitudes son de 30 á 70°, la temperatura es tanto menos decreciente cuanto mayor es la latitud, transformándose en creciente al llegar á los 70.º.

Existe por consiguiente una zona en la cual la temperatura es casi constante desde la superficie hasta grandes profundidades.

Las causas que modifican la temperatura de los mares son principalmente las corrientes, los altos fondos y las inmediaciones de las costas.

Las primeras mezclan y confunden las aguas de los diferentes mares, contribuyendo de esta manera á regularizar la distribución del calórico en la superficie del globo.

El agua situada sobre altos fondos tiene menos temperatura que en plena mar, porque según Davy durante la noche las moléculas del agua enfriadas por la radiación descienden al fondo;

y en los sitios poco profundos, se acumulan cerca de la superficie para ejercer una influencia mas ó menos grande sobre su temperatura.

Por último, la influencia de las costas modifica notablemente la temperatura del mar. El agua tiene una temperatura mas elevada en el Mediterráneo que en el Océano, porque aquel está rodeado de tierra, en cambio la proximidad de las costas en los mares Polares es una causa de enfriamiento.

Se ha creído durante mucho tiempo que los hielos polares se formaban siempre á lo largo de las costas, y así sucede muchas veces en efecto, viéndose grandes masas congeladas en bahías profundas; mas no puede explicarse de esta manera la formacion de la inmensa cantidad de hielo, algunas veces á distancia de veinte leguas de las costas, que recubre la superficie de los mares Articos. Cuando el mar está en calma, la congelacion no es muy rápida, y el hielo adquiere en 24 horas el espesor de 10 cm, siendo la superficie unas veces unida, otras irregular y muchas erizadas de agujas ó montañas de diez ó mas metros de altura, teñidas de brillantes colores verdes y azules y cuya superficie tiene un brillo deslumbrador. Estos hielos flotantes recorren algunas veces muchas leguas en corto espacio de tiempo, y son impelidos hácia el mar libre por los vientos del Norte y del Oeste.

Las montañas de hielo están formadas por masas enormes que se reunen unas á otras por la accion de las corrientes y por la congelacion

del agua que las separa, adquiriendo la propiedad de la fragilidad cuando la temperatura del aire se eleva sobre 0.

Los hielos que se encuentran sobre las costas de Groenlandia tienen ordinariamente un espesor de 25 á 30 pies. El frio por consiguiente de las regiones Polares está ligado á la estension y profundidad de las aguas y á la inmensa cantidad de masas congeladas que sobre ella flotan.

TERCERA PARTE.

LECCION 65.

SUMARIO.

Vientos.—Su clasificacion.—DIRECCION y velocidad de los vientos.—Causas de su produccion —Vientos regulares.—Brisas de tierra y brisas de mar.—Monzones.—Alíseos.—Vientos irregulares.—Caractéres físicos de los vientos.—Huracanes.—Trombas.

I.

El viento no es otra cosa mas que el movimiento de una gran masa de aire que cambia de posicion en el espacio. El estudio de este meteoro tiene una gran importancia en Climatología, porque su dirección; su frecuencia y el estado de sequedad ó humedad en que se encuentra, ejercen una gran influencia en la vegetacion. Los vientos obran tambien conduciendo á grandes distancias el calor ó frio de las regiones que atraviesa: sin él no existiria la lluvia en los Continentes, y la navegacion seria imposible si en las cartas marinas no se conociesen y determinasen las direcciones de las corrientes.

Los vientos se dividen en regulares é irregulares, y siendo los primeros mas conocidos, su estudio es de mucha importancia.

En todo viento hay que estudiar la direccion y la velocidad; es verdad que soplan en todas direcciones, horizontalmente, verticalmente, oblicuamente; giran sobre sí mismos, y se cruzan y mezclan unos con otros, pero su direccion ordinaria es paralela á la superficie terrestre.

Los griegos no conocian mas que dos vientos, el Bóreas que comprendia todos los que soplaban del Norte, y el Notos que comprendia los que soplaban del Sur. Dividieron despues el horizonte en cuatro partes iguales, de 90° cada una, y llamaron Bóreas á los vientos del Norte, Euros á los vientos del Este, Notos á los del Sur y Zéphiros á los del Oeste. Hoy se considera al horizonte dividido en 32 partes iguales llamadas rumbos, las cuales se encuentran trazadas en una estrella llamada *rosa de los vientos*, recibiendo estos el nombre de Norte, Sur, Este y Oeste si soplan en la direccion de los cuatro puntos cardinales. Los que soplan en direccion intermedias, á estos puntos se designan reuniendo los nombres de los dos adyacentes ó inmediatos y asi sucesivamente con los demas intermedios, constituyendo una nomenclatura especial que hace distinguir fácilmente los vientos principales de los medios vientos, cuartos de ciento, octavos, etc.

La direccion general de los vientos se aprecia de diferentes maneras, segun que corran

próximos á la superficie de la tierra ó en regiones elevadas: la direccíon de los vientos inferiores se aprecia por los Anemómetros, y las de las corrientes superiores por la marcha de las nubes.

El mas sencillo de los Anemómetros es la veleta, aparato que termina generalmente las cúspides de las torres ó puntos mas altos de los edificios; pero siendo ordinariamente poco movable para obedecer á las debiles oscilaciones del aire, se ha sustituido por aparatos dispuestos de tal modo que el tallo de la veleta gire al mismo tiempo que su plano, uniendo á la parte inferior del tallo una aguja paralela á la veleta que indica las diferentes direcciones sobre un circulo horizontal donde se halla trazada la rosa de los vientos.

La velocidad se aprecia al mismo tiempo que la direccíon, combinando una lámina ó plano fijo invariablemente á la veleta, que se coloca siempre en direccíon opuesta al viento, con una cadena unida á un Dinamómetro en el que se determina la velocidad.

La clasificacion que generalmente se adopta relativamente á la velocidad de los vientos es la siguiente:

Nombres de los vientos.	Velocidad por segundo.
Viento poco sensible. . . .	m 0,5
Viento suave.	1,0
Viento moderado.	2,0
Viento fuerte.	10,0
Tempestuoso.	22,0
Huracan.	36,0
Huracan violento.	45,0

Estas denominaciones han sufrido modificaciones mas ó menos importantes por los marinos, que les designan con los nombres de viento fresco, brisa, gran viento, viento impetuoso, tempestuoso y huracan.

Para explicar el fenómeno de los vientos, es preciso conocer lo que sucederia en dos porciones contiguas de la atmósfera si estuviesen sometidas á grados diversos de temperatura. Franklin fué el primero que imaginó una esperiencia curiosa sobre este asunto para explicar la causa del viento: colocó dos bujias encendidas, una en la parte inferior, y otra en la superior de una puerta que servia de comunicacion á dos habitaciones contiguas pero de desigual temperatura.

En la parte baja, la llama de la bujia indicaba una corriente cuya direccion era de la habitacion mas fria hácia la mas caliente; en la parte alta la direccion era inversa, señalando una corriente desde la habitacion fria á la de mas temperatura. Deduciendo de esta esperiencia que en la superficie de la tierra debe suceder alguna cosa análoga, porque cuando por una causa cualquiera se verifica una elevacion de temperatura en uno de sus puntos, la columna de aire superpuesta asciende, una corriente inferior se dirige hácia la parte de mas temperatura, y la corriente de aire calentado produce otra superior que tiene un movimiento inverso.

Esta modifficaion de la temperatura en la superficie de la tierra puede verificarse por una multitud de circunstancias, como por ejemplo,

la presencia del agua, el estado de humedad del terreno, su naturaleza y vegetacion, la altura sobre el nivel del mar y la presencia de las nubes que interceptaban los rayos solares. Sin embargo, el viento puede ser originado por otras causas diferentes, entre las cuales merece citarse la disminucion de la presion atmosférica y la condensacion brusca de una masa considerable de vapor de agua. De todas maneras, los vientos pueden propagarse por impulsión ó por aspiración, los primeros cuando la dirección tiene lugar en un sentido y la marcha progresiva en el mismo, como sucede en el viento que sale de un fuelle, donde el aire está comprimido; y los segundos cuando la dirección tiene lugar en un sentido y la marcha progresiva en sentido contrario, como sucede al viento que entra en un fuelle, donde el aire está enrarecido.

II.

Hemos dicho en la primera parte de los meteoros aéreos, que los vientos se dividen en regulares é irregulares. Los primeros pueden ser constantes, si la dirección en que soplan es invariable, y periódicos si soplan en direcciones y épocas determinadas.

Entre los constantes se comprenden principalmente las Brisas, los Monzones y los Aliseos.

Bajo el nombre general de brisas se comprenden los vientos periódicos que soplan diariamente sobre las costas; presentándose por la mañana un viento que sopla del mar á la tierra

y se conoce con la denominacion de brisa de mar; por la tarde y despues de ocultarse el sol en el horizonte sopla el viento de la tierra hácia el mar, designándole con el nombre de brisa de tierra: tanto una como otra se aprovechan con ventaja por los navegantes para entrar ó salir de los Puertos, siendo la brisa de mar la que sirve para la entrada de las embarcaciones, y la de la tierra para su salida.

La explicacion que se ha dado de estos vientos es la siguiente; pocas horas despues de la salida del sol, el terreno empieza á calentarse por la influencia calorífica de los rayos de este astro, mientras que las aguas del mar conservan invariable su temperatura, produciéndose sobre la tierra una columna de aire descendente que se llama el aire de mar. Hácia media tarde, el terreno empieza á enfriarse por radiacion, el aire adquiere la misma temperatura sobre la tierra y sobre las aguas del mar y queda en reposo; pero despues de ocultarse el sol el aire que recubre la tierra continúa enfriándose y la columna ascendente se forma sobre las aguas, á lo que se llama viento de tierra. Por esta razon en los dias cubiertos las brisas son poco perceptibles.

Se dá el nombre de Monzones á vientos periódicos que reinan principalmente en los grandes golfos. Estos vientos soplan durante seis meses en una direccion, y durante otros seis en direccion contraria; por cuya razon se les explica del mismo modo que las brisas. En la época en que los Monzones cambian de direccion hay en

algunos mares una calma más ó menos prolongada, pero otras veces el cambio se verifica de una manera rápida, produciendo grandes tempestades.

En los mares de la India es donde se encuentran los monzones mejor caracterizados, los cuales cambian con frecuencia las estaciones, y se cree son producidos por la diferencia de temperatura que existe entre los páramos desiertos de las vertientes septentrionales del Himalaya, y el Océano Indico.

El Mediterráneo tiene tambien sus Monzones. llamados vientos etesios, porque soplan en verano del Norte, y en invierno del Sur, lo que procede de que en el verano el desierto de Sahara tiene mas temperatura que el Mediterráneo, y en el invierno mucha menos.

En el Norte de España el viento que sopla mas comunmente es el de Sudoeste.

Se dá el nombre de vientos Aliseos á unos vientos constantes que soplan de Este á Oeste cerca del Ecuador. Se deben al calor y á la elevacion del aire, que dirigiéndose sobre capas mas frias, marchan del Ecuador al Polo con grandes velocidades. Fueron observados por primera vez por Cristóbal Colon y producen en el Océano Atlántico las grandes corrientes, entre las que merece citarse la del Gulf-Stream. Esta corriente tiene origen en las costas occidentales de Africa, marcha hácia el Sur dirigiéndose á Guinea, y despues se divide: su mayor porcion marcha al Oeste y penetra en el golfo de Méjico,

desde donde sube en direcciu de Sudoeste á Nordeste, llevando sus aguas calientes á la costa occidental de Europa.

Los vientos irregulares son tanto menos frecuentes cuanto que la latitud es mas elevada. En Europa predomina en las regiones del Norte el viento Oeste, y en las del Mediodia el viento Norte. Estos vientos irregulares toman nombres diferentes, segun el pais; por ejemplo, se dá el nombre de Levante en España á un viento que suele soplar de los desiertos de Sahara, y es muy perjudicial á la salud; y en el Egipto se dá ese mismo nombre á un viento regular, de alta temperatura y que causa grandes estragos por la inmensa cantidad de arenas que arrastra consigo.

Los vientos extraordinarios que se dejan sentir sobre las costas de Guinea, en Egipto, en la Arabia, en Siria, en Rusia y en Italia, son debidos principalmente á su alta temperatura porque proceden del interior del Africa. Estos vientos que poseen caractéres físicos distintos relativos á su temperatura y escasez de humedad, arrastran grandes cantidades de arena que conducen á inmensas distancias, y han recibido el nombre de Simoun, Chamsin, Hármattan, Samiel, Si-rocco, segun las localidades.

Los huracanes son vientos que se desarrollan bruscamente y comprenden un espacio en el cual el aire no tiene una direccion única. Su velocidad es de 45^{ms} por 1" y van generalmente acompañados de lluvia y granizo.

Los efectos que producen son terribles, por-

que la violencia del viento es á veces tan prodigiosa, que destruye los edificios mas sólidamente contruidos, arranca los árboles conduciendo á gran distancia sus despojos, y arrasan campos enteros, en los que no quedan señal alguna de vegetacion.

Estos vientos se manifiestan especialmente entre los trópicos, en la China y en las Indias Occidentales; en los climas templados, son mas raros y menos violentos, y en las regiones Polares, las grandes sacudidas atmosféricas, que son muy frecuentes, quedan reducidas á vientos muy fuertes.

El fenómeno de las Trombas es el mas extraordinario de los fenómenos meteorológicos, no solo por los efectos que produce, sino porque se ignoran las causas que le originan.

Se conocen tres especies de Trombas, las de aire que se producen sobre la tierra, las marinas que aparecen sobre el mar y las de agua que se forman sobre los lagos y rios.

La teoria mas aceptable para explicar estos curiosos meteoros, es debida al físico Espy, el cual supone que el aire que recubre un lugar plano, estenso, muy húmedo, y en el que reina una gran calma, se calienta y eleva verticalmente á una gran altura conservando siempre una temperatura superior al aire inmediato, por consecuencia de la condensacion de su humedad: la fuerza ascensional crece, y produce un verdadero tiro de chimenea que arrastra violentamente al aire inferior.

CUARTA PARTE.

LECCION 66.

SUMARIO.

De los meteoros acuosos en general.—Estado higrométrico del aire.—Medios de medirlo.—Higrómetros mas generalmente usados.—Rocío.—Nubes.—Nieblas.—Lluvia.—Nieve.—Granizo.

8 Bajo el nombre general de hidro-meteoros ó meteoros acuosos se comprende una multitud de manifestaciones atmosféricas producidas por la condensacion, liquefaccion y congelacion de los vapores contenidos en la atmósfera.

En efecto, la humedad del aire y las variaciones de temperatura que experimenta, producen un gran número de meteoros muy curiosos, que apenas nos llaman la atencion por la frecuencia con que se presentan á nuestra vista, pero que por eso no dejan de ser importantes, ya por los efectos que producen, ya tambien por las causas que les originan, tales son el rocío, las nubes, las nieblas, la lluvia, la nieve y el granizo.

La parte de la ciencia que se propone estudiar y determinar el grado de humedad del aire, se designa bajo el nombre de Higrometria; y como su estudio debe preceder necesariamente al particular de cada uno de los meteoros acuosos, trataremos ligeramente de él en la primera parte de este capítulo, reservando la segunda para el estudio de aquellos.

I.

La Higrometría tiene por objeto determinar la cantidad de vapor acuoso existente en la atmósfera. Para convencernos de que en efecto en la atmósfera existe siempre una cantidad variable de este vapor, basta exponer durante algun tiempo á la accion del aire una de las sustancias conocidas con el nombre de delicuescentes; por el aumento de peso que esta sustancia adquiere, y por su liquefaccion nos convencemos de la existencia de dicho vapor.

La proporcion de vapor acuoso en el aire es siempre muy variable para un mismo lugar, pero es insuficiente para producir la saturacion.

Se dá el nombre de Higrómetros á los instrumentos destinados á determinar la relacion que existe entre la fuerza elástica del vapor que contiene el aire en un momento dado y la fuerza elástica máxima que tendria si el aire estuviese saturado á la misma temperatura; á la relacion existente entre estas dos fuerzas se la llama estado higrométrico del aire.

Los higrómetros mas usados son: el de Saussure ó de absorcion, el de Daniell ó de condensacion y el de Regnault: tambien se usa con el mismo objeto, y tal vez con mas exactitud, el Psicómetro de Augusto.

Todas las sustancias filamentosas que proceden de la piel de los animales, tales como los cabellos, cerdas, plumas, etc., poseen la propiedad de prolongarse cuando absorben una parte de la humedad de la atmósfera, contrayéndose cuando la pierden: de este principio se sirvió Saussure para la construccion de su higrómetro. Consiste este aparato en un cabello desengrasado, fijo por una de sus estremidades y libre por la otra, pero situado en una tension conveniente por medio de un pequeño contrapeso, el cabello se arrolla por su parte inferior á una polea situada en el centro de un cuadrante metálico, al rededor del cual puede girar, é invariablemente unida á una aguja que puede recorrer dicho cuadrante; á medida que el cabello se prolonga ó se acorta, asi gira la polea á la derecha ó á la izquierda y con ella la aguja situada en su centro. Para graduarle se eligen dos puntos, llamados de máxima sequedad, y de estrema humedad, los que se determinan situando sucesivamente el aparato en una campana de vidrio cuyo aire interior está desecado por sustancias absorbentes para determinar el primer punto, y colocándole despues en la misma campana llena de aire saturado de vapor para fijar el segundo punto. El espacio comprendido entre estos dos

puntos fijos se divide en 100 partes iguales que se llaman grados del higrometro; advirtiéndose que el cero empieza á contarse en el punto de estrema sequedad.

8/ Daniell ideó determinar el estado higrométrico del aire por medio de otro aparato que recibe el nombre de higrómetro de condensacion, por estar fundado en la temperatura que es necesario producir para que el vapor que contiene el aire se condense. Consiste en un tubo de vidrio dos veces encorvado, de ramas desiguales y terminadas por dos esferas tambien de vidrio; la una contiene éther y un pequeño termómetro que determina su temperatura; el resto del tubo está lleno solo de vapores de éther, para lo cual se desaloja el aire calentando aquel líquido y cerrando la estremidad de la otra esfera por medio de una lámpara de esmaltar: esta esfera va cubierta con una tela de muselina. Para hacer uso de este instrumento basta verter algunas gotas de éther sobre la esfera cubierta de tela, el líquido se evapora rápidamente y enfria la esfera; el vapor que llena todo el tubo se condensa entonces en esta capacidad, y el éther de la otra, enfriándose rápidamente, hace que el aire que la envuelve adquiera la temperatura del rocío, que se determina por el termómetro interior.

El higrómetro de Regnault es un instrumento mas preciso que los anteriores, pero tanto este como los ya descritos, dejan bastante que desear bajo el punto de vista de los resultados que proporcionan.

Augusto

Por último, el Psicómetro de Augusto se compone de dos termómetros, el uno con el depósito desnudo y expuesto al aire libre, y el otro con el depósito envuelto en una gasa humedecida constantemente con agua, que llega á ella por medio de una torcida sumergida en un vaso que contiene este líquido: este termómetro, cuya esfera se enfria por la evaporacion, tiene siempre una temperatura inferior al primero, deduciéndose de la diferencia de la temperatura de estos dos termómetros, el estado higrométrico del aire.

Por las observaciones verificadas con estos diferentes aparatos se ha podido determinar que la humedad relativa varía á todas horas. Está en su máximun antes de la salida del sol, y en su minimun á mediodia. Varia tambien en los diferentes meses del año; Noviembre y Diciembre son los mas húmedos, y Julio y Agosto los mas secos. En las costas el aire es mas húmedo que en el interior de los continentes; en las montañas es por regla general mas húmedo que en los llanos; y en los desiertos existe el aire mas seco que se conoce.

II.

Expuestos los diferentes métodos y aparatos mas generalmente usados para determinar el estado higrométrico del aire, describiremos particularmente cada uno de los meteoros acuosos.

Rocio.—Con este nombre se designa un meteoro debido á la condensacion del vapor acuoso

Pa
83

existente en el aire sobre la superficie de los cuerpos, dando origen á la formacion de pequeñas gotas que mas tarde se evaporan por la influencia del sol. Las causas que favorecen notablemente la produccion de este meteoro son tres. Primera, el estado de la atmósfera: el rocío no se deposita mas que en las noches despejadas y serenas, porque cuando la atmósfera está cubierta y corre viento fuerte, no se produce este fenómeno. Segunda, la situacion relativa de los cuerpos: la esperiencia ha demostrado que el rocío se forma mejor sobre los cuerpos aislados, que no sobre los que están colocados á las inmediaciones ó debajo de otros cuerpos que les cubran en parte; por esta razon en las colinas, páramos y llanos es mas abundante que en los valles ó debajo de los árboles. Tercera: la naturaleza de los cuerpos: cuerpos diferentes situados en las mismas condiciones, no reciben de la misma manera este meteoro; es preciso que sean malos conductores y tengan mucho poder emisor: por esta razon los metales, que son buenos conductores del calórico y le radian débilmente, no son apropósito para que este meteoro se deposite sobre su superficie.

Entre las diferentes teorías que se han expuesto para explicar este fenómeno, merece mencionarse la que se funda en los principios siguientes: durante el dia, los cuerpos situados en la superficie terrestre y calentados por la accion directa de los rayos solares, adquieren una temperatura superior á la del aire, cuando el sol

desaparece del horizonte, estos cuerpos en virtud de su poder emisivo, radian calor y se enfrían mucho más que la atmósfera que los envuelve por lo tanto, sobre la superficie de estos cuerpos y mas principalmente sobre la de las hojas de los vegetales y sobre las corolas de las flores; se verifica una condensacion de vapor que dá origen á la formacion de pequeñas gotas, que es lo que constituye este meteoro tan comun y fácil de observar.

El rocío se deposita durante toda la noche, pero mas principalmente á la proximidad de la salida del sol. Es poco abundante en invierno y en verano, porque en estas dos estaciones la diferencia de temperatura del dia y de la noche es corta; y es muy abundante en primavera y sobre todo en otoño.

El rocío congelado constituye la escarcha, y esta misma escarcha cuando el aire está tranquilo y el rocío es abundante, dá origen, por un descenso mayor de temperatura, á la helada blanca, tan frecuente en las noches claras de primavera.

Nubes.—El meteoro conocido con este nombre se forma, no por el vapor acuoso existente en la atmósfera sinó por un estado especial del agua que se ha llamado vexicular; estas vexículas no son otra cosa que pequeñas esferas llenas de aire húmedo y muy parecidas á ténues globos aereostáticos cuya cubierta estuviese formada de una película de agua sumamente delgada. A diferentes causas se atribuye la suspension de

estas vexículas en el aire, y por consecuencia la suspension de las nubes. El aire húmedo que las llena pesa menos que el aire seco, y compensa ó neutraliza en parte el peso de la cubierta líquida: la resistencia que el aire opone al descenso de estas vexículas, y las corrientes atmosféricas de gran temperatura que parten constantemente de la tierra, son otras tantas causas que contribuyen á mantenerlas flotantes y á elevarlas.

Segun Siempre que por una causa cualquiera una porcion de la atmósfera saturada de vapor sufre un enfriamiento, el aire húmedo pierde su transparencia, se constituye el estado vexicular y se forman las nubes: estas nubes ocupan las regiones altas de la atmósfera, y segun su forma, color y situacion en el horizonte se las designa con nombres diferentes, tales como los de *cirrus*, *stratus*, *cúmulus* y *nimbus*, existiendo unas veces solo alguna de estas especies y hallándose otras, varias á la vez y en diferentes partes de la atmósfera.

Las nubes se hallan á alturas variables segun las estaciones: estas alturas se hallan comprendidas entre 1220 y 2400^m, siendo á veces mas considerables, segun se ha observado en las ascensiones aereostáticas. La region en que se forman mas nubes, es aquella en la cual la temperatura disminuye con mas rapidez; esta region se encuentra próximamente á 3900^m sobre el nivel del mar.

Nieblas.—Son nubes que se forman á poca

altura del terreno. Las causas que producen las nieblas pueden ser las mismas ó diferentes de las que dan nacimiento á las nubes, mas el resultado es casi idéntico.

Las nieblas que se forman lejos de los rios durante la noche, son debidas al enfriamiento nocturno del terreno y de la atmósfera, y desaparecen ordinariamente con el sol. Cuando se asciende á una montaña y se llega al seno de una nube, la impresion que se percibe y los efectos que se producen son idénticos á los que se experimentan con la niebla.

Las nieblas se forman generalmente por la mañana, en las orillas de los rios ó en los prados, cuando el agua ó el suelo adquieren una temperatura superior á la de la atmósfera: el vapor que se forma en las capas de aire calentadas por el contacto del suelo, se condensa á medida que se enfria, elevándose con el aire que las envuelve; se verifica una precipitacion parcial de este vapor y por consiguiente se produce opacidad en el aire próximo al terreno.

Lluvia.—Este meteoro proviene de un enfriamiento producido por una causa cualquiera que origina la liquefaccion completa del vapor acuoso contenido en el aire.

Este enfriamiento se verifica si el aire pasa sobre montañas elevadas ó sobre un suelo cuya temperatura es muy baja. Se produce tambien cuando dos corrientes de aire de temperaturas diferentes llegan á encontrarse; la que tiene mas temperatura se enfria por la otra, y de este en-

triamiento resulta siempre la lluvia si las corrientes se hallan próximas á estar saturadas de vapor.

La lluvia puede ser mas ó menos gruesa segun que el aire esté ó no saturado de vapor: en el primer caso, las gotas no sufren evaporacion alguna en su descenso, y por lo tanto caen segun se forman; y en el segundo, ó sea cuando el aire está seco, las gotas se evaporan superficialmente, su volúmen disminuye y producen entonces las lluvias finas ó lloviznas.

Los vientos que principalmente originan la lluvia en Europa son los que soplan del Oeste ó del Sudoeste, porque arrastran consigo el vapor acuoso que han recogido en la superficie del Océano. Los vientos del Este y Nordeste, que han atravesado el continente, son por el contrario secos, existiendo paises donde llueve muy poco como sucede en el Mediodia de España y en la mayor parte del Norte de Africa.

La cantidad de agua procedente de la lluvia se mide por medio de los aparatos conocidos con el nombre de pluviómetros: el mas sencillo consiste, en un vaso cilíndrico de metal, abierto en su parte superior y colocado verticalmente; los bordes de este vaso forman un embudo entrante en el mismo, destinado á evitar la evaporacion del agua recogida; un tubo de vidrio estrecho comunica con el fondo del vaso metálico, y hallándose aquel graduado en milímetros, determina por su escala el espesor de la capa de agua caída en una superficie dada. Las observaciones con este aparato se verifican ordinaria-

*Medida
de lluvia*

mente cada 24 horas, á no ser que la cantidad de lluvia sea excesiva.

Nieve.—Siempre que se forma una nube gruesa en un espacio de la atmósfera, cuya temperatura sea inferior á 0., el vapor acuoso pasa bruscamente al estado de solidez sin pasar por el de liquido, formándose, en vez de gotas de agua, multitud de agujas de hielo que se agrupan entre sí constituyendo lo que se llama copos de nieve; estos copos descienden lentamente á causa de su poca masa, y recibidos sobre un paño negro se les vé afectar formas cristalinas regulares y simétricas, tan variadas que escitaron con justicia la admiracion de Kepler, que fué el primero que las estudió. Aunque las formas diferentes que presentan los copos de nieve son infinitas, Scoresbi las ha referido á seis tipos principales representados por estrellas cuya regularidad y variada forma es admirable. Para que esta regularidad se manifieste de una manera perfecta es preciso que el aire esté tranquilo, tenga poca temperatura y esté seco; en circunstancias contrarias, las agujas que forman los copos son irregulares y opacas.

El color de la nieve es blanco por regla general, pero en algunos puntos se observa la nieve roja como en los Alpes y en los Pirineos, donde fué observada por Saussure y Ramont: el análisis químico ha demostrado que la materia colorante debe proceder de un pequeño hongo ó de unos infusorios que llevan en su masa un color análogo al que presenta la nieve roja.

Granizo.— Con este nombre se designa á un meteoro formado por el descenso de masas de hielo de diferente magnitud y muy compactas, procedentes de la solidificacion de las gotas de agua cuando estas atraviesan regiones de la atmósfera cuya temperatura es inferior á 0. La duracion de este fenómeno es siempre muy pequeña, abraza regiones de poca estension, y se observa en los dias de verano cuando la temperatura es elevada y generalmente al principio de las tempestades.

El granizo es uno de los fenómenos mas terribles por los destrozos que ocasiona en la agricultura y al mismo tiempo de los demás difícil explicacion en Meteorologia.

Su tamaño varia mucho, siendo el mas ordinario como el de un guisante, si bien en otras ocasiones puede llegar á adquirirle mucho mas considerable, tal como el que presenta un huevo de gallina: su peso es proporcional al tamaño, habiéndose encontrado en muchas ocasiones granizos de 150 y 200 gramos.

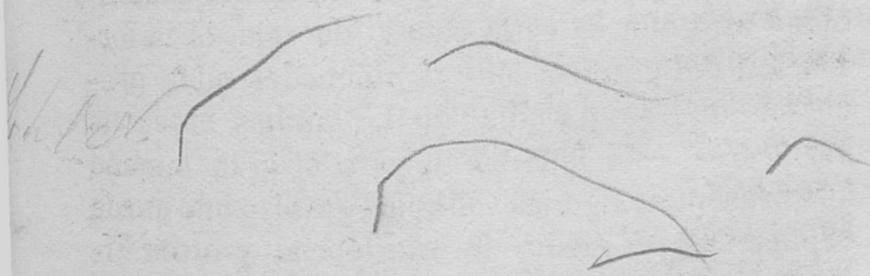
La explicacion que hasta ahora parece ser mas probable respecto á la formacion del granizo, es la dada por Volta, suponiendo que la electricidad atmosférica es la causa, no solo de la formacion del granizo, sinó tambien del ruido precursor que se percibe en las nubes antes de verificarse este fenómeno; pero el gran tamaño que presentan algunas veces los granizos no puede explicarse por medio de esta teoría, y otros Físicos modernos atribuyen la congelacion de estas

masas de agua á la repentina expansion de los vapores de las nubes, producida por la dilatacion que el aire experimenta á consecuencia de las descargas eléctricas.

La forma de los granizos es generalmente esférica, pero otras veces es la de poliedros irregulares, cuya superficie está llena de protuberancias ó elevaciones muy marcadas.

La estructura interior de los granizos es muy notable, y observándola con cuidado pueden determinarse las causas que originan los progresos de la congelacion: en el centro se encuentra un núcleo opaco, al rededor del cual se distingue una capa congelada mas ó menos espesa y diáfana, formada de capas concéntricas distintas y trasparentes: otras veces estas capas son alternativamente diáfanas y opacas; y en muchas ocasiones están sustituidas por fibras congeladas que radican desde el núcleo al exterior.

La cantidad de granizo que cae en poco tiempo es prodigiosa, en términos que la tierra se cubre de una capa á veces de algunos centímetros de espesor.



QUINTA PARTE.

LECCION 67.

Par 88

SUMARIO.

Electricidad atmosférica.—Su analogía ó semejanza con la desarrollada por las máquinas.—Esperiencias de Franklin y Dalibard.—Causas de su producción.—Relámpago —Trueno.—Rayo y sus efectos.—Para-rayos.—Auroras boreales.

I.

El fenómeno mas grandioso é imponente de todos los que se verifican en la atmósfera, es indudablemente una tempestad cuando va acompañada de la vivísima luz del relámpago, del pavoroso ruido del trueno y de los terribles efectos del rayo. Por lo mismo que este fenómeno se presenta caracterizado con signos ó señales tan variadas, se trató de investigar las causas que le producian.

Hasta el siglo XVI los sábios dedicados al

estudio de las ciencias, consideraron á estos fenómenos como atributos de la divinidad; pero desde esta época en adelante se empezaron á estudiar las verdaderas causas, origen de este fenómeno. El abate Nollet fué el primero que indicó claramente la analogia que existia entre los fenómenos electricos y los producidos por el rayo. Mas tarde á mediados del siglo XVIII las esperiencias verificadas por los físicos Franklin y Dalibard comprobaron de una manera innegable la identidad de estos dos fenómenos.

9 Franklin, fundándose en la propiedad que tienen los cuerpos conductores terminados en punta, concibió la idea ingeniosa de estraer la electricidad de las nubes: con este objeto construyó una cometa de papel, en la que colocó una punta metálica, y de esta manera hizo que se elevase en el aire hácia una nube tempestuosa; aún cuando la cometa se encontraba hácia algun tiempo bajo la influencia de la nube, no daba signos de electricidad, pero habiendo sobrevenido una ligera lluvia, la cuerda de cáñamo mojada por el agua se hizo conductora y trasmitió la electricidad hasta la estremidad inferior, pudiendo entonces sacar chispas vivísimas, siempre que el dedo se aproximaba á la estremidad de la cuerda.

El descubrimiento de Franklin, verificado en Abril de 1753, fué conocido generalmente en Europa, y nuevos esperimentos vinieron á confirmarle.

18 Dalibard demostró igualmente la identidad

sospechada hacia tanto tiempo, por medio de una barra de hierro aislada y colocada verticalmente sobre el techo de una pequeña casa que se encontraba á las inmediaciones de Marly-la-Ville: esta barra terminaba en punta en su parte superior y en una esfera en la inferior, teniendo además la longitud de 40 á 50 pies. Siempre que una nube tempestuosa pasaba por encima de la barra, la estremidad inferior se cargaba lo mismo que si la punta hubiese estado en presencia de una máquina eléctrica, pudiendo sacar chispas, cargar condensadores y verificar cuantas experiencias se ejecutan con las máquinas. Este aparato de que se sirvió Dalibard, sigue usándose hoy aunque con forma distinta, para estudiar la electricidad de que está cargada la atmósfera. Puntas elevadas, en comunicacion por su estremidad inferior, con electróscopos sensibles, permiten determinar la naturaleza é intensidad de la electricidad en una nube.

De las observaciones verificadas con estos aparatos, se ha deducido que la atmósfera contiene siempre electricidad libre, la cual es á veces tan abundante, que los árboles aislados y las puntas de los matorrales, se hacen luminosos.

En tiempo seco la electricidad del aire es positiva, y la del terreno negativa; pero durante las tempestades, la electricidad atmosférica cambia con frecuencia de signo.

Las causas de la electricidad son principalmente la evaporacion y la vegetacion, porque estos fenómenos que se producen á cada instante

en todos los puntos de la superficie del globo dan lugar á un desarrollo enérgico de electricidad. En efecto las disoluciones alcalinas al evaporarse dan siempre electricidad, adquiriendo el vapor de agua la negativa y el álcali la positiva; sucediendo lo propio con las disoluciones ácidas, si bien en este caso el vapor de agua adquiere la electricidad positiva, y el líquido conserva la negativa.

Ninguna combinacion química se verifica en la vegetacion sin ir acompañada de un desarrollo de electricidad.

A estas dos causas principales deben agregarse, la accion de las aguas sobre los terrenos y las descomposiciones y combinaciones producidas por el calor.

Antes de detallar las particularidades que caracterizan al relampago, trueno y rayo, espon-dremos la manera de formarse una tempestad.

Las nubes que dan origen á las tempestades son en un principio pequeñas, pero aumentan rápidamente de volúmen por la precipitacion del vapor que las envuelve, cubriendo grandes por-ciones de la atmósfera, cuyo color azul es de poca intensidad. Otras veces estas nubes se forman aisladamente en diferentes puntos del hori-zonte reuniéndose poco á poco y presentando colores muy diferentes, como el gris oscuro, amarillento ó de ceniza.

Con frecuencia se forma la tempestad mucho tiempo antes de dejar sentir sus efectos: en las primeras horas de la mañana el cielo está com-

pletamente puro, formándose nubes aisladas hácia el mediodia, aumentando notablemente por la tarde, dando á toda la atmósfera variedad de colores. Antes de verificarse estos fenómenos, es decir, en las primeras horas de la mañana, se observa un descenso lento y continuo de la columna barométrica, el aire está en calma y se siente un calor sofocante que no afecta proporcionalmente al termómetro. Todas estas circunstancias reunidas son las que caracterizan la formación de las tempestades. No por lo dicho anteriormente hemos de creer que las tempestades se forman solo por la tarde, porque pueden originarse del mismo modo por la mañana y por la noche: en todos los casos la electricidad atmosférica origina el relámpago, trueno y rayo.

II.

El relámpago no es otra cosa mas que una chispa eléctrica que salta entre dos nubes tempestuosas cargadas de electricidad contraria, ó entre una nube y la tierra: en este último caso es cuando se dice que cae el rayo. Todos los relámpagos presentan particularidades que es indispensable conocer; las principales son la forma, longitud y duracion. Respecto á la forma se distinguen tres clases de relámpagos: 1.^a Los que forman surco sinuoso ó zig-zag, igual en un todo á la que presenta la chispa que se estraee del conductor de una máquina eléctrica. 2.^a Los relámpagos difusos que se presentan bajo la forma

de resplandores pálidos y que iluminan todos los contornos de la nube donde se producen: estos relámpagos son muy comunes en todas las tempestades. 3.^a Los relámpagos esféricos, llamados tambien *fuego de San Telmo*, son una especie de globos, que se mueven con lentitud desde las nubes á la tierra, y que muchas veces son visibles durante algunos segundos; su origen es completamente desconocido.

¿ Todos los relámpagos son por lo general, de un blanco deslumbrador; mas no obstante, tambien suele tener una tinta violada, parecida á la que presenta la electricidad cuando se la hace atravesar un espacio vacio.

¿ Un hecho que sorprende extraordinariamente es la inmensa longitud de los relámpagos, la cual es á veces de muchas leguas. Este fenómeno se explica por la presencia de una multitud de pequeños cuerpos conductores, interpuestos entre los dos puntos de partida, es decir, de las gotas de agua que descienden y los pequeños fragmentos que se separan de la nube: estos conductores se encuentran sometidos á la influencia sucesiva, como se verifica en los cilindros que se sitúan cerca de una máquina eléctrica, haciendo saltar en ellos una porcion de chispas que atraviesan un conductor interrumpido, y que el ojo percibe como una chispa única; estos tubos, entre los que puede citarse el baston mágico ó tubo centelleante, representan el relámpago en pequeño y sirven para explicar su longitud; por esta razon en las nubes se verifica una descom-

posicion por influencia en el fluido neutro de las gotas de agua; la descarga recompone los fluidos en esa multitud de cuerpos con una gran velocidad, y á la vista aparece como instantáneo.

§ La cortísima duracion de un relámpago es un hecho proverbial, y no hay nada que exprese mejor un hecho rápido que el decir *parece un relámpago*. La verdadera duracion del relámpago no se conoce, pero se cree que no llega á una millonésima parté de segundo, porque los cuerpos dotados del movimiento mas rápido posible, cuando se hallan iluminados por la luz del relámpago, parecen en quietud. Una bala de cañon lanzada en el momento de producirse un relámpago nos parecería inmóvil en el espacio; sucediendo lo propio á un tren que marchase con gran velocidad ó á un caballo cuya carrera fuese muy rápida. ✓

El trueno no es otra cosa mas que el ruido producido por la separacion violenta que por el relámpago experimentan las capas de aire al volver á colocarse en la posicion que primitivamente ocupaban: es el mismo ruido de la chispa eléctrica, pero mucho mas en grande; unas veces el ruido es único y seco, comparable á un cañonazo, y otras es semejante al que producirian muchos carruajes rodando sobre un pavimento embaldosado: en este caso se dice que el trueno *retumba* ó se refuerza, siendo debido este fenómeno á los ecos y resonancias que se producen en las montañas, paredes de los edificios, etc.

Ordinariamente se percibe el ruido del trueno muchos segundos despues de haber visto el relámpago, apesar de ser simultáneos estos fenómenos, consistiendo en que la velocidad del sonido es mucho menor que la de la luz, porque mientras aquel recorre 340^m en $1''$, la luz recorre en el mismo tiempo un espacio de 77.000 leguas.

Roma
El rayo es la chispa producida por descarga eléctrica entre una nube y la tierra, o lo que es lo mismo, la recomposicion de los fluidos de nombre contrario, como sucede en las máquinas ordinarias. Por esa razon los efectos del rayo son los mismos que los de las baterias eléctricas, pero en una escala mucho mayor que aquellos: se clasifican en mecánicos, físicos, químicos y fisiológicos. Los mecánicos están caracterizados por el movimiento y trasporte de los cuerpos, aunque tengan masas enormes, y por su proyeccion á grandes distancias. Los físicos por la calefaccion, enrojecimiento y fusion de los metales. Los efectos químicos se manifiestan por la combustion de diversos cuerpos, por el olor característico que se produce cuando se desprende el rayo, y por la descomposicion que experimentan muchas sustancias, entre ellas el yeso. Por último, los efectos fisiológicos son bien conocidos: el rayo mata ó hiere á los animales; algunas veces no produce mas que un ligero desvanecimiento, y otras origina fuertes conmociones, presentando hechos y fenómenos variados hasta el infinito.

El rayo sigue siempre por los cuerpos que son mejores conductores de la electricidad, como los metales y las sustancias húmedas. En los cuerpos malos conductores produce efectos muy diversos: si son combustibles los inflama generalmente; en los árboles traza surcos visibles cuya direccion es de la copa al suelo, ó bien arranca y desgarrá la corteza. Estos mismos surcos producidos por el fluido eléctrico, se presentan en los individuos heridos por el rayo; y sinó sucumben á su accion, quedan por largo tiempo sujetos á dolores vivísimos y á contracciones nerviosas involuntarias.

Finalmente, el rayo ejerce una accion marcada sobre las sustancias magnéticas, en términos que el hierro y el acero se imantan con frecuencia durante las tempestades, lo que explica el hecho de que, la mayor parte de las cruces y veletas con que terminan las torres de las iglesias, están dotadas de las propiedades magnéticas comunes á todos los imanes.

Los medios que generalmente deben adoptarse como precaución durante las tempestades, son los siguientes: 1.º Alejarse todo lo posible de los cuerpos buenos conductores, evitando el contacto con los hierros de los balcones, fallebas y cerraduras de las puertas, desembarazándose igualmente de los objetos metálicos que suelen llevarse en los trajes, como las cadenas, relojes, cortaplumas, llaves, etc., porque estos objetos sirven por regla general de conductores al fluido eléctrico. 2.º Es conveniente evitar el colocarse



en el campo al abrigo de los árboles aislados, y en las poblaciones al pie de las torres, ó edificios elevados, porque las partes altas de estos edificios y las estremidades de las ramas en los árboles, hacen el oficio de puntas, cuya electricidad natural se descompone por la influencia de la que tienen las nubes tempestuosas: por esta misma razon, los campanarios desprovistos de para-rayos son peligrosísimos por su elevacion y por las grandes masas metálicas de que están formadas las campanas, cruces, agujas, veletas, etc., en que terminan, debiendo evitarse con sumo cuidado el voltear las campanas durante las tempestades, porque la esperiencia ha demostrado la esposicion que resulta de esta práctica perjudicial, constando de los datos estadísticos recogidos sobre esta materia que en el año de 1718 cayeron rayos en veinticuatro iglesias de las inmediaciones de Saint-Pol de Leon, en Bretaña, por estarse tocando las campanas en ellas, no sucediendo esto en otras muchas donde las campanas permanecian en quietud.

Se dá el nombre de *choque de retroceso* al que se produce cuando el rayo cae en puntos determinados, y á grandísima distancia de ellos se encuentran hombres y animales muertos ó desvanecidos. La explicacion de este fenómeno se atribuye á la influencia que las nubes tempestuosas ejercen cuando descienden sobre los objetos situados debajo de ellas, observándose que en el choque de retroceso no se presentan los fenómenos de descomposicion que el rayo pro-

duce en el cuerpo de los animales, creyéndose por lo tanto que su accion solo se dirige sobre el sistema nervioso.

III.

Desde la mas remota antigüedad se ha tratado de investigar los medios conducentes para preservar á los edificios del rayo; pero hasta que Francklin descubrió el poder de las puntas no se encontró el medio de descargar á las nubes de su electricidad. La instalacion del primer *para-rayos* se verificó en Filadelfia poco tiempo despues de haber ejecutado Francklin sus célebres esperiencias relativas á la identidad que existia entre la electricidad atmosférica y la de las máquinas ordinarias. Un *para-rayos* no es otra cosa mas que una barra metálica terminada en punta y colocada sobre el edificio que se quiere preservar de la accion del rayo, comunicando con un conductor metálico no interrumpido que termina en el suelo. La teoría del *para-rayos* se funda en las descomposiciones verificadas por influencia: al pasar una nube tempestuosa por encima de un *para-rayos* descompone por influencia el fluido neutro de la barra, atrae el negativo hácia la punta, si el suyo es positivo y repele el de su mismo nombre; la electricidad negativa acumulada en la punta se escapa lentamente y neutraliza la positiva de la nube, evitando la descarga instantánea. Por esta teoría vemos que los *para-rayos* no atraen la electrici-

dad de las nubes tempestuosas, sinó que las neutralizan con la electricidad de nombre contrario que se escapa por las puntas.

Los para-rayos desempeñan dos papeles importantes, consistente el uno en preservar á los edificios de los efectos del rayo, previniendo el otro la esplosion por la neutralizacion que poco á poco experimenta la electricidad de las nubes cuya tension disminuye de una manera notable.

La distancia á que un para-rayos estiende su accion preservatriz no está bien conocida; depende de varias circunstancias que cambian con la localidad, pero la esperiencia ha demostrado que un para-rayos protege al rededor de sí un espacio circular de doble rádio que la altura de la barra.

Las condiciones necesarias para que un para-rayos dé buenos resultados son las siguientes: 1.^a Que la estremidad de la barra esté perfectamente adelgazada. 2.^a Que el conductor comunique con el terreno. 3.^a Que desde la estremidad inferior del conductor hasta la punta superior de la barra no haya soluciones de continuidad. 4.^a Que el diámetro de la barra y conductor sea de suficiente estension para que no se funda ó volatilice fácilmente por la electricidad.

Con arreglo á estas condiciones, la barra del para-rayos se construye de hierro terminándola por una punta de platino y dando á toda la barra una longitud de 8 á 9 m. El conductor se construye de alambres de hierro retorcidos, y su estremidad inferior se sumerge en el agua de un

pozo, que no se seque nunca, ó bien en una cavidad de 5 á 6^{m.} de profundidad, que contenga en su parte inferior una capa de carbon calcinado. Si el edificio tiene cubiertas de plomo, canalones para la salida de las aguas, balaustradas de hierro, etc., deben ponerse en comunicacion por medio de alambres metálicos con el conductor principal.

Segun la estension de los edificios, asi deben colocarse uno ó mas para-rayos, teniendo presente que si se necesita colocar mas de uno, la distancia que debe mediar entre ellos es de cuatro veces su altura.

Los buques, por la gran elevacion de sus palos y armaduras, están muy espuestos á la accion del rayo, por cuya razon se les provee de estos aparatos preservadores; cuya construccion es mucho mas sencilla que la de los que se establecen en los edificios. Está reducida á la colocacion de una punta de platino en la estremidad de uno de los mástiles, y puesta en comunicacion por medio de una cuerda de hierro, que termina en una barra del mismo metal fija en la cubierta de cobre que envuelve al buque.

IV.

Se dá el nombre de *Auroras boreales*, ó mejor el de *Auroras polares* á un fenómeno luminoso muy brillante, que tiene gran relacion con el magnetismo terrestre y cuyo origen se atribuye tambien á la electricidad. Este sorprendente

meteoro presenta aspectos sumamente variados; nace, se desenvuelve y pasa sucesivamente antes de desaparecer por una série de fases mas ó menos brillantes, siendo por lo tanto el fenómeno mas magnífico é importante, y al mismo tiempo el mas complicado de los que pueden presentarse á nuestra vista.

Generalmente algunas horas antes de aparecer este meteoro, la aguja magnética sufre alteraciones muy notables que indican una perturbacion en el equilibrio magnético del globo. En el momento en que la aurora va á manifestarse, se percibe en la dirección del meridiano magnético un segmento circular en el aire, teñido de color rojo y violado; este arco ó segmento aumenta de espesor y de brillo, asciende hácia el zénit y experimenta un movimiento ondulatorio en su luz; otras veces presenta este mismo movimiento alternativo en el sentido horizontal, imitando las ondulaciones ó pliegues de una tela movida por el viento: poco despues los extremos del arco se elevan sobre el horizonte, y entonces los pliegues se ven mas numerosos y pronunciados, formando verdaderos radios divergentes que constituyen lo que se ha llamado *corona boreal*; la parte inferior de estos rayos es de color rojo, su mitad verde, y el resto amarillo brillante. Esta corona se forma algunas veces instantaneamente; otras dura muy pocos minutos, y en algunas auroras no se presenta.

La hora en que ordinariamente se presenta este fenómeno es al principiarse la noche, poco

tiempo despues de haber perdido la aurora su intensidad; y cuando no se forma la corona boreal, el meteoro queda reducido á una luz difusa, de color rojo, y muy parecida á la que se observa algunas veces en el Oriente antes de la salida del sol.

Las variaciones que experimenta la brújula antes de verificarse este fenómeno, hacen sospechar que el origen probable de las auroras polares no es otro que la gran cantidad de electricidad que afluye desde la tierra á la atmósfera en la region de los Polos.

Otros sospechan que la causa de este fenómeno es debida á un vapor luminoso que envuelve al sol y radia hasta la tierra iluminando el aire enrarecido y produciendo la luz del meteoro, comparable á la de la electricidad en el vacio.

Las auroras boreales producen por regla general un desequilibrio físico en las atmósfera, observándose descensos en la columna barométrica, cambios bruscos en la temperatura, variaciones irregulares en las brújulas, y por último marcha anormal en todos los aparatos meteorológicos.

APÉNDICE.

LECCION 68.

SUMARIO.

Fenómenos meteorológicos que dependen de la descomposición de los rayos luminosos.

Aunque no de tanta importancia como los fenómenos que acabamos de explicar en los cinco capítulos procedentes, existen otros, dependientes de la luz, que escitan la admiración de los observadores unas veces, y la de todo el mundo otras, por la frecuencia con que se presentan y las ilusiones ópticas á que dan lugar; por estas razones examinaremos, aunque sea de una manera muy ligera, los principales fenómenos ópticos de la atmósfera.

La atmósfera no es perfectamente trasparente; cuando se la considera en gran masa absorbe una parte sensible de la luz; por eso las montañas que se proyectan á gran distancia, son visibles, pero aparecen como envueltas por la niebla, mientras que las poblaciones vistas desde lo alto de estas montañas, se las percibe poco porque no sobresalen de los objetos que las rodean.

Al mismo tiempo que la atmósfera absorbe algunos rayos luminosos, refleja otros. De todos los colores del espectro, el que mejor refleja la atmósfera es el azul; este rayo la atraviesa con dificultad, como lo demuestran los colores del crepúsculo cuando el sol se oculta en el horizonte; entonces se perciben el rojo, el amarillo y el verde, pero nunca el azul. Por consiguiente este color se produce en la atmósfera por los rayos reflejados en las moléculas del aire y de ningún modo que los rayos descompuestos por trasmisión.

A medida que el sol se eleva en el horizonte, la porción de la atmósfera inmediata á este astro adquiere un color amarillo ó encarnado y el zenit blanquea, al propio tiempo que en el Oriente aparece una tinta encarnada que llega á su máximo de coloración pocos momentos antes de elevarse el sol sobre el horizonte; sucediendo lo propio por la tarde cuando termina la carrera de este astro. A esta luz que se produce por la refracción que los rayos sufren al atravesar las capas de la atmósfera, es á la que se ha dado el nombre de claridad ó luz crepuscular. Esta claridad es menos intensa si las nubes interceptan alguna parte de la atmósfera, proyectando sombras que la oscurecen.

Los crepúsculos tienen una duración muy variable; entre los trópicos donde el aire es generalmente seco y puro, el crepúsculo es débil y su duración muy corta. En otros puntos su duración alcanza algunos minutos y en los países

del Norte en donde con frecuencia el sol no desaparece mas que durante algunas horas, el crepúsculo y la aurora iluminan simultáneamente la atmósfera, presentando una mezcla admirable de colores vivos y variados.

Entre los meteoros que pueden producirse por la descomposicion de los rayos solares en las gotas de agua que existen en la atmósfera, merece indicarse el siguiente:

Arco iris.—Este meteoro consiste en una banda circular, en cuya longitud se hallan distribuidos los colores del espectro de tal modo que hallándose el rojo en la parte convexa de la curva, siguen los demas en su orden de refrangibilidad hasta el violado que se encuentra en la parte cóncava. El diámetro aparente del arco es constante y su centro se halla siempre sobre una recta que pasa por el ojo del observador y el centro del sol. Algunas veces este arco que se llama principal, va acompañado de otro concéntrico de mayor radio y cuyos colores están dispuestos en sentido inverso.

La formacion de este arco es debida á la refraccion de los rayos del sol en las gotas de agua, asi es que se le puede observar artificialmente en una cascada, en las gotas de agua proyectadas por las ruedas de un buque de vapor, etc.; dependiendo principalmente de la forma esférica que presentan las gotas en las cuales los rayos refractados producen diversas imágenes cuyo conjunto forma el arco-iris.

La posicion que el observador debe tener

para observar este fenómeno, no es arbitraria, es preciso que se encuentre de espaldas al sol, que este astro se halle muy bajo en el horizonte, y que exista una nube que se resuelva en lluvia donde pueden refractarse los rayos de luz; por esta razon no se observa jamas el arco-iris á medio dia y si siempre por la mañana ó por la tarde.

Este mismo fenómeno puede producirse por la noche, descomponiéndose los rayos de la luna cuando este satélite se encuentra en condiciones parecidas á las del sol, recibiendo entonces el fenómeno el nombre de arco-iris lunar.

Los rayos solares no solo se refractan y descomponen en las gotas de agua existentes en la atmósfera, sinó que tambien lo verifican en las agujas ó pequeñas láminas de hielo que flotan en el aire, produciendo diferentes efectos, entre los cuales son los mas principales los Halos, Parashelenas y Parashelenas.

Se dá el nombre de Halos á círculos concéntricos, luminosos y teñidos de vivos colores, que aparecen al rededor del sol y de la luna.

La formacion de los Halos se cree es debida á la refraccion de la luz en las partículas heladas que se hallan suspendidas en la atmósfera.

Este fenómeno puede producirse artificialmente y en pequeña escala mirando la llama de una bujía á través del vapor que se eleva de un vaso que contiene agua caliente.

El fenómeno consiste en un círculo cuyo radio se calcula de unos 22°, teñido por lo comun

de un encarnado pálido. A las dos estremidades del diámetro horizontal de este círculo, diámetro que por consiguiente pasa por el sol, se observan dos manchas luminosas, rojizas difusas y que se prolongan mas allá del Halo ordinario.

Estas manchas son parhélías, ó sean imágenes fantásticas del sol verdadero, reunidas entre sí por arcos brillantes. Al nivel de las parhélías se observa en la parte exterior del halo un círculo horizontal que pasa por el sol, producido por la reflexion de los rayos sobre los prismas de hielo verticales.

Las paraselenas ó falsas lunas son debidas á una reflexion de la luz, análoga á la que se verifica en las parhélías y en los halos.

Independientemente de los fenómenos que acabamos de indicar, se presentan rara vez otros círculos concéntricos con el sol ó cortando horizontalmente á los halos, teñidos de colores blancos ó de otros diversos de los asignados á los fenómenos anteriores, dándonos á conocer la complicacion de estos fenómenos y la dificultad de explicarlos, toda vez que presentan efectos secundarios tan variados.

Todos estos fenómenos son bastante raros en nuestro pais, sin embargo el 5 de Abril de 1855 á las siete de la mañana se observó en Valladolid un halo y dos parhélías perfectamente marcadas, cuya duracion fué próximamente de una hora.

NOCIONES DE QUÍMICA

LECCION 69.

SUMARIO.

Definicion de la química: átomos, moléculas. — Cohesion: afinidad: causas que modifican estas fuerzas. — Cristalización: isomorfismo: dimorfismo: alotropía: isomeria: análisis y síntesis.

91

La Química es la ciencia que tiene por objeto el estudio de las diferentes especies de materia que constituyen los cuerpos y sus acciones moleculares y recíprocas. La sustancia que constituye los cuerpos, caracterizada por su impenetrabilidad, ha recibido el nombre de materia, y está formada por la reunion de un número incommensurable de partes muy pequeñas, indivisibles, invisibles é impenetrables que se llaman átomos ó moléculas; los átomos de los cuerpos simples son homogéneos y se llaman moléculas integrantes; los de los cuerpos compuestos son heterogéneos y se llaman moléculas constituyentes, por

ejemplo, el bermellon es un cuerpo formado por la union del azufre y del mercurio; las moléculas integrantes son los átomos del azufre y del mercurio, considerados aisladamente; y las moléculas constituyentes son los átomos del bermellon, ó lo que es lo mismo, los que se han formado por la reunion de los primeros.

93 La combinacion es la accion por la que dos ó mas cuerpos se unen en porporciones invariables, de suerte que el nuevo cuerpo formado sea diferente de los componentes; esta accion se verifica casi siempre con desprendimiento de calórico, luz ó electricidad.

Para que se verifique la combinacion son necesarias las dos condiciones siguientes: 1.^a la Afinidad de los cuerpos que están en presencia unos de otros, y 2.^a su estado respectivo; cuando la cohesion escede á la Afinidad, es preciso destruirla por la accion del calórico, para que puedan combinarse dos cuerpos sólidos. La combinacion se verifica siempre entre los átomos y las propiedades de los cuerpos cambian por la combinacion adquiriéndolas nuevas y variando su color, sabor, olor, solubilidad y accion sobre los seres vivientes: por ejemplo, el oxígeno y el hidrógeno son gaseosos á la temperatura y pression ordinarias de la atmósfera y por su union forman el agua que tiene propiedades muy diferentes de las de los componentes. Cuando los cuerpos se combinan en muchas proporciones, existe una relacion sencilla entre las cantidades ponderables de uno de ellos; esta misma relacion

se observa entré los volúmenes de los cuerpos que se encuentran en estado de gas ó de vapor.

La mezcla es una simple interposicion de los cuerpos, que puede hacerse en todas proporciones por cuya razon se distingue de la combinacion.

Entre los átomos existe una fuerza atractiva, recíproca, que se llama atraccion molecular; se distingue esta atraccion con el nombre de cohesion cuando se ejerce entre moléculas de un mismo cuerpo, y por el de afinidad cuando se efectúa entre los átomos de diferentes cuerpos. Las causas que modifican mas ó menos estas fuerzas, destruyendolas ó favoreciéndolas, son los agentes naturales conocidos con el nombre de calórico, luz, magnetismo y electricidad, los cuales se llaman así á causa de su universalidad y de la importancia de sus acciones sobre los cuerpos.

La mayor parte de los cuerpos químicos, sólidos ó líquidos son susceptibles de cristalizar, es decir, de tomar formas geométricas regulares, observando que cuando esta operacion se verifica en circunstancias idénticas, las formas de los elementos cristalinos son semejantes entre sí, de tal manera que estas formas dan un carácter notable para distinguir unas de otras las sustancias cristalinas. Las formas cristalinas que afectan los diferentes cuerpos de la naturaleza parecen infinitas á primera vista pero el estudio de las mismas ha hecho reconocer que su número es muy limitado, reduciéndose á seis formas tipos que se estudian en la ciencia llamada cristalografía. *P. Rubens*

La cristalización artificial de los cuerpos puede efectuarse por tres medios distintos: por fusión, por disolución y por sublimación; los disolventes mas generalmente empleados en química, son: el agua, el alcohol y el éter. Se dá el nombre de sustancias dimorfas á las que pueden cristalizar en circunstancias diferentes en dos formas distintas: á esta propiedad se la llama dimorfismo: tambien se dá el nombre de sustancias isomorfas á las que poseyendo una composición química diferente cristalizan en una misma forma, llamándose la propiedad isomorfismo.

El estado alotrópico es el que presentan ciertos cuerpos simples cuando á influencias especiales presentan propiedades físicas diferentes de las que tienen en su estado normal.

El estado isomérico es el mismo cambio de propiedades; pero refiriéndose á los cuerpos compuestos. En general la química no se ocupa mas que en dos operaciones, una de descomposición y otra de composición, ó sea del análisis y de la síntesis: analizar un compuesto es separar los principios que le constituyen para observar la naturaleza y la cantidad de cada uno de ellos; si solo se reconoce la naturaleza de los componentes, el análisis se llama cualitativo; pero si ademas se determina la cantidad de cada uno de ellos entonces el análisis es cuantitativo. La síntesis es una operación contraria, por la cual se constituyen nuevamente los cuerpos descompuestos por el análisis, volviendo á combinar las sustancias que habian sido separadas por él.

Behmen

LECCION 70.

SUMARIO.

**Nomenclatura química: cuerpos simples.—
Cuerpos compuestos: ácidos, óxidos, com-
puestos neutros, sales, aleaciones.—Fórmulas
química.**

El número de los cuerpos que se encuentran en la naturaleza y el de los que pueden formarse en los laboratorios, es tan considerable que seria preciso tener una memoria sumamente feliz para retener los nombres de todos ellos y aplicarles convenientemente, si cada uno llevase un nombre particular mas ó menos raro. Por esta razon los químicos han creido necesario crear un lenguaje particular, sistemático, que permita formar los nombres de los cuerpos compuestos, por la combinacion de los nombres de los simples que los constituyen: de este modo es fácil reconocer por el nombre solo, la naturaleza del cuerpo compuesto y aun algunas de sus propiedades mas principales. A este lenguaje especial es al que se llama nomenclatura química.

Los cuerpos simples conocidos hasta el dia son 68; llámase asi porque hasta ahora, cualquie-

ra que haya sido el tratamiento á que se les haya sugetado, no se ha podido obtener de ellos mas que una sola especie de materia. Se dividen en dos grandes clases á saber: metaloides y metales; se dá el nombre de metaloides ó de elementos no metálicos á los cuerpos simples que poseen los caracteres siguientes: 1.º Son malos conductores del calórico. 2.º Los son igualmente de la electricidad. 3.º Son en lo general transparentes. 4.º Carecen ordinariamente de brillo; estos cuerpos son quince y sus nombres por orden alfabético, son:

Arsenico.	Cloro.	Nitrógeno.
Azufre.	Fluor.	Oxigeno.
Boro.	Fósforo.	Selenio.
Bromo.	Hidrógeno.	Silicio.
Carbono.	Iodo.	Teluro.

Se dá el nombre de metales á los cuerpos simples que se distinguen por los caractéres siguientes: 1.º Son buenos conductores del calórico. 2.º Lo son igualmente de la electricidad. 3.º Son en general opacos. 4.º Reflejan muy bien la luz, lo que les dá un lustre vivo y brillante, conocido con el nombre de brillo metálico, se conocen 53 y sus nombres son:

Aluminio.	Hierro.	Potasio.
Antimonio.	Ilmenio.	Rodio.
Aridio.	Iridio.	Rubidio.
Bario.	Lantano.	Rutenio.
Bismuto.	Litio.	Sodio.
Cadmio.	Magnesio.	Talio.
Calcio.	Manganeso.	Tántalo.

Cerio.	Mercurio.	Terbio.
Cesio.	Molibdeno.	Titano.
Cobalto.	Niobio.	Torinio.
Cobre.	Niquel.	Tumsteno.
Cromo.	Oro.	Urano.
Didimio.	Osmio.	Vanadio.
Donario.	Paladio.	Ytrio.
Erbio.	Pelopio.	Zinc.
Estaño.	Plata.	Zirconio.
Estroncio.	Platino.	
Glucinio.	Plomo.	

Tanto los metaloides como los metales no gozan con igualdad los caractéres genéricos que se les han asignado; los hay que no poseen sino débilmente tal ó cual propiedad ó carecen de alguna de ellas; pero esas son ligeras escepciones de la generalidad. Aunque en los cuerpos simples el nombre con que se les designa está formado independientemente de toda regla, sin embargo, se procura que recuerde alguna de sus propiedades, por ejemplo, hidrógeno, que quiere decir engendrador del agua, bromo que significa mal olor, etc.

Los cuerpos simples unidos entre si en diferentes proporciones en número 2, 3 y rara vez de 4, constituyen bajo el nombre de cuerpos compuestos, todos los actualmente conocidos. Se distinguen en los cuerpos compuestos, los ácidos, las bases, los compuestos neutros y las sales.

Se dá el nombre de ácido, al compuesto resultante de la union de un cuerpo elemental con el oxígeno y cuyas propiedades sean, enro-

jecer las tinturas azules de los vegetales, tener un sabor mas ó menos ágrío y poder saturar las bases destruyendo sus propiedades y perdiendo él tambien las suyas.

Se dá el nombre de óxido ó base al compuesto que resulta de la combinacion del oxígeno con un cuerpo simple y cuyas propiedades son enverdecer los colores azules de los vegetales; restablecer el color azul de las tinturas vegetales cuando han sido enrojecidas por los ácidos y combinarse con estos habiendo recíproca neutralizacion de sus propiedades respectivas.

Los compuestos neutros son el resultado de la combinacion de dos metaloides entre si ó de un metaloide con un metal y no gozan ni de las propiedades de los ácidos ni de las de los óxidos.

Se entiende por sal la combinacion de un ácido con un óxido.

Se dá el nombre de cuerpos anfigenos, á los metaloides que uniéndose á los demas cuerpos simples producen indistintamente ácidos, ó bases. Son cuatro á saber: oxígeno, azufre, selenio y telurio.

M Se dá el nombre de cuerpos alógenos á algunos metaloides, que uniéndose directamente con los metales, forman sales sin que estos esten oxigenados, y son otros cuatro. á saber: el fluor, cloro, bromo y yodo.

M Siempre que se unen dos sulfuros, cloruros etc., forman un género particular de sales que se llaman, sulfo-sales, clorosales etc.

La nomenclatura de estos diferentes compues-

tos es muy sencilla y consistente en aplicar las reglas siguientes: para formar el nombre de un ácido, se antepone la palabra ácido que reemplaza al oxígeno y después el nombre del otro cuerpo en latín terminado en *ico*; si un cuerpo forma con el oxígeno dos ácidos, al más oxigenado se le añade la terminación *ico* y al menos oxigenado la terminación *oso*; por ejemplo, ácido clórico y ácido cloroso; si forma más de dos se antepone á la palabra ácido la preposición *hipo* ó *per*; así los cinco ácidos que el oxígeno forma con el cloro se designarán de la manera siguiente empezando por el menos oxigenado; ácido hipocloroso, ácido cloroso, ácido hipoclorico, ácido clórico y ácido perclórico. Todos los ácidos formados por el oxígeno se llaman oxácidos; el hidrógeno también les forma y se llaman hidrácidos y su terminación es en *ídrico*; por ejemplo, el azufre y el hidrógeno forman el ácido sulfídrico.

Los óxidos ó bases se designan por los nombres del componente y la palabra óxido anteponiendo á esta las voces *proto*, *bí*, *tri*; por ejemplo, protóxido de hierro, bióxido de hierro, tritóxido de hierro que espresan el primero, segundo ó tercer óxido y por consiguiente la cantidad de oxígeno que cada uno contiene.

Los compuestos neutros, no oxigenados se nombran terminando en *uro* el elemento electro-negativo y espresando después el otro cuerpo; por ejemplo, el cloro se combina con la plata y forma el cloruro de plata; el yodo se une con el mismo metal y forma el yoduro de plata.

La nomenclatura de las sales se forma cambiando las terminaciones de los ácidos que las forman, los que terminan en *ico* cambian su terminacion en *ato* y los que terminan en *oso* la cambian en *ito*, así los ácidos clórico, sulfúrico y nítrico forman cloratos, sulfatos y nitratos; y los ácidos arsenioso, sulfuroso y nitroso forman arsenitos, sulfitos y nitritos.

El agua hace el papel de ácido en las combinaciones que puede producir con las bases; á estos compuestos se les dá el nombre de hidratos y cuando los compuestos no tienen agua se dice que son anhidros.

La combinacion de los metales entre sí se llama aleacion, á escepcion del caso en que forma parte de ella el mercurio que entonces se llama amalgama.

Las iniciales mayúsculas de los nombres de los cuerpos, solas ó acompañadas de la primera consonante, son el principal fundamento de las fórmulas químicas, en las que intervienen además números que hacen un papel semejante al de los coeficientes y esponentes algebraicos. Estas fórmulas constituyen la nomenclatura escrita ó simbólica y en todas ellas deben recordarse las proporciones de cada elemento constitutivo y su colocacion en el compuesto, por consiguiente estas fórmulas representan el valor relativo de los cuerpos que en ellas figuran.

LECCION 71.

SUMARIO.

Ley de las proporciones definidas; ley de las proporciones múltiples; equivalentes químicos; métodos para determinarles. — Aplicaciones.

Si los cuerpos simples pudiesen combinarse en cualquiera proporción, la inmensa cantidad de compuestos variables que resultarían no podrían someterse á ninguna teoría y la química sería solo una reunión de hechos; pero la experiencia ha manifestado que las combinaciones químicas se efectúan en relaciones constantes y sencillas conservando los cuerpos sus pesos respectivos; esta ley se llama de las proporciones definidas y se expresa de una manera general del modo siguiente, «siempre que dos cuerpos se combinan originando compuestos dotados de propiedades físicas y químicas idénticas, la combinación se verifica en proporciones invariables.» Dalton fijó la ley de las proporciones múltiples expresándola de la manera siguiente: «siempre que se combinan dos cuerpos en varias propór-

95) ciones, si la del uno permanece siempre la misma, la del otro aumenta en la relacion sencilla de los números, 2, 3, 4.» Se dá el nombre de número proporcional ó equivalente químico de un cuerpo á la cantidad en peso de este mismo cuerpo, que combinándose con 100 partes de oxígeno es capaz de formar la primera combinacion oxigenada. En la actualidad los números proporcionales se refieren á una unidad que sirve de término de comparacion y que es el equivalente del hidrógeno, fundándose en que todos los equivalentes de los cuerpos simples son multiples por números enteros del de este cuerpo. Los equivalentes químicos de los cuerpos compuestos están constituidos por la suma de los elementales que los forman. Los equivalentes químicos suministran un medio muy sencillo de representar los cuerpos compuestos, por medio de notaciones que manifiestan inmediatamente su composicion, y permiten calcularla fácilmente en números, cuando se conocen los valores numéricos de los equivalentes de los cuerpos simples. Por consiguiente el conocimiento de los equivalentes químicos es una cosa muy importante y par esa razon en todas las obras de química existen tablas donde se hallan espresados. No todos se determinan de igual manera, y los procederes que pueden emplearse con este objeto son como mas principales los siguientes: 1.º por el análisis directo; 2.º por la comparacion de densidades; 3.º por el calórico específico, y 4.º por el isomorfismo. X

Tabla por orden alfabético de los equivalentes de los cuerpos simples con relacion al hidrógeno.

NOMBRES.	Fórmula.	Equivalentes.									
Aluminio.	Al	13,67	Didimio.	Di	49,60	Nickel.	Ni	29,54	Sodio.	Na	23,00
Antimonio.	Sb	129,80	Erbio.	Er	»	Niobio.	Nb	»	Tantalo.	Ta	92,29
Azúfre.	S	16,00	Estaño.	Sn	58,82	Nitrógeno.	N	14,02	Teluro.	Te	64,00
Arsénico.	As	75,00	Estroncio.	St	43,84	Oro.	Au	98,18	Terbio.	Tb	»
Bario.	Ba	68,64	Fluor.	Fl	19,18	Oxígeno.	O	8,00	Torio.	Th	59,50
Bismuto.	Bi	106,43	Fósforo.	Ph	32,00	Osmio.	Os	99,40	Titano.	Ti	25,10
Boro.	B	10,89	Glucinio.	Gl	6,96	Paladio.	Pd	53,23	Tungsteno.	W	92,00
Bromo.	Br	80,00	Hidrógeno.	H	1,00	Pelopio.	Pe	»	Urano.	U	60,00
Cadmio.	Cd	54,75	Hierro.	Fe	28,00	Plata.	Ag	108,80	Vanadio.	Va	68,46
Calcio.	Ca	20,00	Yodo.	Y	126,00	Platino.	Pt	98,58	Ilmenio.	Yl	62,93
Carbono.	C	6,00	Iridio.	Yr	88,57	Plomo.	Pb	103,56	Itrio.	Y	32,18
Cerio.	Ce	46,26	Lantalo.	La	48,00	Potasio.	K	39,14	Zinc.	Zn	33,00
Cloro.	Cl	35,40	Litio.	Li	6,53	Rodio.	Rh	52,16	Zirconio.	Zr	33,58
Cromo.	Cr	26,28	Magnesio.	Mg	12,00	Rutenio.	Ru	52,16			
Cobalto.	Co	29,49	Mercurio.	Hg	100,00	Selenio.	Se	39,61			
Cobre.	Cu	31,79	Molibdeno.	Mh	46,00	Silicio.	Si	21,35			

Los números proporcionales ó equivalentes químicos tienen muchas aplicaciones y son de gran utilidad en la Química; por medio de la tabla anterior se puede calcular con exactitud la composición de un cuerpo sin hacer su análisis; se puede determinar la cantidad de cuerpos que debe emplearse para obtener un producto determinado y puede por último determinarse la cantidad del producto.

Todas estas oposiciones se resuelven fácilmente por medio de proporciones sencillas.

Ejemplos:

1.º Se desea saber qué cantidad de cloro hay en 75 partes de cloruro argéntico? Se forma la siguiente proporción; A número proporcional del Cloruro Argentico : B equivalente del Cloro :: 75 cantidad que nos dán : x.

2.º Qué cantidad de Sulfuro de Hierro podrán producir 50 arrobas de Hierro? La proporción será; A equivalente del Hierro : B equivalente del Sulfuro de Hierro :: 50 arrobas : x.

3.º Qué cantidad de Magnesia necesitaríamos para neutralizar dos kilogramos de ácido sulfúrico? La proporción será; A equivalente del ácido sulfúrico : B equivalente de la Magnesia :: 2 kilogramos de Acido sulfúrico : x.

LECCION 72.

SUMARIO.

Teoría atomística.—Causas que modifican la fuerza de afinidad.—Teoría electro-química.

La teoría atomística da una explicación satisfactoria de la Ley de las proporciones definidas y de las proporciones múltiples porque los átomos de cada especie de materia ó de cada cuerpo simple, poseen un peso invariable y las combinaciones entre diversas especies de materia, resultan de la justa-posición de los átomos.

Explica además diferentes hechos experimentales, como son el cambio de estado de los cuerpos por el intermedio del calórico.

Explica igualmente la regularidad en las proporciones químicas y también la imposibilidad de dividir la materia de una manera absoluta y por último, da una explicación satisfactoria de la combinación química y de los diferentes fenómenos que la acompañan.

Esta teoría admite que todos los cuerpos están formados por cierto número de partes cuya tenuidad es tal, que pasan por indivisibles en par-

tes mas pequeñas, lo que significa su nombre de *átomo* compuesto de la partícula á privativo y de téuno, dividir.

Se supone que su sustancia material ha llegado al último grado de division y se ha considerado dicha materia como detenida en estos últimos límites, lo cual constituye la filosofía corpuscular. La química moderna está fundada sobre la teoría atomística, la única que puede explicar mejor todas sus combinaciones.

Los mismos métodos que se emplean para conocer y determinar los equivalentes de los cuerpos, se emplean tambien para determinar el peso y valor relativo de los átomos. Los pesos atómicos de muchos cuerpos son múltiplos ó sub-múltiplos de los de sus equivalentes; de donde resulta que en la formulacion de los cuerpos segun la nomenclatura alemana, se indica la composicion de algunos como el agua, ácido clorhídrico, etc., poniendo doble el símbolo del Hidrógeno en el agua; y dobles los del Cloro é Hidrógeno en el ácido clorhídrico.

Las causas que modifican la afinidad ó fuerza que preside á las combinaciones químicas, son; la cohesion, el calórico, la luz, la electricidad; la presion, el estado libre, las cantidades relativas de los cuerpos, sus propiedades relativas, la fuerza de presencia y la insolubilidad y volatilidad del producto. De todas estas fuerzas, el calórico y la electricidad son las que mas directamente influyen en las combinaciones químicas.

La teoría electro-química supone que entre

los átomos de los cuerpos existe un antagonismo eléctrico que es causa de la combinación química y que dá una explicación satisfactoria de todos los fenómenos que suelen acompañarla. De estas teorías hay tres; la de Ampere, Davy y Berzelius, siendo la de este último químico la que mas aceptación tiene en el día. Este químico supone que los átomos de los cuerpos son todos electro-polares, llamando negativo al átomo en que domina el polo negativo y positivo á aquel en que domina el polo positivo; de modo que la unión de los cuerpos depende de las relaciones eléctricas que existen entre los átomos, siguiendo la ley general de atracción cuando dominan los polos opuestos y de repulsión cuando dominan los del mismo nombre, adquiriendo por estas fuerzas un estado de movilidad tal que los átomos se unen en virtud de una fuerza [cuya naturaleza es parecida á la que existe entre dos imanes, cuyos polos opuestos se encuentran en presencia uno de otro. Como todas las reacciones químicas se fundan en los movimientos atomísticos de los cuerpos, los principios de la teoría electro-química deben conocerse aunque sea de una manera elemental para que recordando los estudios hechos en Física pueda deducirse la identidad de acciones que se ejercen lo mismo entre las grandes masas de los cuerpos que entre las mas pequeñas ó sean sus átomos.

LECCION 73.

SUMARIO.

Oxígeno; propiedades y preparacion.

El oxígeno es un cuerpo simple, metaloide permanente hasta hace muy pocos años, pero en la actualidad puede liquidarse y aun solidificarse, sometiéndole á una enorme presion y á un descenso de temperatura muy grande; no tiene color ni olor; es algo soluble en el agua; su símbolo es O y su densidad, comparada con la del aire es 1,1056; su peso atómico es 16 y fué descubierto por Priestley en 1.774.

Su carácter químico principal ó propiedad que le distingue es la facultad que tiene de aumentar la combustion de los cuerpos que arden en el aire; observándose al propio tiempo que él no arde. Se encuentra muy repartido en la naturaleza, en el aire atmosférico, en el agua, y en los principios elementales de los seres animales y vegetales.

Se puede obtener aislado por varios procedimientos; entre otros por la descomposicion del clorato de potasa, mediante la accion del calórico. Esto se consigue introduciendo dicha sal en un

matraz de vidrio, á cuyo cuello se ajusta un tubo encorvado destinado á conducir los gases; la estremidad abierta de este tubo se introduce en una cuba de agua llamada hidro-neumática y sobre ella se colocan campanas de vidrio llenas de agua é invertidas; en virtud de la presión atmosférica el agua se mantiene elevada en el interior de las campanas y por la propiedad de la impenetrabilidad el gas desaloja á este líquido poco á poco, depositándose él en virtud de su menor densidad en la parte mas elevada de aquellas.

LECCION 74.

SUMARIO.

Hidrógeno.—Agua.

El hidrógeno es un cuerpo elemental metaloide, gaseoso, liquidable, sin color; su fórmula química es H; y su densidad es 14 veces y media menor que la del aire; su peso atómico es 1 y este cuerpo fué descubierto por Cavendish en 1766. Apaga los cuerpos en combustion, pero él arde con una llama tenue y de gran temperatura; combinado con el oxígeno ó el aire, es eminentemente explosivo. Existe con mucha abundancia, aunque nunca solo; con el oxígeno se encuentra en el agua, unido al carbono se le encuentra en los aceites volátiles y esenciales; forma parte tambien de los elementos químicos que constituyen los principios orgánicos animales, y por último combinado con el carbono y el oxígeno forma las grasas, aceites, almidon, goma, etcetera. Se obtiene por muchos procederes, pero el mas sencillo consiste en descomponer el agua por medio del zinc ó el hierro y el ácido sulfúrico; la operacion se verifica en un frasco de dos bocas,

pa 95

le alk

á una de las cuales se halla unido un embudo, fijo por medio de un tapon, y cuyo tubo llega hasta cerca del fondo del frasco; en la otra boca se coloca un tubo encorvado para conducir el gas á la cuba hidro-neumática, dentro del frasco se coloca agua y un poco de zinc, y vertiendo despues ácido sulfurico por el embudo, el zinc en presencia del agua descompone á esta; el zinc, se une á su oxígeno formando óxido de zinc, que á su vez se combina con el ácido sulfúrico formando un sulfato y el hidrógeno que queda libre se desprende.

Entre otras muchas aplicaciones se usa en el soplete llamado de Neuman, con el cual se funden el hierro, nikel, oro y platino, porque la gran temperatura que produce el gas hidrógeno al quemarse en una corriente de oxígeno, es la mayor que el hombre puede producir. Se usa tambien como aparato de seguridad en los barcos salvadores, para lo cual se le encierra en tubos de laton muy delgados, que quedan flotantes en la superficie del agua por la ligereza especifica del gas que encierran.

Igualmente se le ha empleado para llenar los globos aereostaticos, pero con poco resultado por la propiedad que tiene de atravesar con mucha facilidad toda clase de membranas.

El agua es un compuesto de oxígeno y de hidrógeno en la proporción, cuando se considera el volúmen, de un volúmen de oxígeno y dos de hidrógeno; y cuando se considera el peso de 88 de oxígeno y 12 de hidrógeno. La composicion

Agua

del agua la fijó Lavoisier en el año de 1783. El agua se presenta en la naturaleza bajo los tres diversos estados, de solidez, liquidez y gaseidad; en cada uno de estos estados ofrece propiedades diferentes, en el estado liquido, que es en el que generalmente se la considera, tiene las propiedades siguientes cuando es pura; no tiene color, olor, ni sabor, es trasparente, tiene su máxima densidad á 4.^o sobre cero; disuelve varios gases y el aire; se evapora mas ó menos velozmente segun la temperatura del aire sea mayor ó menor. La composicion del agua puede demostrarse por análisis y síntesis; por el primer método basta recordar la descomposicion electro-química verificada por medio del voltámetro. Por el segundo método basta descomponer el óxido de cobre por medio de una corriente de hidrógeno puro. Las aguas se dividen con arreglo á su calidad y uso en aguas potables y aguas no potables; las primeras disuelven el jabon, cuecen las legumbres y se emplean por consiguiente en uso doméstico; las segundas tienen propiedades opuestas y no pueden emplearse en los usos ordinarios de la vida; existen además las aguas minerales naturales, que deben sus propiedades á los principios que tienen en disolucion procedentes de los terrenos por donde pasan; se dividen en aguas gaseosas; aguas salinas; aguas sulfurosas y aguas ferruginosas.

Se separa el agua de las materias que contiene por medio de la destilacion, operacion que se verifica en un aparato llamado alambique.

Pa 96

LECCION 75.

SUMARIO.

Nitrógeno.—Aire atmosférico.

El nitrógeno es un cuerpo simple gaseoso, permanente, sin color, olor ni sabor; no es combustible, ni comburente, ni tampoco deja arder á los demás cuerpos; su signo es N, y su densidad es un poco menor que la del aire; y su peso atómico es 14 se encuentra muy abundantemente repartido en la naturaleza, principalmente en el aire atmosférico del que forma las cuatro quintas partes del volúmen y de donde le separaron Lavoisier y Schelle en 1777; se halla tambien en el reino orgánico, y desempeña un papel muy importante en la nutricion de los animales, porque los verdaderos alimentos le contienen en mas ó menos cantidad.

Casi todos los procedimientos que pueden emplearse para obtener el nitrógeno, se reducen á quitar mediante una combinacion química, el oxígeno del aire y quedar aislado el nitrógeno; el mas sencillo consiste en colocar sobre la superficie del agua de la cuba hidro-neumática, una cápsula flotante que contenga un poco de fósforo;

se inflama este y se cubre con una campana llena de aire; el fósforo al arder se une con el oxígeno del aire y el nitrógeno queda libre.

Esta operacion no solo dá por resultado la obtencion del nitrógeno, sino que determina tambien la verdadera composicion del aire atmosférico, toda vez que el volúmen de gas queda reducido á las cuatro quintas partes de su volúmen primitivo; lo cual espresa que el oxígeno absorbido por el fósforo ocupaba la otra quinta parte. El aire es un gas permanente á las mayores presiones que pueden producirse y á los frios mas intensos; sin color, olor ni sabor; soluble en el agua propio para la combustion de los cuerpos, es el mejor gas respirable que se conoce; su densidad, representada por la unidad, sirve para comparar y referir á ella las de todos los demás gases conocidos; es pesado: ejerce presiones en todos sentidos y posee todas las demás propiedades generales que caracterizan á los gases.

El aire es una mezcla de 21 partes de oxígeno y de 79 de nitrógeno, teniendo además como cuerpos accesorios el ácido carbónico y el vapor de agua. Su composicion fué determinada por Lavoisier, es mezcla y no combinacion, porque la preparacion artificial del aire, no ofrece fenómeno químico alguno de los que acompañan á la combinacion.

Siempre que un cuerpo se convina con otro desprendiendo calórico y luz se dice que el cuerpo arde, y al verificarse esta operacion produce la llama; la temperatura de la llama varia segun

los cuerpos que la producen del mismo modo que su claridad, la que depende de la suspensión de partículas sólidas en el interior del gas que arde, razón por lo cual se prefieren las mechas circulares para que haya mayor contacto entre el cuerpo que se quema y el oxígeno del aire que rodea al cuerpo.

Algunas veces es necesario aumentar la temperatura de la llama, lo que se consigue dirigiéndola una corriente de aire por medio de un aparato llamado soplete ó de un fuelle como lo verifican los diamantistas, esmaltadores y ensayadores de moneda, con objeto de obtener rápidamente la fusión de pequeñas cantidades de metal ó vidrio.

La combustión y la respiración de los seres animados son las causas más generales de la insalubridad del aire; estas causas hacen que el aire no tenga en muchas ocasiones el grado de pureza necesario para alimentar la vida de una manera normal, existiendo en él cuerpos extraños ó miasmas, de los cuales es preciso despojarle oxigenándole. El mejor de todos los desinfectantes, tanto por su acción enérgica cuanto por su empleo fácil y sencillo es el ácido hiponítrico.

LECCION 76.

SUMARIO.

Compuestos que forma el nitrógeno con el oxígeno. Compuesto con el hidrógeno.

El oxígeno combinándose con el nitrógeno forma cinco compuestos bien definidos que son: el óxido nitroso; el óxido nítrico; el ácido nitroso; el ácido hiponítrico y el ácido nítrico. Las cantidades de oxígeno que en estos cinco compuestos se hallan combinadas con la misma cantidad de nitrógeno se hallan en la relación de los números 1, 2, 3, 4 y 5. De estas combinaciones, dos, el ácido nitroso y el ácido nítrico, son ácidos verdaderos: las otras tres son compuestas diferentes. El más importante de todos es el ácido nítrico; reducido este cuerpo á su mayor concentración, es líquido, incoloro, de un olor particular, muy ácido y muy corrosivo, se volatiliza á 83°. A la temperatura ordinaria los vapores que desprende sin cesar se condensan á medida que encuentran el vapor acuoso de la atmósfera, por cuya razón se produce una especie de humo y por lo mismo se le llama fumante. A 50° bajo cero puede solidificarse convirtiéndose en una

masa blanda amarillenta. Es muy venenoso y corroe con suma prontitud los tegidos orgánicos que se ponen en contacto con él, tiñéndoles de amarillo; su densidad está representada por 1,5; la luz y el calórico le descomponen; es uno de los oxidantes mas enérgicos que se conocen; y los metales oxidados por este ácido se disuelven en él combinándose y formando sales que se llaman nitratos. Se obtiene destilando el nitrato potásico en contacto del ácido sulfúrico por medio del calor. El ácido nítrico se emplea en las artes, en la fabricacion de los ácidos sulfúrico, oxálico y otros, para grabar sobre el cobre y para el ensayo de la moneda. En los laboratorios es de un uso frecuente constituyendo una porcion de sales que tienen uso en la medicina y se administra tambien mezclado con varios medicamentos. Tiene usos en la tintoreria. El mejor contraveneno en los casos de intoxicacion del ácido nítrico, es la magnesia desleida en agua.

El nitrógeno se combina tambien con el hidrógeno y forma un compuesto que se llama Amoniaco ó Alcalí volatil; sus principales propiedades son las siguientes: es gaseoso, incoloro, muy acre, muy cáustico, de un olor fuerte y sofocante; apaga los cuerpos en combustión y puede liquidarse aumentando la presión y haciendo descender la temperatura. El agua disuelve más de 400 veces su volúmen de gás amoniaco. Esta disolucion incolora, de olor y sabor fuertes, posee propiedades basicas de las más enérgicas, neutralizando los ácidos. Di-

suelve varios óxidos metálicos, entre los cuales pueden obtenerse sólidos los de los óxidos de oro, plata, platino y mercurio, que tienen la propiedad de detonar con gran violencia. La disolución acuosa de amoniaco es conocida con el nombre de amoniaco liquido, que como el gas mismo, posee en alto grado la propiedad de formar con los ácidos las sales amoniacales.

El amoniaco se prepara por medio de la cal viva y la sal amoniaco (cloruro amónico.)

La solución acuosa de amoniaco, es muy usada en los laboratorios, en medicina. Se usa también en la industria y en las artes, para desengrasar telas y volver los colores al suyo primitivo cuando han sido enrojecidos por los ácidos; para disolver el carmin y cambiar algunas tintas sobre las telas de lana y seda, y para fabricar las perlas artificiales; este objeto tan generalmente usado en la bisuteria de poco valor se prepara recogiendo las escamas de un pescado llamado breca que se lavan bien en agua y se reblandecen por medio del amoniaco, uniendo además un poco de cola de pescado: hecho esto se llenan con esta mezcla las pequeñas esferas de vidrio que han de formar las perlas, en cuyas paredes interiores se adhieren las escamas produciendo al exterior el mismo color y brillo que tienen las perlas naturales. En medicina se emplea como cauterio para evitar los efectos de las mordeduras de animales venenosos; en las quemaduras, y para disipar los efectos de la embriaguez producida por el abuso de bebidas alcohólicas.

LECCION 77.

SUMARIO.

Azufre.—Compuesto del azufre con el oxígeno.—Compuesto con el hidrógeno.

El azufre es un cuerpo simple metaloide sólido de color amarillo, fragil, insípido, con un ligero olor cuando se le frota entre los dedos, su signo es S. y su densidad está representada por 2: es mal conductor del calórico y de la electricidad; se funde á 111°, se espesa y adquiere un color rojo cuando se le calienta de 140° á 250°; si á esta temperatura se le sumerge repentinamente en agua fria, se conserva pastoso y algo reluciente; pero pasado algun tiempo se endurece conservando perfectamente las impresiones que se hacen en el cuando está blando. A 150° en contacto del aire se inflama con la llama azul y desprende ácido sulfuroso. Es insoluble en el agua; se disuelve algo en la esencia de trementina y mas en el sulfuro de carbono, que es su verdadero disolvente. Por medio de este último cuerpo puede obtenérsele cristalizado en hermosos octaedros muy semejantes á los que se encuentran en la naturaleza. Tambien se cristaliza

por fusion y entonces los cristales pertenecen al sistema prismático. Se encuentra en la naturaleza formando depósitos de azufre nativo en todos los terrenos especialmente en los sitios próximos á los volcanes. Se le estrae de estos terrenos ó de los compuestos naturales que forman con el hierro y el cobre, conocidos con el nombre de piritas. Se usa para la construccion de moldes, preparacion del ácido sulfúrico, pólvora y una porcion de medicamentos que se usan mucho en la curacion de las enfermedades de la piel; para el blanqueo de las telas de seda y lana y para azufrar los granos, las vides y el vino.

Se conocen seis compuestos diferentes del azufre con el oxígeno, de los cuales son los mas importantes el ácido sulfuroso y el ácido sulfúrico. El primero es un gas sin color; de olor sofocante, de sabor desagradable y cuya densidad es 2, 2. Enrojece fuertemente las tinturas de los vegetales, se liquida á 10°. Es muy soluble en el agua y esta disolucion tiene las mismas propiedades físicas que el gas. Se produce siempre que se quema el azufre en contacto con el aire pero en los laboratorios se obtiene calentando el ácido sulfúrico en contacto con el mercurio, recogiendo el gas en la cuba hidrargiroreumática, por su solubilidad en el agua.—Se usa para el blanqueo en las telas, para impedir los progresos de la fermentacion y para la curacion de las enfermedades de la piel. Su fórmula es $S. O.^2$

El ácido sulfúrico se presenta bajo tres estados diferentes, á saber: ácido anhidro, ácido de

Sajonía y ácido hidratado ó comun. Las propiedades y caractéres de este último son las siguientes, es un líquido oleaginoso, sin color y trasparente; tiene mucha afinidad con el agua y cuando estos dos cuerpos se unen hay disminucion de volúmen y desprendimiento considerable de calor. El ácido sulfúrico espuesto al aire absorbe la humedad. Se descompone á una temperatura elevada, y por varios cuerpos, á los que cede el oxígeno. Por la gran afinidad que tiene este ácido para con el agua ennegrece y carboniza todas las materias orgánicas; su densidad es de 1, 8 y hierve á 325°. Es un veneno terrible y sus primeros efectos pueden neutralizarse por medio de la magnesia disuelta. Su fórmula es SO_3 . Se prepara haciendo pasar una corriente de ácido sulfuroso por el ácido nítrico concentrado y espuesto á una temperatura elevada.

Tiene usos importantes en la industria y en los laboratorios; se usa frecuentemente para obtener diversos cuerpos.

El azufre y el hidrógeno forman por combinacion recíproca un compuesto muy interesante que se designa con el nombre de ácido sulfídrico.

Es un gas sin color, de olor y sabor análogos al de los huevos podridos, apaga los cuerpos en combustion. Se inflama al contacto del aire y arde con llama azul, produciendo agua y ácido sulfuroso: á una temperatura algo elevada se descompone en parte. El agua disuelve tres veces su volúmen y forma una disolucion que tiene el mismo olor que el gas.

Este cuerpo se encuentra en las aguas minerales llamadas sulfurosas y se desprende del fondo de los pantanos, de las materias fecales y del estómago; es un gas muy deletéreo, ocasionando la muerte aun sin entrar en los pulmones. El cloro es el cuerpo que sirve para purificar el aire viciado por aquel gas; su verdadero reactivo para reconocerle es el acetato de plomo con el que forma un sulfuro negro. Se prepara calentando el sulfuro de antimonio con el ácido clorhídrico.

LECCION 78. *pa 99*

SUMARIO.

Fósforo, ácido fosfórico.—Compuestos con el hidrógeno.

El fósforo fué descubierto por Brandt, en 1669; es un cuerpo simple, sólido, trasparente y sin color ó bien trasluciente ó coloreado de amarillo. Se funde á 40° y á 290° entra en ebullicion produciendo vapores incoloros. Es muy inflamable. A la temperatura ordinaria experimenta en el aire una combustion lenta, que le hace aparecer luminoso en la oscuridad y fumante cuando está espuesto á la luz. Si se calienta ligeramente en el aire atmosférico, se inflama y arde con una luz viva, formando ácido fosfórico. Su fórmula es Ph y su densidad 1, 7.

Se estraee en grande en las artes del subfosfato cálcico que existe en los huesos.

El fósforo forma parte de los huesos, de la orina, de la materia nerviosa y de algunos fosfuros y fosfatos metálicos.

El uso mas principal de este cuerpo es el que tiene en la importantísima industria conocida con el nombre de fabricacion de cerillas fosfó-

ricas; estas se construyen con pequeñas tiras de carton, yesca, madera azufrada ó con mechas de algodón recubiertas de cera ó estearina, las cuales se colocan clavadas en grandes cajas de arena de modo que solo quede libre al exterior una de sus estremidades, en la cual se fija una pequeña cantidad de un compuesto formado de diez partes de fósforo, ocho de clorato de potasa, ocho de cola, dos de ocre rojo y una de agua. Enseguida se las deja secar y se empaquetan, teniendo la seguridad de que se inflamarán fácilmente cuando se las frote en un cuerpo áspero, que ordinariamente suele acompañar á las mismas cajas que encierran las cerillas y que está formado por el vidrio molido ó la arena mezclada con un poco de agua de cola.

Se emplea en medicina como estimulante. Es un veneno violentísimo y sus quemaduras producen escaras gangrenosas muy difíciles de curar, empleándose el aceite como neutralizante de su accion.

Generalmente se admiten cinco compuestos de fósforo y oxígeno á saber: cuatro ácidos y un óxido; el mas importante de todos estos compuestos es el ácido fosfórico cuyas principales propiedades son las siguientes: el ácido fosfórico hidratado es sólido incoloro, muy ácido, mas pesado que el agua, fusible á una temperatura elevada y volátil á otra mas alta; muy soluble en el agua con cuyo cuerpo tiene una gran avidéz. Se forma siempre que se quema fósforo en contacto del aire, produciéndose unos copos blancos

como la nieve que son el ácido fosfórico anhidro, que atrae la humedad del aire y da origen al ácido fosfórico hidratado.

Se encuentra en la naturaleza combinado con las bases formando fosfatos.

El fósforo se une también con el hidrógeno produciendo tres compuestos, uno sólido, otro líquido y el otro gaseoso; el hidrógeno fosforado gaseoso es espontáneamente inflamable al contacto del aire produciendo unas coronas blancas dotadas de un movimiento de rotación, y cuyo diámetro aumenta según se elevan, rompiéndose cuando adquieren una elevación considerable; este cuerpo es debido á la presencia de un poco de hidrógeno fosforado líquido. Se obtiene con facilidad calentando en un matraz de vidrio fósforo en trozos y en contacto con la cal recién apagada. Naturalmente se forma en los sitios donde se hallan enterradas materias animales, y cuando sale por las hendiduras del terreno, se inflama en contacto del aire y origina los fuegos fátuos que á veces se observan en los cementerios.

LECCION 79.

SUMARIO.

Cloro: ácido clorhídrico.

El cloro fué descubierto por Schelle en 1774; es un cuerpo simple, gaseoso, de color amarillo verdoso, de olor y sabor fuerte, desagradable; de una densidad de 2,5, y su peso atómico es de 35,5; destruye los colores vegetales. Es liquidable cuando por la presión se le reduce á un quinto de su volúmen. El agua disuelve vez y media su volúmen de este gas y la disolución adquiere un color amarillo verdoso.

Cuando se introduce una bujía encendida en un frasco lleno de cloro antimonio en polvo, se inflaman las partículas del metal, y se produce una verdadera lluvia de fuego. Una mezcla de volúmenes iguales de cloro é hidrógeno expuesta á los rayos solares directos, al contacto de la llama ó de la chispa eléctrica, causa una fuerte detonación.

La acción del cloro sobre la economía animal es de las más nocivas. Cuando se respira puro ocasiona prontamente la muerte, el cuerpo que debe administrarse en el caso de alguna

ligera inspiracion de cloro, es el amoniaco ó la leche. La fórmula de este cuerpo es Cl. Se obtiene calentando el peróxido de manganeso en contacto con el ácido clorhidrico.

El cloro existe en la naturaleza combinado con un gran número de metales, el mas comun de estos compuestos es el cloruro de sodio ó sal comun. El cloro disuelto en agua se emplea para blanquear el lino, cáñamo, algodón, pasta de papel. Sirve tambien para quitar las manchas de tinta y desinfectar el aire, destruyendo los miasmas pùtridos que pueda contener. El cloro es el mejor contraveneno de los ácidos cianhídrico y sulfídrico.

En virtud de la gran afinidad que hemos dicho tiene el cloro para con el hidrógeuo se unen con facilidad estos cuerpos dando por resultado el ácido clorhidrico. Este cuerpo á la temperatura y presion ordinaria de la atmósfera es un gas incoloro, apaga los cuerpos en combustion, ésparce en el aire un vapor espeso, tiene un olor y sabor sumamente fuertes y desagradables y es muy deletéreo.

El agua tiene tanta afinidad para este gas, que disuelve cerca de quinientas veces su volumen; asi es que cuando se destapa un frasco lleno de este gas en el agua, sube rápidamente como cuando ocupa el vacio. La disolucion se conoce en medicina y en las artes con el nombre de ácido muriático. Si esta disolucion está muy concentrada forma un liquido incoloro, muy cáustico, de olor sofocante é insoportable, que

humea al aire y hierve á una temperatura poco elevada. Este liquido obra sobre las materias orgánicas y sobre los metales de una manera análoga al ácido sulfúrico. Se prepara el ácido clorhidrico descomponiendo el cloruro de sodio por medio del ácido sulfúrico.

Mezclando el ácido clorhidrico con la mitad de su peso de ácido nítrico se forma un liquido que recibe el nombre de agua régia, por la propiedad que tiene de disolver el oro y el platino.

LECCION 80.

SUMARIO.

Bromo.—Yodo.—Fluor.

El bromo descubierto por Balart en 1826 es un metaloide, líquido de color rojo oscuro, de olor y sabor fuerte y penetrante, colora la piel de amarillo, corroe las materias orgánicas, es muy venenoso y su densidad está representada por el número 3. Se solidifica á la temperatura de 22° bajo cero. Produce una gran cantidad de vapor en contacto del aire y este vapor adquiere una gran tension. Es muy poco soluble en el agua; lo es mas en el alcohol y mucho mas en el ether. Causa sobre las materias orgánicas una alteracion semejante á la que estas sustancias experimentan con el cloro y con el almidon forma una combinacion de color amarillo. Su fórmula es Br.

Se le estrae de las aguas madres de las salinas del mar y tiene aplicaciones en medicina y en la fotografia.

El yodo es un metaloide descubierto por Courtosi en 1811; es azulado, blanco, quebradizo, y se presenta en forma de láminas cris-

talinas. Su olor es fuerte, algo semejante al del cloro, el sabor acre y su densidad está representada por 4, 9. Tiñe de color amarillo la piel y el papel. Es soluble en el agua y la disolución adquiere un color amarillo. Se funde á 107° y á 108, entra en ebullición produciendo un hermoso vapor de color violeta al que debe su nombre. Tiene mucha analogía con el cloro, con quien lo mismo que el bromo, es isomorfo y lo mismo que aquel destruye los colores vegetales. Su signo es Y. Se obtiene quemando las plantas marinas conocidas con el nombre de sargazos.

Se encuentra en la naturaleza en dichas plantas, en las esponjas, en el agua del mar y en varias aguas minerales.

El yodo ejerce una acción particular sobre el sistema glandular y por eso se le emplea en medicina al exterior y mezclado con otros cuerpos para curar las escrófulas. También se le administra interiormente en forma de yoduro. El verdadero reactivo para conocer el yodo es el almidón, si está libre y disuelto basta añadir un poco de disolución de almidón y el líquido toma una coloración azul; si está combinado constituyendo un yoduro, es preciso ponerle en libertad por medio de un ácido y entonces la misma disolución de almidón produce el mismo color.

Tan solo por los compuestos que forma se conoce el Fluor, nombre que equivale á decir yo destruyo. Este cuerpo existe principalmente en el fluoruro de calcio ó espato fluor.

El fluor se combina con el hidrógeno y for-

ma un compuesto que se designa con el nombre de ácido fluorhídrico. Este es líquido incoloro, humea al aire, es el mas corrosivo de todo los cuerpos conocidos; ataca al vidrio corroyéndole, por cuya razon es preciso conservarle en vasijas de plomo, tiene tanta afinidad para con el agua que produce cuando se le pone en contacto con ella el mismo ruido que haria un hierro candente. Es un cuerpo muy venenoso y es preciso manejarle con mucha prudencia. Se prepara por medio del fluoruro de calcio y el ácido sulfúrico sometidos á la accion del calor en vasijas de plomo. Se usa para grabar sobre el vidrio.

LECCION 81.

SUMARIO.

Carbono. — Combinaciones que forma con el oxígeno. — Compuestos con el hidrógeno.

El carbono es un metaloide, sólido, fijo, é insoluble, incoloro é insípido. Se presenta bajo formas muy diferentes que examinaremos ligeramente: 1.º el diamante, este cuerpo es carbono puro, cristalizado; ordinariamente es de color blanco, aunque á veces tambien se presenta coloreado; es el mas duro de todos los cuerpos, infusible y de una densidad de 3,5, refracta y dispersa perfectamente la luz. A primera vista parece increíble que el diamante el mas puro y limpio de los minerales, sea idéntico al cuerpo negro y opaco que llamamos carbon, mas la experiencia lo comprueba, porque basta quemar por medio de una lente el diamante en el interior de una campana llena de gas oxígeno, para verle desaparecer y encontrar en la campana un gas que es el ácido carbónico.

2.º Se dá el nombre de carbon de piedra á una sustancia carbonosa que se encuentra en la

naturaleza en grandes masas. Es un combustible muy precioso y en abundancia es la base de toda industria en que haya necesidad de producir mucho calor; está formado principalmente de carbono y de betun.

3,º El carbon vegetal, que es el producido por la calcinacion de las materias vegetales, se presenta siempre negro, sin lustre, opaco y quebradizo, este cuerpo posee mejor que ningun otro la propiedad de absorber los gases, para lo cual es preciso calentarle fuertemente á fin de desalojar el aire que contiene.

4,º El carbon animal, que es el producto de la calcinacion de los huesos en vasos cerrados, dando por resultado una sustancia negra, sin lustre, árida y pulverulenta.

El carbono tiene usos muy importantes; en el estado de diamante sirve como objeto de adorno, para deslustrar otros cuerpos y para cortar el vidrio. En el de carbon mineral se emplea como combustible y para la fabricacion de la brea y del gas del alumbrado. El negro de humo, el de marfil y el de huesos se emplean en la fabricacion de la tinta de imprenta y en la preparacion de colores para la pintura. El carbon vegetal es un buen combustible y sirve para la fabricacion de la pólvora y para desoxidar los metales. Además se usa para desinfectar las carnes y las aguas corrompidas; es tambien un decolorante energico y por su medio se clarifican y decoloran los aceites, jarabes y otros liquidos.

El carbono es uno de los principios constituyentes de las materias orgánicas.

El oxígeno y el carbono forman dos combinaciones gaseosas, de las cuales la una es ácida y contiene doble cantidad de oxígeno que la otra.

La combinación ácida es el ácido carbónico, cuyas propiedades mas principales son las siguientes: á la temperatura y presión ordinaria de la atmósfera se presenta en forma de gas, incoloro, de sabor acidulo y picante, de una densidad de 1, 5; apaga los cuerpos en combustion y asfixia á los animales. A la temperatura de cero y á una presión de 36 atmósferas se convierte en líquido, y á 100° bajo cero se le ha obtenido sólido en forma de copos blancos. A la temperatura y presión ordinarias, disuelve el agua poco mas de su volúmen de gas ácido carbónico, pero aumentándolas convenientemente se consigue que se disuelva hasta dos y tres volúmenes. Su fórmula es CO^2 . Se obtiene descomponiendo el carbonato cálcico por medio del ácido clorhídrico.

Se encuentra en la naturaleza, en el aire y en la mayor parte de las aguas. Se produce en la combustion de la leña, en la respiracion, por la fermentacion y por la putrefaccion de las materias orgánicas. El ácido carbónico suministra á las plantas el carbono que necesitan y es el que dá la propiedad de ser espumosos á ciertos vinos y á las cervezas.

Entre los muchos compuestos que forma el carbono con el hidrógeno, merece especialmente

men cion el hidrógeno-bicarbonado ó gas del alumbrado. Este compuesto es gaseoso, incoloro, de olor empireumático, de una densidad menor que la del aire, poco soluble en el agua, descomponible en un fuego fuerte, ó por una série de chispas eléctricas. Arde en contacto del aire con llama blanca muy viva y brillante. Mezclado con el oxígeno ó con el aire detona. Se prepara en grande destilando en vaso de hierro el carbon de piedra ó aceite, recogiendo el gas bajo grandes campanas metálicas llamadas gasómetros, de donde pasa continuamente á los tubos que le conducen á los puntos que se quieren alumbrar por su inflamacion.

LECCION 82.

SUMARIO.

Generalidades de los metales.—Aleaciones y óxidos metálicos.

Hemos dicho que los metales son buenos conductores del calórico y de la electricidad, opacos y susceptibles en lo general de recibir buen pulimento.

Entre todos los metales conocidos solamente es líquido á la temperatura y presión ordinaria de la atmósfera el mercurio, los demás son sólidos; ofrecen el carácter químico distintivo de producir en sus combinaciones con el oxígeno cuerpos básicos, es decir, de propiedades completamente opuestas á las que en igualdad de circunstancias originan los metaloides.

Las propiedades físicas mas interesantes de los metales son: la densidad, la fusibilidad, opacidad, brillo, color, maleabilidad, ductilidad, tenacidad y conductibilidad para el calórico y la electricidad.

Entre los metales se encuentran los cuerpos mas densos conocidos, en tanto que alguno de

ellos lo son muy poco, el mas denso es el platino y el menos denso el potasio. La mayor parte de los metales son fusibles á temperaturas mas ó menos elevadas, hallándose el punto de fusion entre 40° bajo cero, temperatura á que se funde el mercurio y la mas alta que puede producirse por medio de la electricidad y á la cual se funde el platino.

Todos los metales son opacos, no obstante cuando se mira hácia la luz al través de láminas muy delgadas metálicas se perciben luces diferentes coloreadas.

El brillo que algunos poseen puede llegar á un grado eminente, siendo el mas brillante de todos el platino.

Todos los metales son mas ó menos blancos, á escepcion de tres, el oro, el cobre y el tántalo que son amarillos rojizos.

La maleabilidad y ductilidad son propiedades inherentes á algunos metales y en su virtud pueden tallarse en láminas ó en hilos muy delgados, siendo tambien el platino el que mas posee esta facultad.

La tenacidad y dureza son muy variables; el mas tenaz de todos es el hierro y el mas duro el manganeso.

Por último, la conductibilidad para el calórico y la electricidad ofrece diferencias muy notables, el mas conductor del calórico es el oro y el mejor conductor de la electricidad es el cobre.

Se encuentran los metales en la naturaleza,

unas veces en estado nativo y otras en estado de combinacion, particularmente con el azufre y el arsénico. De estas diferentes combinaciones es de donde se les estrae para aplicarlos á los diferentes é importantes usos que tienen.

Se dá el nombre de aleaciones á los compuestos que resultan de la union de los metales entre sí. Esta union es parecida á la mezcla porque no se efectúa siempre en cantidades invariables.

A la temperatura ordinaria las aleaciones son sólidas esceptuando una de potasio y sodio y las amalgamas cuando el mercurio entra en bastante cantidad. Son brillantes, opacas y conducen bien el calórico y la electricidad. La fusibilidad está en relacion con la de los metales que las constituyen. Se preparan las aleaciones calentando los metales que se tratan de unir á una temperatura conveniente para que se fundan.

Las mas importantes son: la de estaño y cobre, llamada bronce, la de estaño y hierro ú hoja de lata, y las de oro y cobre y las de plata y cobre que constituyen la moneda y los objetos de adorno.

Los óxidos son combinaciones resultantes de la union del oxígeno con los metales. Sus propiedades mas principales son las siguientes: son sólidos, quebradizos, sin brillo y de coloracion variada, algunos son solubles y por consiguiente tienen sabor, otros son insípidos, todos son mas densos que el agua, á escepcion de los de potasio y sodio. El calor actúa sobre ellos de diferentes maneras, descomponiendo á unos, re-

duciendo á otros y no alterando algunos. La electricidad tambien les descompone.

Se preparan por diversos procedimientos, pero el mas sencillo consiste en calentar los metales en contacto del aire ó del oxígeno.

Los óxidos metálicos se clasifican en cinco clases á saber: óxidos básicos, indiferentes, ácidos, singulares y salinos.

TABLA de densidad, fusibilidad y conductibilidad de algunos metales.

METALES.	DENSIDAD.	FUSIBILIDAD.	CONDUCTIBILIDAD.
Antimonio. . .	6,71	+ 450°	»
Aluminio. . . .	2,56	»	»
Bismuto.	9,82	+ 364	18
Cobre.	8,79	+1100°	736
Cadmio.	8,60	+ 360°	»
Cobalto.	8,79	+1600	»
Litio.	0,59	»	»
Manganeso. . .	8,00	»	»
Mercurio. . . .	13,50	— 39°	»
Nickel.	8,28	+1600°	»
Oro.	19,35	+1250°	532
Plata.	10,47	+1000°	1000
Platino.	21,15	+2000°	5
Plomo.	11,35	+ 335°	8
Estaño.	7,29	+ 229°	145
Hierro.	7,99	+1500°	119



LECCION 83.

SUMARIO.

Generalidades de las sales.

Se dá el nombre de sales á los compuestos que resultan de la union de un ácido con una base. En estos compuestos el ácido es siempre electro-negativo, en tanto que la base es electropositiva. Entre los compuestos salinos los hay que pueden combinarse entre sí y dan origen á combinaciones de tercer orden que se llaman sales dobles. Todas las sales son sólidas. La mayor parte son blancas; pero tambien hay muchas que tienen vivos y variados colores. Son insípidas todas las que no son solubles en el agua, las demás tienen un sabor variado, que puede ser acre, picante, amargo, astringente, dulce y metálico.

El calor hace romper las sales cuando entre sus moléculas tienen interpuesta agua; á este fenómeno se le llama decrepitation. La mayor parte de las sales solubles son susceptibles de cristalizar cuando se evapora el líquido que las tiene disueltas; los cristales así formados contienen siempre agua en cantidades definidas; á esta

agua se la llama agua de cristalización. Por esta razón las sales poseen dos clases de fusión, la fusión acuosa y la fusión ígnea. La mayor parte de las sales son descomponibles por el calor y la electricidad.

Mezcladas las sales solubles con hielo, se producen soluciones líquidas que originan grandes descensos de temperatura y á las cuales se denominan mezclas frigoríficas.

Las sales pueden ser eflorescentes y delicuescentes, son eflorescentes cuando pierden su agua de cristalización y se reducen á polvo; y son delicuescentes cuando espuestas al aire absorben la humedad y se liquidan.

La deflagración en las sales es la propiedad que tienen algunas de hacer arder á las áscuas con mas energía, cuando se sitúan sobre ellas fragmentos de sal; debida esta propiedad á que el combustible se apodera del oxígeno que el ácido le cede.

La mayor parte de las sales se encuentran en la naturaleza, las mas abundantes son el carbonato y sulfato de cal.

Las sales se pueden obtener por uno de los dos procedimientos siguientes, que son los mas sencillos, entre los diferentes que se conocen. 1.º Combinando directamente el ácido con la base. 2.º Disolviendo el metal en el ácido, en cuyo caso el metal se oxida, unas veces á expensas del agua y otras á la del ácido mismo.

Las sales se clasifican en géneros, todas las sales formadas por un mismo ácido constituyen

un género; por ejemplo, todas las formadas por el ácido sulfúrico, se las llama sulfatos; cada género se compone de especies y estas se distinguen por la naturaleza de la base.

Los géneros de sales mas principales, son: los carbonatos, nitratos, sulfatos, cloratos, fosfatos, boratos y silicatos y sus caracteres mas principales, son los siguientes.

Carbonatos, todos se descomponen por el calor escepto los de potasa y sosa; tambien se descomponen por el carbon; en contacto con un ácido diluido producen efervescencia; precipitan por el agua de cal y el precipitado se redisuelve en el ácido nítrico con efervescencia.

Nitratos, todos son solubles en el agua y se descomponen a una temperatura elevada: deflagran en las ascuas; el ácido sulfúrico y las limaduras de cobre producen vapores rojos de ácido hiponítrico.

Sulfatos, solubles la mayor parte en el agua, descomponibles por el calor y el carbon, precipitan en el blanco por el agua de barita y el precipitado no se redisuelve en el ácido nítrico.

Cloratos, casi todos son solubles, descomponibles por el fuego, deflagran sobre las ascuas, detonan cuando se les comprime contra un cuerpo duro, mezclados con el azufre ó el carbon.

Fosfatos, poco solubles, no descomponibles por el calor precipitan en amarillo por medio del nitrato de plata y el precipitado se disuelve en el amoniaco y en los ácidos.

Boratos, no se descomponen en general por

el calor; pero producen un vidrio trasparente cuando se les funde: descompuesto un borato por el ácido sulfúrico desprende unas laminitas cristalinas que tratadas por el alcohol le dan una llama verde cuando arde.

Silicatos, saturados por el ácido clorhídrico y evaporados hasta sequedad, producen un residuo pulverulento de sílice pura, completamente insoluble en el agua.

LECCION 84.

SUMARIO.

Clasificacion de los metales.

Muchas clasificaciones se han hecho de los metales; pero las mas principales son las de Thenard y Regnault y la primera ha sido muy generalmente seguida; se dividen por ella los metales en seis secciones á saber:

1.^a seccion. Metales que pueden absorber el oxígeno á la temperatura mas elevada y descomponer el agua á la temperatura ordinaria, apoderándose de su oxígeno y desprendiendo su hidrógeno con efervescencia. Son, Potasio, Sodio, Litio, Calcio, Bario y Estroncio.

2.^a seccion. Metales que pueden absorber el oxígeno á la temperatura mas elevada, pero que no descomponen el agua sinó á la temperatura de 180 á 200°. Son los mas principales, el Magnesio, el Glucinio y el Circonio.

3.^a seccion. Metales que pueden absorber el oxígeno á la temperatura mas elevada, pero que no descomponen el agua sinó á un grado de calor rojo; los mas principales son: Manganeso, Zinc, Hierro, Estaño, Cadmio, Cobalto y Nickel.

4.^a seccion. Metales que absorben el oxígeno á la temperatura mas elevada, pero que no descomponen el agua á ninguna temperatura; los mas principales son: el Cromo, Vanadio, Tungsteno, Antimonio, Bismuto, Cobre y Plomo.

5.^a seccion. Metales que no pueden absorber el oxígeno sinó á cierta temperatura, y que no pueden descomponer el agua. Sus óxidos se reducen á una temperatura elevada, y son Mercurio, Osmio, Rodio, Iridio, Paladio.

6.^a seccion. Metales que no pueden absorber el oxígeno ni descomponen el agua á ninguna temperatura y cuyos óxidos son reductibles á una temperatura inferior al rojo; son: Plata, Oro y Platino.

Segun nuevas esperiencias, Regnault ha clasificado los metales del modo siguiente:

1.^a seccion. Metales que absorben el oxígeno á todas temperaturas y descomponen el agua desde 0° hasta la temperatura mas elevada: Potasio, Sodio, Litio, Calcio, Bario y Magnesio.

2.^a seccion. Metales que absorben el oxígeno á la temperatura mas elevada, y cuyos óxidos son indescomponibles por sola la accion del calor; estos metales no descomponen el agua sensiblemente á temperaturas bajas pero lo hacen fácilmente sobre 50°. Son: Manganeso, Circonio, Itrio, Torinio, Cerio, Lantalo, Erblio y Terbio.

3.^a seccion. Metales que absorben el oxígeno al calor rojo y cuyos óxidos no se descomponen por solo la accion del calor, y no descomponen el agua sinó á temperaturas superiores á 100°.

Estos descomponen el agua en frio en presencia de ácidos enérgicos. Son: Hierro, Nickel, Cobalto, Cromo, Aluminio, Glucinio, Zinc, Cadmio y Urano.

4.^a seccion. Metales que absorben el oxígeno al color rojo y sus óxidos son indescomponibles por solo este agente. Estos metales descomponen con facilidad el vapor de agua al calor rojo; pero no descomponen el agua en presencia de ácidos enérgicos, comprende el Tungsteno, Molibdeno, Tantaló, Osmío, Estaño y Antimonio.

5.^a seccion. Metales que absorben el oxígeno, al rojo y cuyos óxidos no se descomponen por solo el calor; estos metales son: Cobre, Plomo y Bismuto.

6.^a seccion. Metales cuyos óxidos se reducen por solo el calor á una temperatura mas ó menos elevada y que en ninguna circunstancia descomponen el agua para apoderarse de su oxígeno; son Mercurio, Plata, Rodio, Iridio, Paladio, Platino, Rutenio y Oro.

Regnault operaba para determinar esta clasificacion calentando los metales químicamente puros por medio de una corriente de vapor de agua en tubos de porcelana.

Hoy se clasifican los metales comparándoles entre sí y estudiando las relaciones atómicas de sus combinaciones, porque estas combinaciones en su composicion general suministran los elementos de una clasificacion natural de los metales.

LECCION 85.

SUMARIO.

Metales de la primera seccion.

APLICACIONES.

Entre los seis metales que componen esta seccion solo hablaremos del potasio por ser el mas importante y el que ofrece mas interés.

Los metales de esta seccion unidos al oxígeno dan origen á óxidos que se conocen con el nombre de Alcalis: de aquí el que á estos metales se les haya llamado alcalinos.

El potasio fué descubierto por Davy descomponiendo su óxido por medio de la pila; es sólido, mas ó menos blando, con brillo metálico muy marcado, parecido al de la plata, pero le pierde al contacto del aire. Su peso específico es menor que el del agua y está representado por 0,8.

El potasio se oxida rápidamente en contacto del aire aun á la temperatura ordinaria: pero es necesario un tiempo mas largo para que la alteracion penetre en el interior de los fragmentos.

Descompone el agua á la temperatura ordinaria, desarrollando gas hidrógeno. Si se pro-

yecta un fragmento sobre el agua, se le vé correr con rapidez sobre la superficie bajo el aspecto de una esferita brillante, que disminuye de volumen, y vá acompañada de una llama de color violado debida á la combustion del hidrógeno que se desprende. Despues de la esperiencia el agua queda alcalina y enverdece fuertemente la tintura azul de tornasol.

Como el potasio es tan alterable es necesario tomar precauciones especiales para conservarle. Por lo regular se le coloca en frascos casi llenos de aceite de nafta. Es un metal muy repartido en la naturaleza pero no existe mas que combinado con otros cuerpos. Los feldespatos, las micas y la mayor parte de los minerales que componen las rocas cristalinas contienen el silicato de potasa.

Se obtiene en gran cantidad exponiendo el óxido de potasio ó potasa á una temperatura elevada á la accion del hierro ó del carbon; estos cuerpos se apoderan del oxígeno y dejan libre el potasio que se volatiliza y condensa despues.

Actualmente se prepara el potasio, descomponiendo el carbonato de potasa por el carbon á una elevada temperatura y se obtienen así fácilmente, cantidades de potasio mucho mayores que por los antiguos procedimientos.

El potasio se combina con el oxígeno y forma dos compuestos: un protóxido al cual se le dá la fórmula KO , y un bióxido que encierra tres veces mas oxígeno, y toma por consiguiente la fórmula KO^3 .

De estas dos combinaciones solo el protóxido juega el papel de base, y es la base mas enérgica de nuestros laboratorios.

El protóxido de potasio ó potasa forma con el agua dos hidratos, el primero se forma al descomponer el agua por medio del potasio.

La potasa cáustica ó potasa hidratada se presenta bajo la forma de masas blancas opacas de fractura cristalina; tiene por fórmula $KO \cdot HO$ es delicuescente al aire. Un fragmento de potasa espuesto al aire en una cápsula de porcelana se cambia muy pronto en un líquido de aspecto de jarabe, absorviendo al mismo tiempo el ácido carbónico del aire.

La potasa ataca y disuelve las materias animales; se la emplea en cirujía para cauterizar las carnes.

Las sales alcalinas se distinguen de todas las otras sales metálicas en que no dan precipitado con los carbonatos alcalinos.

Las sales de potasa se reconocen por las propiedades siguientes: forman con el sulfato de alumina una sal doble, alumbre que cristaliza facilmente en octaedros regulares. Con el ácido perclórico producen depósitos cristalinos de perclorato de potasa. Precipitan por el ácido tártrico un bitartrato de potasa poco soluble en el agua. Con el cloruro de platino producen un precipitado amarillo de cloruro doble de potasio y de platino.

La principal aplicacion de las sales de potasa es, la que una de ellas tiene en la fabricacion

de la pólvora. Esta sustancia es una mezcla de nitrato de potasa, carbon y azufre, en distintas proporciones segun las diversas clases de pólvora, puesto que la de caza, guerra ó mina, aunque compuestas de los mismos cuerpos varia mucho su cantidad.

En todos los casos el proceder general que se sigue en la fabricacion de esta sustancia explosiva es el siguiente: se pulverizan separadamente los cuerpos que la constituyen, se mezclan y amasan humedeciéndoles ligeramente con agua y despues se prensan. Enseguida se divide la masa hasta reducirla á polvo grueso, empleando aparatos especiales al efecto, y despues se seca por medio de corrientes de aire libre.

LECCION 86.

SUMARIO.

Metales de la segunda seccion.

APLICACIONES.

Estos metales se llaman terrosos porque sus óxidos se conocian antiguamente con el nombre de tierras. Durante mucho tiempo no se pudo reducirlos, hasta que Bussy y otros químicos consiguieron aislarles calentando sus cloruros con el potasio.

Entre estos metales el mas importante es el magnesio. Este es un metal con el color y brillo de la plata, bastante ductil, se altera al aire con menos facilidad que el potasio, y no descompone el agua fria; pero desde 30° empieza esta siendo muy viva hácia los 100°. Calentado al aire hasta el rojo arde con una llama muy viva blanca y muy brillante, trasformándose en óxido de magnesio ó magnesia. Se obtiene descomponiendo el cloruro de magnesio anhidro por medio de potasio ó el sodio.

No se conoce mas combinacion de este metal con el oxígeno que la magnesia; la cual es un

contraveneno muy eficaz en los envenenamientos por el ácido arsenioso.

Las sales de magnesia dan precipitados blancos gelatinosos con los carbonatos alcalinos; carácter que los distingue de las sales alcalinas.

Por el amoniaco precipitan en blanco cuando no hay un exceso de ácido ni ninguna sal amoniacal; en este caso las sales de barita; de estronciiana y de cal dan precipitado; pero si el licor magnosiano encierra una cantidad suficiente de una sal amoniacal cualquiera, el líquido entonces no precipita.

Las sales de magnesia tampoco precipitan por los sulfatos alcalinos, á menos que el líquido magnesiano estuviese en un estado de concentracion extrema, en cuyo caso el sulfato de magnesia podia cristalizar.

Aplicaciones de las sales de alúmina ú óxido de aluminio.—El sulfato doble de alúmina y de potasa, ó alumbre, se usa mucho como mordiente en la tintoreria y estampacion de telas, en la preparacion de las pieles ó cueros, en la purificacion de las grasas, clarificacion de las limonadas, preparacion de colas para la pasta de papel, fabricacion de lacas y endurecimiento del yeso.

El silicato de alúmina, conocido generalmente con el nombre de arcillas, por su propiedad de amasarse con el agua y poderse trabajar fácilmente forma la base de las lozas, porcelanas y vidrios que constituyen industrias importantísimas y muy adelantadas, de las que espondremos los principios generales mas indispensables.

LECCION 87.

SUMARIO.

Metales de la tercera seccion—Zinc.

APLICACIONES.

Entre los metales que componen esta sección no hay sinó tres, el zinc, el hierro y el estaño, respecto de los cuales trataremos con alguna detención.

Zinc; es un metal de color blanco azulado; su testura es cristalina. A la temperatura ordinaria se hiende cuando se le golpea con un martillo; cuando se calienta á 100° es muy ductil y maleable; poco sonoro; su densidad varía de 6,86 á 7,19. Se funde á á 360° calentado más fuertemente se volatiliza.

Las hojas de zinc se cubren al aire de una capa de protóxido de color gris claro; cuando esta capa se encuentra formada, el metal queda preservado de una oxidacion subsiguiente. Con el auxilio del calor se oxida muy rápidamente al aire, y cuando está muy caliente se inflama con gran viveza. Descompone el agua lentamente á la temperatura ordinaria, y con mucha rapidéz á una más elevada. Es atacable por todos los

ácidos aun por los más débiles; con el nítrico concentrado dá lugar á inflamacion. Reduce por la vía seca y por la vía húmeda un gran número de sales y de óxidos; precipita también el hierro y el níquel de sus disoluciones neutras concentradas. Descompone el ácido carbónico de los carbonatos alcalinos. Se combina con el azufre y descompone los sulfuros alcalinos y el cinabrio con detonacion. Se une directamente con el fósforo y el arsénico y se inflama con el cloro gaseoso cuando se calienta; se alea con la mayor parte de los metales.

El zinc se encuentra en la naturaleza: 1.º en el estado de sulfuro ó blenda: 2.º en el estado de carbonato, de silicato y de sulfato: en el estado de óxido combinado con el óxido de hierro.

Se estraee de la blenda ó de la calamina, que es la mezcla de carbonato y de silicato. Se empieza por calcinar la calamina y tostar la blenda; se verifica despues la reduccion mezclando el mineral con carbon, y calentando fuertemente la mezcla se destila el zinc. En unos puntos se destila por ascenso y en otros por descenso, purificándose generalmente en todos destilando de nuevo el zinc del comercio. Paracelso fué el primero que aisló el zinc.

Los usos del zinc son numerosísimos desde que se sabe laminar este metal; con el cobre constituye los elementos ordinarios de las pilas voltáicas. Sirve para la fabricación del laton; se emplea en la construccion de baños, canalones y cubiertas de edificios; pero la virtud emética de

sus sales es siempre un obstáculo para encerrar ó preparar alimentos en vasijas de este metal.

Las sales de zinc son incoloras cuando el ácido no es coloreado. Sus disoluciones dan: con la potasa, la sosa ó el amoniaco precipitados blancos que se disuelven en un exceso de reactivo.

Los carbonatos alcalinos las precipitan en blanco, sucediendo lo mismo con el prusiato de potasa, los fosfatos y los arseniats alcalinos. El ácido sulfhídrico no precipita las sales de zinc cuando tiene exceso de ácido.

LECCION 88.

SUMARIO.

Hierro.—Propiedades de sus sales.

El hierro es el más importante de todos los metales por sus numerosas aplicaciones en las artes; se emplea en tres estados diferentes: 1.º en estado de hierro dulce; 2.º en el estado de acero, y 3.º en el estado de fundición.

El acero y la fundición son combinaciones de hierro, con cantidades pequeñas, pero variables, de carbono y de silicio.

El hierro puro es de color gris azulado, muy brillante; su densidad es de 7, 7; maleable, dúctil y muy tenaz. El hierro es uno de los metales más difíciles de fundir; se reblandece á una temperatura muy inferior á su punto de fusión, y se puede en este caso amoldar con el martillo y soldarle sobre sí mismo; goza en el más alto grado de la virtud magnética.

El hierro no se altera á la temperatura ordinaria en el aire seco; pero por poco que se caliente se cubre de una película de óxido de color irísado, al calor rojo se oxida rápidamente y se cubre de escamas de óxido negro. El aire húmedo le oxida lentamente cubriendo su superfi-

cie de una capa de óxido que se llama orin. El hierro puro no descompone el agua á la temperatura ordinaria; pero si el agua contiene ácidos ó si el hierro contiene materias heterogéneas susceptibles de formar los elementos de una pila, en este caso descompone el agua desprendiendo hidrógeno. A una temperatura roja la descomposicion es muy rápida.

Se puede obtener el hierro puro; reduciendo uno de sus óxidos por el hidrógeno; pero en grande se obtiene sometiendo la fundicion á una temperatura elevada en contacto del aire; el carbono y el silicio se combinan con el oxígeno del aire, al mismo tiempo que cierta cantidad del hierro; y resulta de esta operacion hierro que se suelda por la accion del martillo, óxido de carbono que se desprende, y silicato de hierro que queda fundido. Se puede obtener el hierro directamente sin pasar por el estado intermedio de fundicion cambiando el modo de reduccion del mineral de hierro. Este método se conoce con el nombre de metodo catalan.

Los minerales que le contienen como elemento principal son muy numerosos. Se encuentra en el estado nativo, en el estado de óxido, en el de sulfuro y formando sales; como carbonatos, silicatos, fosfatos y sulfatos.

Es un metal conocido desde los tiempos mas remotos. Los romanos le conocian con el nombre de Marte, y sus usos eran muy limitados; hoy es el mas útil y comun de todos los metales. La mayor parte de las artes mecánicas em-

plean el hierro, la fundición ó el acero. La medicina ha encontrado en las combinaciones de hierro medicamentos de la mayor utilidad: y la pintura ha obtenido de ellas muy bellos colores.

Lo mismo el hierro que el acero tienen aplicaciones innumerables, pudiendo graduarse el desarrollo industrial de un país por el consumo que hace de estos metales.

El primero se emplea en la construcción de maquinaria, en las herramientas y útiles de agricultura, carpintería, etc., en la construcción de puentes, caminos de hierro, buques y otros muchísimos casos en que le emplean importantes industrias.

El segundo se usa en la fabricación de armas cortantes como los sables, espadas, cuchillos y navajas; en resortes de carruaje y relojería, fabricación de buriles, limas, formones é instrumentos de cirugía y en rails, siendo hoy un importante ramo del comercio la quincalla de hierro níquelada, de la que se hacen infinitos objetos.

Se conocen tres combinaciones de hierro con el oxígeno: 1.^a un protóxido FeO , que es una base enérgica; 2.^a un sesquióxido, Fe_2O_3 que es una base débil; y 3.^a un ácido, FeO_3

Se conoce además un cuarto compuesto de hierro y de oxígeno; este óxido, que se llama óxido magnético, tiene por fórmula Fe_3O_4 pero se conduce como una combinación de protóxido y de sesquióxido.

Las sales formadas por el protóxido de hierro

tienen un color verde claro cuando están hidratadas; pero se hacen casi incoloras cuando pierden su agua. Sus disoluciones son tambien de un verde claro y su sabor es algo astringente y metálico.

La potasa y la sosa dan un precipitado blanco que enverdece al aire, el amoniaco produce una reaccion semejante precipitándoles en parte.

Los carbonatos alcalinos precipitan en blanco.

El ácido sulfhídrico no las precipita si son ácidas, pero los sulfhidratos dan precipitados negros.

El cianuro ferroso-potásico dá un precipitado blanco que azulea al aire.

El tanino no las precipita, pero el liquido se ennegrece al aire.

Las sales de protóxido de hierro dan disoluciones amarillas, tanto mas oscuras cuanto más se aproximan á la neutralidad.

Los alcalis fijos y el amoniaco dan un precipitado pardo de hidrato de peróxido; un exceso de amoniaco no redisuelve el precipitado.

Los carbonatos alcalinos dan el mismo precipitado pardo.

El ácido sulfhídrico da un precipitado blanco de azufre muy dividido. Los sulfhidratos dan precipitados pardos.

El prusiato amarillo de potasa dá un precipitado de un hermoso azul.

El prusiato rojo no las precipita. Estos dos últimos caracteres distinguen perfectamente las sales de protóxido de las de bióxido de hierro.

LECCION 89.

SUMARIO.

Estaño; propiedades de sus sales.

El estaño es un metal conocido por los antiguos con el nombre de Júpiter. Es de un color blanco tan brillante como la plata, muy maleable y muy ductil, es muy blando, aunque menos que el plomo; poco elástico; se puede doblar sin romperse; y cada vez que se dobla produce un ruido particular que se llama crujido del estaño. Se puede obtener cristalizado. Su densidad es de 7, 2, y se funde á 212°. El estaño tiene un olor y un sabor particular muy característicos. El aire seco y aun el húmedo altera muy poco el estaño, pero ayudado del calor se oxida rápidamente, adquiriendo su superficie los colores del iris; descompone el agua á la temperatura del rojo; el ácido nítrico le disuelve en frio, y los ácidos vegetales acético, oxálico, etc. actúan sensiblemente sobre este metal, especialmente con el auxilio del calor.

Se extrae del óxido en que existe ó diseminado ó en roca; en el primer caso se quebranta el

mineral y en ambos se procede al lavado; verificada esta operacion se echa en un horno de manga ó en uno de reverbero donde se verifica la reduccion. Las escorias nadan sobre el metal líquido y los menos fusibles se depositan en el fondo sosteniendo una temperatura muy moderada.

Tanto este metal como sus sales tienen bastantes aplicaciones, aunque las últimas, por ser venenosas, impiden la fabricacion de vasos, cubierto y objetos de economía doméstica. Combinado el estaño con el plomo se fabrica el papel de estaño que se emplea para cubrir el chocolate, thé y tabaco y tambien para formar la soldadura que emplean los hojolateros y los plomeros.

No se encuentra en la naturaleza mas que en el estado de óxido y de sulfuro. Se conocen dos combinaciones bien definidas del estaño con el oxígeno: el protóxido de estaño, Sn O ; y el bióxido de estaño, Su O_2 ó ácido estánico.

Las sales de protóxido de estaño son en lo general incoloras; enrojecen fuertemente la tinctura de tornasol. Una pequeña cantidad de agua las disuelve; pero se descomponen formando un precipitado blanco si la cantidad de este líquido es grande. Se evita este precipitado añadiendo al agua un poco de ácido clorhídrico.

Precipitan en blanco por los alcalis blancos; redisolviéndose el precipitado por un exceso de reactivo. El amoniaco tambien las precipita en blanco, pero un exceso de amoniaco no disuelve

el precipitado, el ácido sulfhídrico las precipita en pardo oscuro.

El cloruro de oro dá un precipitado purpúreo en las disoluciones de protóxido de estaño muy diluidas.

Los caracteres de las sales correspondientes al ácido estánico son los siguientes: la potasa, la sosa y el amoníaco dan un precipitado blanco que se disuelve en un exceso de reactivo.

El ácido sulfhídrico dá un precipitado amarillo pálido y los sulfhidratos producen la misma reaccion.

El cloruro de oro no produce precipitado en una disolucion de percloruro de estaño.

LECCION 90.

SUMARIO.

Metales de la cuarta seccion.

APLICACIONES.

Los metales que componen esta seccion tienen por caractéres principales no descomponer el agua ni en frio ni en caliente, y absorber el oxígeno á una temperatura elevada. Entre los que en ella se incluyen merecen especial mencion el antimonio, el cobre, y el plomo.

Antimonio: este metal es sólido, blanco azulado, muy brillante, fácil de reducir á polvo, de testura laminar, de una densidad de 6, 7, y entra en fusion por bajo del calor rojo. Si se deja enfriar lentamente despues de fundido, presenta la superficie una cristalización de hojas de helecho.

El aire y el oxígeno le empañan.

Arrojado en el cloro gaseoso el antimonio pulverizado, se inflama y produce un cloruro de antimonio.

Se encuentra en estado nativo, de ácido y de sulfuro.

Para extraerle del sulfuro, se tuesta convenientemente al aire, de manera que se transforme en óxido, y despues se trata por el carbon ó por alguna sustancia vejetal.

El antimonio se emplea para la fabricacion de muchos cuerpos cuando se encuentra aleado con otros, como por ejemplo, para la fabricacion de los caractéres de imprenta, de las planchas estereotípicas, de las que sirven para imprimir la música y en medicina.

Se emplea para la preparacion del Kermes mineral, del emético y del azufre dorado; entra en la composicion de la aleacion de los caractéres de imprenta y de otras varias aleaciones. Se conocen dos combinaciones bien definidas de antimonio con el oxígeno; la más oxigenada, á la cual se dá la fórmula Sb^2O^5 juega el papel de ácido y se llama ácido antimónico. La otra menos oxigenada, que tiene por fórmula Sb^2O^3 , se conduce como una base débil y se llama simplemente óxido de antimonio. Las sales de antimonio dan precipitados blancos con la potasa y la sosa; estos precipitados se disuelven en un exceso de alcalí.

El amoniaco dá un precipitado blanco insoluble en un exceso de reactivo.

El ácido sulfhídrico dá un precipitado anaranjado característico.

El sulfhidrato de amoniaco dá el mismo precipitado, pero este se disuelve en un exceso de reactivo.

LECCION 91.

SUMARIO.

Cobre: propiedades de sus sales.

El cobre es de un color rojo brillante; cristaliza en romboedros por fusion: mas duro que el oro y la plata; despues del hierro es el mas tenaz de todos los metales; ocupa el tercer lugar respecto á la maleabilidad, y el quinto respecto á la ductibilidad. Sn densidad fundido es de 8, 7; se funde á 27° del pirómetro; calentado mas fuertemente, produce vapores que comunican á la llama un color verde; tiene un olor y sabor desagradables y la mayor parte de sus combinaciones obran como venenos.

El aire seco no le altera á la temperatura ordinaria; el humedo le cubre de verde gris, que es el hidrocarbonato de cobre. Calentado al aire sin estar fundido, se cubre de escamas de protóxido: el cobre no descompone el agua á ninguna temperatura. El ácido nítrico le oxida y le disuelve, el sulfúrico diluido le convierte en sulfato cúprico. Los ácidos vegetales no le atacan sinó por el intermedio del aire; los aceites grasos obran del mismo modo. Esta propiedad es-

plica la particularidad tan conocida de que las materias alimenticias que se hacen hervir en el cobre bien limpio y dexosidado no se vuelven venenosas, no cargándose de cobre sinó por el enfriamiento. En este caso es solamente cuando el aire puede atravesar el líquido, penetra, hasta el cobre y favorecer su disolucion. Se alea con todos los metales escepto con el hierro y con el plomo.

El cobre se encuentra en la naturaleza en diferentes estados: 1.º nativo; 2.º oxidado; 3.º en estado de sulfuro; 4.º en el estado de sulfato, silicato y carbonato.

Para obtenerle se puede hacer uso del óxido y del carbonato, que se calcinan fuertemente con el carbon. Se combina con el oxígeno y forma varias combinaciones, entre las cuales son las mas principales el óxido de cobre CuO^2 , y el protóxido de cobre CuO .

Este metal, tan conocido en las artes y en la industria, se usa para hacer muchos utensilios de gran utilidad como los alambiques, calderas, ollas y otros objetos, aunque rara vez se usa solo por sus propiedades venenosas; por esta razon los objetos antedichos se recubren interiormente de una capa de estaño. Aleado con el zinc, ó con el estaño, forma el laton ó el bronce, con los que se fabrican objetos de bisutería, quincalla é instrumentos de Física, Química y Geodesia; así como tambien cañones, campanas, estatuas y monedas.

Las sales solubles del primer compuesto dan

disoluciones incoloras. Los alcalís las precipitan en amarillo anaranjado.

El ácido sulfhídrico las precipita en negro; las sales de protóxido dan disoluciones azules ó verdes, y presentan las reacciones características siguientes: la potasa y la sosa dan un precipitado azul gris.

El amoniaco dá el mismo precipitado; pero un exceso de este reactivo disuelve el precipitado y dá un líquido de un hermoso azul; el ácido sulfhídrico dá precipitados negros que no se disuelven por un exceso de sulfhidrato.

El prusiato de potasa dá un precipitado pardo marron que toma una nube purpúrea cuando el precipitado es débil. Esta reaccion es tan sensible que permite manifestar en las disoluciones las mas pequeñas cantidades de cobre.

LECCION 92.

SUMARIO.

Plomo: propiedades de sus sales.

El plomo es uno de los metales conocidos de mas antiguo y designado con el nombre de Saturno. Es de un blanco azulado brillante; bastante blando para ser rayado á la uña. Su tenacidad es débil. Se funde á 334°; cuando se calienta fuertemente se volatiliza y esparce humos visibles en el aire; no tiene casi sabor, pero sí olor particular muy pronunciado. El plomo se empaña al aire y se vuelve gris negruzco, cubriéndose de una capa de sub-óxido; fundido se quema rápidamente y se convierte en protóxido. No descompone el agua.

El ácido nítrico le ataca vivamente; el sulfúrico le ataca tambien cuando está concentrado é hirviendo.

El azufre, el selenio, el fósforo y el arsenico, se combinan directamente con el plomo. Se alea á la mayor parte de los metales.

Se encuentra en la naturaleza mas comunemente en estado de sulfuro, de donde se estraee con preferencia el plomo.

Se conocen tres combinaciones de plomo con oxígeno; el sub-óxido Pb^2O ; el protóxido, PbO ; y el bioxido PbO^2 ó ácido plumbico.

Se emplea laminado para cubrir azoteas, fuentes, construcción de tuberías destinadas á la conducción de aguas y gases; con el mismo metal fundido y moldeado convenientemente se forman las balas y perdigones que se usan en las armas de fuego; y algunas de sus sales se emplean por su hermoso color en la pintura.

Los caracteres distintivos de las sales de plomo son los siguientes: son incoloras cuando el ácido no es coloreado; las subsales tienen al contrario color amarillo, las solubles poseen un sabor azucarado.

La potasa y la sosa dan precipitados blancos que se disuelven en un exceso de reactivo; los carbonatos alcalinos dan el mismo precipitado blanco, pero no se disuelve en un exceso de reactivo; el ácido sulfhídrico produce un precipitado negro de sulfuro de plomo.

Por último, las sales de plomo se reconocen fácilmente al soplete, en que calentadas con carbonato de sosa sobre un carbon, en la llama de reducción dan un glóbulo de plomo metálico fácil de reconocer por sus propiedades físicas y químicas.

LECCION 93.

SUMARIO.

Metales de la quinta seccion.

Entre los metales de esta seccion, el que merece solamente ocupar nuestra atencion es el mercurio.

El mercurio es un metal de un color blanco muy brillante, sin olor ni sabor. Líquido hasta menos 39° grados; sólido se asemeja al plomo por su maleabilidad y ductibilidad; en este estado produce sobre los órganos la misma sensación que un cuerpo muy caliente. Hierve á 360°; á 20° emite sensiblemente vapores; á 80° se volatiliza en cantidad considerable. Su densidad es de 13,5,

El agua no parece que le oxida, aun cuando le empaña poco á poco. No descompone el agua. El ácido nítrico le disuelve en frio; el sulfúrico concentrado le disuelve tambien ayudado del calor.

El azufre, fósforo, arsénico, y el cloro se unen directamente al mercurio; se une directamente á un gran número de metales y sus aleaciones se llaman amalgamas.

Se encuentra en la naturaleza en muy diferentes estados, pero se extrae generalmente del sulfuro ó cinabrio, el cual se mezcla con cal apagada y se destila en retortas de fundicion.

Por su aspecto el mercurio ha sido uno de los metales estudiados mas particularmente por los alquimistas, que le consideraban como plata imperfecta y le daban el nombre de plata viva. Tiene numerosos usos para recoger y medir los gases, para fabricar los barómetros y los termómetros. Aleado al estaño constituye la amalgama de los espejos; combinado con el azufre, se emplea en la pintura con el nombre de bermellon. En la medicina sirve de base de medicamentos de gran utilidad.

Se conocen dos combinaciones de mercurio con el oxígeno: la menos oxigenada, á la cual se dá el nombre de óxido negro de mercurio, tiene por fórmula Hg^2O ; la mas oxigenada ó el óxido rojo lleva la misma fórmula HgO .

Las sales neutras de este último compuesto son incoloras, pero las sales básicas son amarillas. Sus disoluciones presentan la reaccion siguiente:

La potasa y la sosa dan precipitados amarillos.

El amoniaco dá en general precipitados blancos.

El carbonato de potasa dá un precipitado rojo que se disuelve en un exceso de reactivo.

El ácido sulfhídrico, en pequeña cantidad, produce un precipitado blanco; pero si se em-

plea en exceso produce un precipitado anaranjado.

El Ioduro de potasio dá un precipitado de un rojo hermoso, que puede disolverse en un exceso de ioduro alcalino ó en un exceso de sal mercurial. En los dos casos se forman ioduros dobles solubles.

LECCION 94.

SUMARIO.

Metales de la sesta seccion.—Plata.

Los metales de esta seccion no absorben el oxígeno á ninguna temperatura, ni descomponen el agua ni en frio ni en caliente. Sus óxidos son reductibles solo por el calor.

PLATA.—Es un metal de un color blanco puro muy brillante; cristaliza en octaedros ó en cubos; no tiene olor ni sabor; Despues del oro es el mas maleable y el mas ductil de todos los metales. Su densidad es de 10, 4; se funde á 21° del pirómetro; el aire no la oxida; el ácido nítrico lá ataca fácilmente; el sulfúrico no la ataca sinó cuando está concentrado; los ácidos vegetales no ejercen accion sobre ella. Cuando está fundida, absorbe el oxígeno en gran cantidad, pero le abandona en su totalidad por el enfriamiento espontáneo. Los alcalis cáusticos, los carbonatos y nitratos alcalinos no la atacan cuando está pura; se combina directamente con el azufre, el fósforo y el arsénico. Con el auxilio del calor descompone el gas sulfhídrico; se alea con

un gran número de metales, pero no con el cobalto y el hierro.

Se encuentra en la naturaleza en muchos estados, como son: en el de plata nativa, plata sulfurada, clorurada, yodurada; se encuentra también aleada con el oro, con el mercurio, y en estado de carbonato; aunque en pequeñas porciones se halla también en la mayor parte de los sulfuros de cobre, de plomo y de arsénico.

Los procedimientos que se siguen para extraer la plata son muy variados según la naturaleza de las minas. Estos procedimientos consisten en reducir la plata al estado metálico aleándola con el plomo ó con el mercurio. Se separa del primero por la copelación, operación que consiste esencialmente en oxidar el plomo bajo la influencia del calor, y del segundo, destilando la amalgama; el mercurio se destila y la plata queda libre.

En razón de la propiedad que tiene la plata de ser inalterable, se hacen con ella una multitud de vasos y de joyas: forma la mayor parte de nuestra moneda y en medicina se emplea en el estado de nitrato.

Se conocen tres combinaciones de la plata con el oxígeno: el sub-óxido, Ag^2O ; el protóxido, AgO , y bióxido AgO^2

El protóxido es el único compuesto que presenta algún interés.

Las sales de plata son incoloras cuando el ácido no es coloreado. Se obtienen las sales solubles disolviendo el carbonato de plata en los

ácidos. Las insolubles se preparan por doble descomposicion, por medio del nítrato de plata. Las sales de plata solubles tienen un sabor metálico desagradable, son muy venenosas. Todas ennegrecen á la luz solar; se descomponen y la plata se separa. Las sales solubles presentan las reacciones características siguientes:

La potasa y la sosa dan precipitados pardos de protóxido hidratado, que no se disuelven en un exceso de reactivo.

El amoniaco produce el mismo precipitado, pero se disuelve completamente en exceso; los carbonatos alcalinos dán precipitados blancos mates.

El ácido sulfhídrico produce un precipitado negro.

El ácido clorhídrico y los cloruros solubles forman en las disoluciones de plata un precipitado blanco, que se reúne fácilmente por la agitacion en un depósito cuajado, sobre todo si el líquido encierra un exceso de ácido nítrico; este precipitado no se disuelve en el ácido nítrico, pero es soluble en el amoniaco.

La plata se precipita de sus disoluciones en el estado metálico por un gran número de metales, principalmente por el hierro, el zinz, el cobre y el mercurio; por éste último se forma la cristalización conocida bajo la denominación de árbol de Diana, nombre con que los antiguos designaban á la plata.

LECCION 95.

SUMARIO,

Oro: propiedades.

Este metal, conocido en todos tiempos, se distingue por su color amarillo, muy brillante, inodoro é insípido, es muy ductil y el mas maleable de todos los cuerpos. Reducido á hojas delgadas, es trasparente y deja pasar una luz de un verde azulado. Es muy tenaz y poco duro. Su peso específico es de 19,2. Es menos fusible que la plata, no es volátil.

El oxígeno y el aire no le alteran ni en frio ni en caliente.

La mayor parte de los metaloides se unen al oro. Un gran número de metales pueden combinarse con él y formar aleaciones de las cuales algunas ofrecen bastante interés.

Los ácidos no le atacan, y para disolvérle es preciso emplear el agua régia. El oro no se encuentra nada mas que en estado nativo, ó combinado con un poco de plata, de cobre ó de hierro. Para obtenerle, se lavan las arenas auríferas; se separa de ellas el oro, amalgamándole

con el mercurio; y se le priva de este metal por medio de la destilacion.

El oro sirve para hacer vasijas y alhajas mas estimadas que las de plata; se emplea tambien para la elaboracion de la moneda. Precipitado de su disolucion nitro-hidroclórica por el cloruro de estaño se obtiene la púrpura de Cassius y tratando la misma disolucion por el sulfato de protóxido de hierro, se obtiene el polvo de oro con el cual se dora la porcelana.

Se conocen dos combinaciones del oro con el oxigeno; un óxido Au^3O , y un sesquíóxido Au^2O^3 .

Ninguno de estos óxidos forma sales con los oxácidos.

El oro no se emplea jamás en el estado de pureza; es demasiado blando, y para aumentar su dureza se le alea con una pequeña cantidad de cobre ó de plata.

Estas aleaciones son mas fusibles que el oro puro.

El dorado de los objetos de adorno de cobre ó de bronce se hacia antiguamente por medio de una amalgama de oro; hoy se ejecuta principalmente por procedimientos galvánicos.

LECCION 96.

SUMARIO.

Platino: propiedades de sus sales.

Platino.—Este metal es un cuerpo sólido, casi tan blanco como la plata, muy brillante, muy ductil y muy maleable, es muy blando hasta el punto de dejarse rayar por la uña. Su tenacidad es grande y su peso específico de 21,5 peso mas grande de todos los metales conocidos. No es fusible sinó con el auxilio del soplete de gas. Aunque se conoce este metal desde principios del siglo pasado, solo se consiguió aglomerarle y forjar el platino en esponja hacia el año 1818. El oxígeno y el aire no tienen accion sobre él ni en frio ni en caliente. Sin embargo por medio de una fuerte descarga electrica se llega á oxidarle.

La mayor parte de los metaloides se combinan fácilmente con el platino; sucede lo mismo con la mayor parte de los metales; nótese sobre todo que el Iridio v el Osmio le vuelven muy duro.

No es atacado mas que, por un pequeño número de ácidos. El ácido clorhídrico y el sulfú-

rico concentrados no ejercen accion sobre él. El ácido nítrico tampoco le ataca; pero este ácido puede disolver el platino, cuando se encuentra aleado á una cantidad suficiente de plata.

El agua regia es su verdadero disolvente.

Al calor rojo le atacan la potasa, la sosa y sobre todo la lítina; no le alteran los carbonatos alcalinos. El platino no es atacado sinó débilmente, por el azufre, el fósforo y el arsénico; pero la esponja de platino se combina muy fácilmente con estos metaloides resultando combinaciones fusibles y muy frágiles. Una mezcla de sílice y de carbon ataca á este metal, siendo esta la causa mas ordinaria de la destruccion de los crisoles de platino que se calientan frecuentemente en fuegos de carbon; por cuya razon para conservar largo tiempo los crisoles de platino, se les situa en crisoles de tierra en cuyo fondo se pone un poco de cal viva ó de magnesia evitando por este medio el contacto directo del carbon.

El platino no se encuentra mas que en combinacion con el hierro, el plomo y el cobre; y con el sodio, irridio, osmio, etc.

Para aislarle se disuelven estas combinaciones en el agua regia, se echa sobre la disolucion el clorhidrato de amoniaco, y se produce un precipitado formado de cloruro de platino y de clorhidrato de amoniaco. Se recoge el precipitado y se calcina; por esta operacion el clorhidrato de amonico, asi como el cloro del cloruro, se desprenden y dejan por residuo el platino en

estado esponjoso. Este metal es bastante difícil de forjar; pero aleándole con una pequeña cantidad de arsénico adquiere esta propiedad.

El platino metálico puede también obtenerse bajo la forma de precipitado químico muy dividido, que se llama negro de platino; y goza de la propiedad de condensar los gases en gran cantidad. Esta propiedad del negro de platino se encuentra, aunque en un grado menor, en la esponja de platino y menos todavía en el platino laminado.

El platino laminado que no presenta esta propiedad á la temperatura ordinaria, la manifiesta cuando se le calienta á 200°, fundándose en esta propiedad la construcción de la lámpara sin llama debida á Davy.

El platino en razón de su inalterabilidad y de su infusibilidad, es muy útil para la preparación de diferentes instrumentos empleados en cirugía ó en los laboratorios de química. Se usa también para construir el oído de los cañones de las armas de fuego, para las puntas de los sopletes, y para recubrir las estremidades de las barras de los para-rayos.

El platino no se combina directamente con el oxígeno sino al calor rojo, y bajo la influencia de álcalis cáusticos.

Se conocen dos óxidos de platino, el protóxido, PtO ; y el bióxido, PtO_2 . Estos dos óxidos son bases débiles; cada uno de ellos forma una serie de sales con los ácidos enérgicos. Se descomponen fácilmente por el calor y dejan platino metálico.

Las sales de protóxido presentan poco interés y han sido poco estudiadas.

Las de bióxido son de un amarillo anaranjado. El bicloruro de platino es el exclusivamente empleado en los laboratorios; la potasa y el amoníaco, sus carbonatos, y en general todas las sales de potasa y de amoníaco, precipitan el platino en el estado de cloruros dobles; mientras que las sales de sosa no forman precipitados.

QUÍMICA APLICADA.

ALEACIONES.

Si en un estado de pureza ó de aislamiento nos son los metales útiles y aun puede decirse que indispensables; nos suministran servicios todavía mas numerosos cuando están asociados entre sí, es decir, en el estado de aleaciones, y aun muchos de ellos no pueden recibir realmente ciertas aplicaciones sinó bajo ésta última forma.

Las aleaciones metálicas pueden considerarse relativamente á la industria, como unos metales nuevos que poseen mas propiedades especiales, las mas veces diferentes de las que pertenecen á los metales que las constituyen. Es por lo tanto muy interesante conocer los principales de estos compuestos.

El procedimiento que mas generalmente se sigue para obtenerlos, consiste en fundir reunidos los metales que se han de allear, bien sea poniéndoles en el mismo crisol, bien añadiendo uno de los metales al otro ó á los otros que ya

están fundidos, se revuelve bien la mezcla para que salga lo mas homogénea posible, y se la cuela en unos moldes de forma determinada ó en unas rieleras.

Las aleaciones son: *binarias*, *ternarias* ó *cuaternarias*, segun el número de metales que las constituyen. Las primeras son las mas numerosas.

1.º *Aleaciones de hierro*.—La mas interesante de todas estas aleaciones, es la que se distingue bajo el nombre de *hoja de lata*.

Esta no es otra cosa, como ya hemos dicho, que la chapa de hierro ó el hierro laminado cuyas dos superficies están cubiertas de una capa muy delgada de estaño puro.

Para obtener la hoja de lata cuya fabricacion ha tenido origen en Alemania, se limpia perfectamente la chapa de hierro introduciéndola en el ácido sulfúrico dilatado, que disuelve la película de óxido; enseguida se la frota con arena, se la introduce en el sebo, despues en un baño de estaño cubierto de sebo. Al cabo de media hora se la retira, reteniendo en su superficie una porcion de estaño que se solidifica. Cada méetro cuadrado de la superficie de la chapa retiene, de 2,605 á 2,805 granos de estaño.

La hoja de lata presenta el aspecto del estaño con su mismo brillo y color. Conserva su brillo expuesto al aire mejor que el mismo estaño, en razon de la accion galvánica que se produce entre los dos metales; siendo el estaño negativo respecto al hierro; pero la menor raspadura que

pone al hierro en descubierto, no tarda en ocasionar una mancha parda amarillenta de óxido de hierro, porque en razon de este efecto galvánico, el hierro es mas oxidado que lo seria por sí mismo.

La hoja de lata se confecciona con el estaño puro cuando pertenece á la clase conocida con el nombre de brillante-dulce, y cuando á la de mate-dulce, se fórma con una aleacion compuesta de dos partes de plomo y una de estaño. En algunas fábricas, se estaña la chapa de hierro con el plomo solo, á fin de obtener un metal mas barato y menos pesado que el plomo y por otra parte de menos precio, menos combustible y mas sólido que el zinc para cubrir con él los edificios.

Si se pasa sobre la hoja de lata algo caliente, una pequeña esponja mojada con agua acidulada por los azótico y cloro-hídrico se separa la capa superficial de estaño y se pone al descubierto lo que está inmediatamente sobre el hierro que ha cristalizado durante el enfriamiento. De esta manera se hacen aparecer unas cristalizaciones muy variadas y unos dibujos de un efecto magnífico que cambian de reflejo segun varia el modo de mirarlos: esto es lo que se llama el *moare metálico*. En 1816 un tal Allard sacó partido de esta propiedad conocida de los químicos antiguos y supo crear una industria nueva, que se propagó por todas partes pero que tuvo poca duracion.

El estaño no es el único metal, que puede servir para preservar al hierro de la oxidación, el zinc puede producir los mismos efectos: desde

1836 se aplica este metal á la superficie del hierro para formar lo que se llama, *hierro galvanizado*. La operacion de cubrir al hierro con el zinc se verifica introduciendo las láminas metálicas perfectamente limpias en un baño de zinc fundido. La chapa de hierro galvanizado no es mas cara que la de hierro puro en igualdad de peso. Al poco mas ó menos tiene el mismo precio que el zinc laminado; pero además de tener mas tenacidad y ser mas flexible, tiene la ventaja de no fundirse ni inflamarse en los incendios como se verifica en el zinc. La fundicion se cubre tambien de zinc por el mismo método, y limpiándola de antemano perfectamente por medio del ácido sulfúrico impuro que ha servido para la depuracion de los aceites.

Mr. Sorel es el que ha creado esta nueva industria que produce mas de 4.800,000 reales al año importe de los utensilios cubiertos de zinc que de todas clases se espenden en Francia.

El hierro se preserva mucho mejor de la oxidacion por medio del zinc que por el estaño.

Aleaciones de cobre.—El cobre es uno de los metales mas sonoros, mas ductiles y maleables, y en razon de estas preciosas cualidades es uno de los mas á propósito para la confeccion de una multitud de útiles de un uso diario; desgraciadamente limitan su empleo sus propiedades venosas, sobre todo en el estado de óxido ó carbonato, y tiende á pasar á este estado desde que se halla en contacto con el aire ó con los alimentos ácidos ó grasos. En efecto, tan luego como se

halla en contacto con el aire pierde su brillo, y se va cubriendo de una ligera capa verde hidratada y de carbonato de óxido de cobre que se conoce con el nombre de *verde gris*. Las cacero-las y otros vasos en que se cuecen los alimentos, no comunican ninguna cualidad nociva, interin no se les deja enfriar; pero cuando permanecen en ellas los alimentos, adquieren propiedades ve-nenosas, porque bajo la influencia de los ácidos ó de las materias grasas contenidas en ellos, se oxida el cobre á espensas del aire, y entonces se disuelve en la masa. Los licores ó las sustan-cias adicionadas de vinagre, disuelven mejor que las otras el cobre, y le cargan de cierta canti-dad de acetato de cobre, que es uno de los ve-nenos mas violentos, aun tomados en pequeñí-simas dosis. Con esto se esplican fácilmente los funestos accidentes que con tanta frecuencia se reproducen en nuestras casas por la imprevisión ó negligencia de los criados.

Para disminuir los peligros que presentan el empleo de los vasos de cobre, se los cubre con una capa de estaño; esto es lo que se llama el *cobre estañado*, cuya operacion se verifica del modo siguiente; se limpia primero la pieza que se ha de estañar, frotándola fuertemente con un puñado de estopa y un poco de sal amoniaco, calentándola mientras tanto; cuando ya se en-cuentra muy brillante, se estiende por toda la superficie con las mismas estopas, el estaño que se ha hecho fundir en la misma pieza. Esta ope-racion no termina hasta que el metal fundido no

forma una capa igual y de un espesor suficiente sobre el cobre, y para prevenir la oxidacion del estaño durante este trabajo, se hecha sobre el baño un poco de resina que se funde y cubre toda la superficie.

Nunca el estañado aun el que se practica con mas destreza es de mucha duracion, porque además de ser la capa de estaño muy delgada, no se encuentra íntimamente unida al cobre, sino sobre puesta; así el frotamiento de las cucharas y las salsas ácidas, van separando diariamente pequeñas cantidades de este metal, hasta que por último dejan el cobre descubierto. Cuando los vasos tienen mucho uso, es muy prudente renovar su estañado al menos todos los meses.

El estaño policrono, debido á Biberel y que consiste en el empleo de una aleacion de seis partes de estaño y una de hierro, es mas económico, mas saludable y dura siete veces mas que el estañado ordinario con el estaño puro.

Las principales aleaciones del cobre son el *bronce*, el *laton ó cobre amarillo* y el *maillecor ó metal blanco*.

Bronces.—Las aleaciones de cobre y de estaño se empleaban por los antiguos para hacer los instrumentos de labor, las armas útiles, etcétera, antes que conocieran el hierro. En la actualidad se emplea para la fabricacion de los cañones, campanas, estátuas, de las medallas, de los címbalos, de los timbres de relojería, etcétera.

Estos dos metales se alean en distintas pro-

porciones según los usos á que se quiere aplicar el bronce y muchas veces se introduce en la aleacion una pequeña cantidad de algunos otros metales, por ejemplo, de hierro, de zinc, de plomo, etc., para modificar sus propiedades naturales. Hé aqui las proporciones que generalmente se siguen para las diversas clases de bronce del comercio:

	<u>Cobre.</u>	<u>Estaño.</u>	<u>Hierro</u>
Bronce de estatuas.	90 á 100	9 á 10	»
== de medallas.	88 á 92	12 á 8	»
== de cañones.	90 á 91	10 á 9	»
== de campanas.	70	22	»
== de címbalos.	80	20	»
== de timbres de relo-			
jero.	71	27	2
== de espejos de teles-			
copio.	66 á 70	33 á 35	»

Latones.—El laton ó cobre amarillo de que nos servimos para fabricar una multitud de utensilios de casa, la mayor parte de los instrumentos de fisica, las cuerdas de los instrumentos de música, las portadas de los almacenes, las ruedas de las camas, los alfileres de los botones, la bisuteria falsa, etc., es una aleacion de cobre y zinc; muchas veces en proporciones muy variadas que suelen contener algunas pequeñas cantidades de plomo, de hierro, de estaño y de arsénico.

En el comercio se conocen un gran número de especies de cobre amarillo que se distinguen por unos nombres particulares. El cuadro si-

siguiente indica la composición de las principales aleaciones de esta clase:

	<u>Cobre.</u>	<u>Zinc.</u>	<u>Plomo.</u>	<u>Estaño.</u>
Latón de Roncilli.	70	30	»	»
== de Bélgica.	61	36	2,5	0,3
== para dorar.	80	16	2	»
== para guarniciones de armas.	80	17	»	3,0
== para bisutería falsa	92	6	»	2,0
Azofar.	72	25	2	1,0

El color de estas aleaciones varía según las proporciones relativas de los dos metales principales. Cuanto mayor es la cantidad de cobre más se aproxima al color del oro. Por otra parte son muy maleables y dúctiles en frío, pero quebradizas en caliente: se funden mejor que el cobre rojo, y por el contacto del aire se alteran menos que este metal.

C. Maillecor ó metal blanco.—Hace mucho tiempo que se fabrica en la China, en Alemania y en Francia, después de cincuenta años una aleación de cobre, de níquel y de zinc, que imita bastante bien á la plata de bajilla, en la blancura, el brillo, la dureza y la sonoridad. Se la emplea en una multitud de utensilios para la economía doméstica.

Esta aleación es particularmente apropiada para adornar las guarniciones de los caballos y para guarnecer las armas. Hé aquí la composición de las diversas aleaciones de este género:

	Cobre	Niquel	Zinc	Estaño	Hierro	Plomo
Packfond chino . .	55	23	17	2	3	»
— de Paris.	62	15	23	»	»	»
Mallecor para guar- niciones.	50	25	25	»	»	»
— para mangos de cuchillos. . . .	55	22	23	»	»	»
— para laminar.	60	20	20	»	»	»
— para guarni- ciones de caballos. .	57	20	20	»	»	3

En razon de la gran proporcion de cobre que contienen estas aleaciones, los vasos que se fabrican con ellas exigen gran cuidado y limpieza porque pueden comunicar propiedades venenosas á los líquidos ácidos y las sustancias grasas que se dejan permanecer en ellos.

El mallecor toma muy bien el dorado; por esto se encuentra ahora en el comercio de plateria, un gran número de objetos; como cubiertos de mesa, mangos de cuchillos, etc., de mallecor sobredorado. Este dorado es mucho menos costoso y mas solido que el dorado sobre plata. Tambien se le platea muy bien y en Alemania se hace gran uso de este metal plateado bajo el nombre de *china silver* ó *plata china*.

Aleaciones de estaño.—Se conocen un gran número de aleaciones con el plomo, el antimonio, el zinc, y el bismuto, con los cuales se confeccionan una multitud de utensilios de casa y todos los objetos que se confunden con el nom-

bre de *vajilla de estaño*. He aquí la composición de las principales de estas aleaciones:

	<u>Estaño.</u>	<u>Plomo.</u>	<u>Antimonio.</u>
Aleación para los vasos y medidas de capacidad.	82	18	» »
— para cucharas, candeleros y escribanías.	80	20	» »
— para platos, bajillas, fuentes, etc.	92	8	» »
Metal plateado de París. . .	85,44	0,06	14,50
Metal de Argel para cubiertos y planchas de grabar música.	60,00	34,0	54 »
Aleación para hojas de envolver chocolate, azúcar, botes de tabaco, etc. . . .	36,00	64,00	» »
Metal de la reina para teteras inglesas.	73,36	2,88	8,88 8,88
Soldadura de plomeros. . .	33	66	» »
— de hojalateros. . .	50	50	» »

La soldadura de estaño se ataca rápidamente por una multitud de agentes químicos que respetan al plomo y por otra parte es bastante cara. Mr. Desbassyns de Richemont, ha tenido la idea de soldar el plomo con el plomo, es decir de operar la reunión de las partes que se han de unir por la fusión solamente y sin ninguna aleación de tal manera que la soldadura y los pedazos soldados no forman, sino una masa perfectamente homogénea.

Esta operacion se practica por medio de una llama muy intensa: que se dirige segun conviene y que se produce por medio de un soplete de hidrógeno y de aire. Este sistema de soldadura es el que se llama soldadura autogenea. Esta hermosa invencion proporciona inmensos servicios á las fábricas de ácido sulfúrico, á los talleres de plateros y fabricantes de bisuteria, á los fabricantes de bronce, á los esmaltadores, á los dentistas y por último á todos aquellos que tienen precision de soldar los metales.

Otra invencion no menos útil para la economia doméstica, es el empleo de las hojas metálicas para preservar las habitaciones de la humedad, é impedir la degradacion de los papeles pintados con que se adornan. Estas hojas se pegan á las paredes despues de haber cubierto su superficie opuesta, de un barniz graso. Estas hojas, se forman con una aleacion de estaño, de bismuto, de zinc, y de plomo.

La experiencia ha demostrado, la eficacia de estas hojas para este servicio puesto que ya en 1844 los Sres. Rousseau y Doision en Paris introdujeron para el consumo 40.000 hojas al precio de dos francos el metro cuadrado.

Aleaciones de bismuto.—El bismuto es uno de los metaels mas fusibles y comunica esta propiedad á todos aquellos con que se alea. Las artes sacan un partido ventajoso en ciertos casos de la gran fusibilidad de las aleaciones de bismuto, de plomo y de estaño, particularmente para hacer las rodajas fusibles que se adaptan

segun los reglamentos á la parte superior de las calderas de las máquinas de vapor. He aquí la composicion de estas principales aleaciones fusibles.

	<u>Plomo.</u>	<u>Estaño.</u>	<u>Antimonio.</u>	<u>Bismuto.</u>
Aleacion de Nexton fusible á 100°	5	2	3	»
— ó d'Arcet ó de Rose, fusible á 94° sobre cero	8	5	3	»
— para los clisés de los grabadores en madera, fusible á los 91° sobre cero.	3	3	2	»
— para los clisés de las planchas de impresion	1	1	1	»
— para el mismo objeto	10,5	32,5	48,0	9,0

Añadiendo á la aleacion de d'Arcet una novena parte, de su peso de mercurio, se aumenta su fusibilidad, singularmente porque entonces se hace completamente líquida á los 53° sobre cero. Esta amalgama sirve para hacer las inyecciones anatómicas y algunos dentistas la aplican tambien para emplomar los dientes careados.

Aleaciones de oro y plata.—Ya hemos dicho en la química general en que consiste la composicion de las aleaciones de oro y de cobre, de plata y de cobre que sirven para la fabricacion de las monedas, de los utensilios, de las

alhajas. Aquí solo añadiremos que la cantidad de oro y de plata que se encuentra en cada una de estas aleaciones constituye lo que se llama la *ley*. Se dice de estas aleaciones que tienen una ley tanto mas elevada, cuanto mayor es la cantidad de metal precioso que contiene. Así, si un riel que de 1.000 partes^m contiene 800 de oro ó de plata es una ley de 800 milésimas. Según esto las monedas de Francia de oro y de plata tienen la ley de 900 milésimas, mientras que las obras de platería de oro, tienen la de 920, de 840 y de 750 milésimas.

Para garantía del público, de las cantidades de metal puro y de aleación contenidas en todos los objetos de comercio, bisutería, rieles, piezas de platería, etc., lleva cada pieza de oro y de plata un contraste estampado por la administración, después de haber examinado su ley. Cuando una pieza fabricada por un platero no tiene la ley legal se quiebra para impedir el que se introduzca en la circulación.

LOZAS Y PORCELANAS.

Este arte es sin duda uno de los mas antiguos de todos inventado en varias epocas y en muy distintas naciones, pero que se ha modificado notablemente con los adelantos modernos; sin embargo, las vajillas egipcias de tierra, madera ó vidrio, los esmaltes de sus artefactos y la coloracion que daban á las piezas, indica que no carecian de conocimientos relativos á los óxidos de cobre y de hierro.

En la actualidad la preparacion de lozas y porcelanas, comprende dos partes principales; la primera referente á la pasta que forma el cuerpo del objeto; y la segunda la cubierta ó baño, que es la parte ordinariamente pulimentada y fusible que resguarda el interior.

Se comprenden muchos grupos segun la pasta empleada para su fabricacion; pero la division que se hace de estos objetos y que se sigue mas generalmente es la siguiente.

1.º Porcelana blanda. Se compone de Silice, Alúmina, Potasa, Sosa y Cal.

2.º Porcelana china. Formada por la Silice, Alúmina y Potasa.

3.º Loza fina. Constituida por la Sílice, Alúmina y Cal.

4.º Loza ordinaria. Sílice, Alúmina y Oxido de hierro.

5.º Ladrillos y crisoles refractarios. Sílice con Cal y Alúmina ú Oxidos de hierro.

6.º Ladrillos ordinarios, baldosas, tejas, encaños, etc. Se forman con la Sílice, Alúmina y Oxido de hierro.

Los barnices, baños ó cubiertas, son una especie de vidrios formados por Silicatos de base de óxido de plomo, de Potasa, de óxido de hierro, de Cal y algunas veces fabricado con productos naturales como el Feldespato.

Estos barnices se ponen sobre las piezas de loza para hacerlas impermeables. Son siempre mas fusibles que la pasta de que aquellas están formadas y el óxido de plomo las hace todavia mas fusibles.

Para fabricar la loza ó los barros cocidos comprendidos en los cuatro últimos grupos de la clasificacion expuesta, se empieza por preparar las pastas; estas tienen por regla general una arcilla por base, la que se separa por levigacion de las partes groseras; se añaden á la pasta arcillosa las diversas materias que la deben componer; y se mezclan íntimamente amasándolas con los pies ó con máquinas particulares construidas al efecto. La pasta así preparada recibe diversas formas, por medio del torno, ó comprimiéndola en moldes de yeso; enseguida se seca y despues se cuece.

La temperatura de coccion es muy variable, porque unas veces apenas se calientan las pastas como sucede en la fabricacion de tejas, ladrillos, ollas, lozas encarnadas bastas, etc., y otras veces la temperatura se eleva á 140° ó 150° del Pirómetro como sucede con la porcelana.

Las piezas que reciben baño se llaman dos veces cocidas, siendo la primera coccion simplemente para endurecer la pasta que entonces se llama bizcocho; y la segunda destinada esclusivamente á la fusión y vitrificación del baño. Este, en las lozas ordinarias, se forma del mismo modo que el esmalte blanco, oxidando una mezcla de 0,14 de plomo y 0,25 de estaño. Cuando se obtiene este óxido se combina con la arena blanca y la sosa fundidas, lo que produce las llamadas fritas; se pulveriza enseguida, y disolviéndola en agua, con ella se bañan los objetos introduciéndoles por inmersión. En las lozas ordinarias la pasta suele ser muy fusible, y entonces es preciso emplear un baño aun más fusible; por lo cual resultan productos muy alterables y de uso perjudicial.

La masa de las porcelanas finas se forma generalmente con la arcilla, la creta y la sosa, y el baño se compone de feldespatos, sílice, minio y sosa.

Tanto las lozas como las porcelanas pueden recibir colores sobre la pasta por medio de mezclas fusibles coloreadas por la fusion de los óxidos metálicos que las constituyen, y aplicadas con pincel sobre los cuerpos que se quieren pin-

tar, sometiendo el todo á la accion del fuego.

Las materias empleadas para esta clase de pinturas son las siguientes:

Para el azul, el óxido de cobalto.

Para el rojo, el protóxido de cobre, la púrpu-
ra de Casius ó el protóxido de hierro.

Para el verde, el óxido de cromo ó el bióxido
de cobre.

Para el amarillo, el óxido de Urano ü el cro-
mato de plomo.

Para el violeta, el protóxido de manganeso.

Para el negro, una mezcla de óxido de hierro,
manganeso y cobalto; y

Para el blanco, el esmalte comun ú ordina-
nario.

FABRICACIONES ESPECIALES.

Fabricación del jabón.

La fabricacion del jabon es una industria qui-
mica muy importante, que está fundada en la
propiedad que tienen los alcalis de unirse á los
aceites y grasas, comunicándoles nuevas propie-
dades, entre ellas la de ser solubles en el agua.

La sosa produce jabones duros, y la potasa
blandos.

En España se fabrica el jabon empleando la
sosa cáustica y el aceite de olivas. Para ello se
calienta el aceite con una legía débil de sosa
cáustica en grandes calderas, las cuales tienen

en su fondo un orificio para dar salida á la legía escedente cuando ha terminado la operación. Esta se verifica muy pronto formándose una especie de emulsión, que se revuelve mucho para que la mezcla se conserve homogénea; se añade legía más fuerte y se continúa la ebullición, separando el fuego y estrayendo la legía que ya no sirve, la cual se reemplaza por otras nuevas concentradas, y se somete nuevamente á la ebullicion hasta que el jabon se encuentre perfectamente saturado. Para conocerlo basta disolver una pequeña cantidad en agua caliente, y si no deja ojos en su superficie es señal evidente de que está perfectamente saturado. Este jabon tiene por lo general color oscuro debido al óxido de hierro y otras sustancias que impurifican la sosa y para blanquearle se diluye lentamente en legías débiles á fuego lento y dejándole reposar bien. Enseguida se saca la pasta que se encuentra perfectamente blanca y se cuele en moldes ó cajas, donde se endurece por el enfriamiento.

Los jabones de tocador se preparan siempre en frio, y para su fabricación se emplean los aceites de almendras dulces y amargas, el de avellanas, la grasa de carnero y algunos otros, aromatizándoles con esencias y coloreándoles ligeramente en algunos casos.

TINTAS.

Bajo el nombre general de tintas se conocen todos los líquidos que sirven para formar sobre el papel, las telas, la madera, los metales y las piedras, signos ó caracteres mas ó menos durables; varia su naturaleza segun el uso que se quiera hacer de ellas.

La fórmula más sencilla para producir una tinta buena y muy negra para escribir es la siguiente:

Agallas quebrantadas..	. . .	1 kilôg.
Sulfato de hierro.	60 gs.
Goma arábica.	40 gs.
Azucar blanca.	20 gs.
Agua.	16 litros.

Se cuece durante largo tiempo la nuez de agalla en 15 litros de agua y se filtra á través de un lienzo; al líquido se añade la goma y el azucar y despues el sulfato de hierro preliminarmente disuelto en un litro de agua; se agita la mezcla amenudo y se la abandona á la accion del aire hasta que el líquido adquiera un hermoso color negro azulado.

La tinta de china que se emplea en la aguada se prepara cociendo con cola y negro de hu-

mo la tintura de Catecu, y cuando se ha formado una pasta espesa, se la moldea en barras largas y estrechas que se dejan endurecer al contacto del aire y que se aromatizan con un poco de almizcle.

La tinta que se emplea para escribir sobre los metales puede formarse mezclando perfectamente las sustancias siguientes:

Verde gris, 2 gramos.

Sal amoniaco ó cloruro amónico, 2 gramos.

Negro de humo 1 gramo.

Agua 20 centímetros cúbicos.

Con estas sustancias se hace una pasta que se coloca en cilindros huecos, metálicos y dados interiormente de aceite, donde por medio de la desecacion se forman una especie de lapiceros, si es que no se quiere usarla en el estado líquido.

Las tintas de imprenta y litográficas son mezclas de cuerpos grasos ó resinosos, á los que se añade el negro de humo en proporciones convenientes para darlas color.

Las tintas químicas para marcar la ropa se preparan disolviendo dos gramos de nitrato de plata en diez centímetros cúbicos de agua destilada, á la que se añade despues un poco de goma arábica y tinta de china. La parte del lienzo donde se ha de verificar la impresion se prepara humedeciéndola con una disolución de carbonato de sosa y goma, planchándola despues y esponiéndola á la accion de la luz solar cuando se ha escrito sobre ella con la preparacion antedicha.

ALMIDONES.

Las materias primitivas de que se fabrican los almidones son: las harinas de trigo, centeno, cebada, y la fécula de patatas.

Para fabricar almidon económico se toma trigo ó cebada y se pone en remojo con un poco de agua fria; á los 15 dias ha fermentado ya el trigo ó la cebada, y entonces se rompen los granos entre dos piedras, y se mueve bien toda la masa que resulta; enseguida se toma un gran barreño casi lleno de agua clara, y poniendo en un tamiz pequeño una cantidad de la masa fermentada, se cierne, tocando la pasta á la superficie del agua contenida en el barreño, notándose al momento que pasa el almidon y se baja al fondo del mismo barreño; despues se introduce el tamiz dentro del agua hasta su mitad ó algo mas, y se saca con rapidez para que el agua que escurra arrastre el almidon que puede quedar en el tamiz; se repite esta operacion dos ó tres veces, tirando como inútil el salvado que queda encima del tamiz; esta operacion, que se ejecuta en muy poco tiempo, debe repetirse con cada porcion de la masa fermentada hasta que se concluya.

Despues se deja reposar el líquido del barreño por espacio de algunos minutos, durante los cuales el almidon se apelmaza en el fondo; se vierte despues el agua que hay encima, sin temor de que se vaya el almidon; se echa agua limpia, se agita el almidon para lavarle y se deja reposar otra vez, cambiando el agua; cuando se ha vertido la última, se vuelve con cuidado el barreño sobre una servilleta para que caiga el almidon en masa endurecida; en la parte superior del almidon se hallan algunas arenas que suele contener el trigo, que por ser mas pesadas se van al fondo las primeras, en medio se halla el almidon y en la cara que toca á la servilleta se encuentra algo de salvado, se separa el almidon impuro con un cuchillo, para mezclarle con el que se haga otra vez, y se deja secar uno y otro, dividiéndole en pedacitos, que se guardan para el uso.

Cada cinco libras de grano pueden dar de tres á cuatro de almidon.

Tambien se fabrica este producto con la fécula de patatas y las operaciones principales que exige su preparacion, son las siguientes: 1.º Lavado de los tubérculos; 2.º Rallado de los mismos. 3.º Tamizado de la pulpa. 4.º Lavado de la fécula en bruto. 5.º Decantacion de la fécula lavada. 6.º Deseccacion de la misma, y 7.º Cernido.

El almidon, se usa en medicina como emoliente, con muy buen éxito; en labativas, para combatir las inflamaciones intestinales; tambien se forma con él una especie de gelatina, que se

endulza y aromatiza, sirviendo para corregir las diarreas. En la economía doméstica se emplea para el planchado de la ropa, la que se blanquea, abrillanta y adquiere tersura por medio del fuego comunicado por el contacto de las planchas.

El almidon se adultera fácilmente, y el modo mas sencillo de conocer su falsificación consiste en quemar una cantidad dada de aquel producto y reducirla á cenizas, las cuales si es puro, solo deben dar una centésima parte de su peso.

TINTORERÍA.

Este arte consiste en fijar sobre diferentes especies de telas todos los colores que se deseen, de modo que no puedan alterarse fácilmente por los agentes á cuya accion suelen estar espuestas.

La atraccion que existe entre una materia colorante y una tela cualquiera es la única causa que hace adherir las dos sustancias; hay un corto número de materias que pueden adherirse fuertemente por la aplicacion de unas sobre otras. Por lo tanto es un verdadero arte químico, cuyo hecho mas notable consiste en los diferentes grados de facilidad con que las sustancias animales ó vegetales atraen y retienen la materia colorante, ó mas bien el grado de facilidad con que puede teñirlas el tintorero con el color que tienen intencion de darles.

Las principales materias que constituyen las telas que se tiñen, son la lana, la seda, el algodón y el hilo; las tres primeras son mucho mas fáciles de teñir que la última, lo cual se atribuye á su atraccion para con la materia colorante.

Los colores que se emplean mas frecuentemente por los fabricantes de estampados para

teñir sus telas con solidez son los siguientes:

1.º Negro. Se introduce la tela en una disolución de acetato de hierro, que es el mordiente, y se tiñe despues en un baño de campeche.

2.º Pùrpura. Para este color se emplea el mismo mordiente que en el anterior, estendiéndole despues en un baño de rubia.

3.º Carmesí. Se emplea el mismo mordiente pero con una porcion de acetato de alúmina y el baño de campeche.

4.º Rojo. El mordiente es el acetato de alúmina estendido en agua y un baño flojo de rubia.

5.º Anaranjado. Para este color se emplea el mordiente rojo, enseguida un baño de rubia y despues otro de corcitron.

6.º Azul. Este color se obtiene por medio del añil hecho soluble y coloreado de amarillo verdoso por medio de la potasa y el oropimente. Este mordiente adquiere su color azul por la exposicion at aire, lo cual hace que se fije fuertemente en la tela porque se supone que estas sustancias desoxigenan el añil haciéndole al propio tiempo soluble.

7.º Leonado. Para ohtener este color se introduce alternativamente la tela en una disolución de caparrosa y de agua de cal. El protóxido de hierro precipitado sobre las fibras absorbe el oxigeno de la atmósfera y pasa inmediatamente al estado de bióxido que tiene un color amarillo dorado, que queda en leonado si las sustancias anteriores estan mas dilatadas.

8.º Verde. La tela á que se quiere dar este

color, se tiñe preliminarmente de azul y bien lavada despues se introduce en el acetato de alúmina, se pone á secar y se pasa por un baño de corcitron.

Los colores llamados de aplicacion son los mas falsos de todos, porque solo la accion del aire y el uso los destruyen al cabo de algun tiempo; sin embargo de estos inconvenientes los productos elaborados en las fábricas de estamacion son sorprendentes y llaman mucho la atencion, no solo por la gran perfeccion y esquisito gusto en el dibujo y vivacidad de los colores, sinó por la combinacion de claro-oscuro en los ramajes de los fondos y la gran limpieza é igualdad en el estampado.

VIDRIO.

El descubrimiento de esta sustancia; es uno de los mas importantes para la humanidad, no solo por sus numerosos usos económicos, sino tambien por los muchos adelantos á que ha dado lugar en las ciencias. Así es como la Astronomia, la Física, la Química y la Historia natural, han llegado con el auxilio de esta sustancia á un grado de perfeccion extraordinaria.

Bajo el nombre de vidrio, se conoce en las artes una sustancia formada por un Sobresilicato Alcalino, fundido y mezclado con una cantidad mayor ó menor de Silicatos terreos ó metálicos. La composicion de sus diferentes especies, es muy variable, siendo las mas principales las indicadas por el químico Berzelius, en las fórmulas siguientes:

Vidrio blanco de vidrieras. Se hace con

Arena.	60 partes.
Potasa pura.	30
Nitrato de potasa.	15
Borato de sosa.	1
Arsénico blanco.	1

Cristal. Está formado de

Arena silicea ó feldespató.	120 partes.
Potasa.	46
Nitrato de potasa.. . . .	7
Arsénico blanco.	6
Manganeso.. . . .	0,1

Vidrio para espejos. Se prepara con

Arena.. . . .	60 partes.
Potasa.	25
Nitrato de plata.	15
Borato de sosa.. . . .	7
Manganeso.. . . .	0,12

Vidrio verde para botellas. Se compone de

Ceniza.	2 partes.
Arena.	1
Sal comun.. . . .	1

Vidrios de óptica.—Son generalmente silicatos de potasa y de plomo, preparados de una manera especial y delicada, rompiendo las ampollas que se forman en la fusion por medio de la esponja de platino pulverizada, con lo que resulta una masa perfectamente unida é igual, sin venteaduras ni aire, permitiendo por esta razon el poderse trabajar con el torno en formas varias que refringen bien la luz.

Una de las cosas mas notables en lá fabricacion de los vidrios, es la pintura monumental que puede aplicarse sobre ellos, siendo notables la mayor parte de estas pinturas por la sencillez del dibujo, la finura y brillo de las vestiduras y su hermoso estilo.

Las fórmulas mas principales de los colores empleados en la pintura monumental sobre vidrio, son debidas á Vigné, que se considera como el restaurador de este arte en Francia, y son las siguientes:

Fundente general propio para esta clase de pinturas, se compone de minio, arena y borato de sosa.

El color rojo de ocre, se produce con

Subsulfato de hierro.	1 parte
Fundente.	5
Oxido de zinc.	1

El rojo de carne. Se forma con

Peróxido de hierro obtenido por calcinacion del sulfato.	1 parte.
Fundente general.	2

El rojo de púrpura. Con el

Protóxido de cobre.	1 parte.
Fundente.	4

Pardo oscuro. Se prepara con el

Oxido de hierro obtenido por medio del amoniaco.	1 parte.
Oxido de cobalto.	1,2
Fundente.	4

Y los colores negros, por medio de los óxidos de hierro, combinados con los de cobre, cobalto y manganeso, á quienes se agrega una cantidad notable de fundente.

Las piedras preciosas artificiales no son otra cosa mas que vidrios duros formados por el silicato de potasa y plomo, y coloreados con óxidos metálicos.

Para la fabricacion de los vidrios se emplea mucho en la actualidad el metal Talio, descubierto por medio del análisis espectral, y notable por la hermosa raya verde que le caracteriza. En Inglaterra principalmente se le emplea para la fabricacion de los vidrios destinados á las experiencias de la óptica y para los cristales de anteajo, porque los productos que resultan están dotados de una fuerza de refraccion muy notable.

BARNICES.

Los barnices son unos líquidos que se estienden sobre la superficie de los cuerpos sólidos en una capa muy delgada, permanente y de aspecto muy brillante. Consisten generalmente en disoluciones de resinas ó bálsamos en el alcohol, esencias y aceites. Algunos barnices son muy secantes, tienen poca solidez y forman escama fácilmente: otros son muy glutinosos y mas lentos en su desecación, pero tambien son mas resistentes.

Las materias fundamentales que entran en la composición de los barnices son: la resina laca, la copal, la mirra, la colofonia, la almáciga, el benjuí, la sandáraca y la goma elemi.

Con estas sustancias reunidas entre sí ó disueltas en líquidos convenientes se preparan la generalidad de los barnices que tantos usos tienen en la industria y en las artes.

Los mas principales son los siguientes:

Barniz al alcohol.—Para preparar este barniz se ponen 6 gramos de sandáraca, 3 de almáciga, 1 de resina elemi, 4 de trementina de Venecia y 4 de vidrio molido en 4 centilitros de alcohol; una vez disueltas las sustancias ante-

riormente enunciadas, se filtran por papel en un embudo tapado; pudiendo hacer uso de este barniz sobre objetos duros, tales como cajas, estuches, etc.

Barniz de laca.—Se compone de 60 gramos de sandárac, 120 de laca, 30 de estoraque y 30 de Benjuí; se pulverizan estas sustancias, y se disuelven en 3 centilitros de alcohol.

Barniz para instrumentos de música.—Se forma con 120 gramos de sandárac, 60 de laca, 30 de almáciga, 30 de Benjuí, 60 de trementina de Venecia y un litro de alcohol. El todo se disuelve á fuego lento.

Barniz á la esencia de trementina.—Este barniz se puede obtener incoloro con 24 gramos de almáciga, 3 de trementina de Venecia, 1 de alcanfor, 10 de vidrio molido y 72 de aceite de trementina. Se usa mucho sobre las pinturas al óleo, las cartas geográficas, los dibujos y los grabados. El papel se prepara preliminarmente con una disolucion de cola de pescado, la cual impide que el barniz penetre el papel y le haga trasparente.

Barniz de esencia.—Se forma con 120 gramos de laca en grano, 120 de almáciga, 15 de sangre de drago, 2 de cúrcuma, 150 de vidrio molido, 60 de trementina y un litro de esencia de trementina. A este barniz se le da el nombre de cambiante, porque cuando se aplica sobre metales tales como el cobre, laton y estaño, les comunica un color y brillo que los hace parecidos á los metales preciosos: con él se dá á la plata

ó al cobre en láminas colores resplandecientes parecidos á los que presentan los talcos.

Barniz para cuadros.—Se prepara disolviendo reunidos 180 gramos de esencia de espliego, 4 de alcanfor y 60 de copal, añadiendo despues la cantidad que se necesite de esencia de trementina hirviendo.

Barniz holandés para papeles y pergaminos.—Se forma con 120 gramos de sandáracá, 120 de trementina, 120 de almáciga, 30 de sucino fundido y 500 de esencia de trementina.

Barniz para pintores.—Este barniz, que es de los llamados crasos, se forma con 120 gramos de Sandáracá, 30 de almáciga, 6 de trementina, 750 de aceite de lino y 90 de esencia de trementina. El todo se mezcla en un matraz y se calienta en baño de Maria, se filtra y se espone al sol durante dos dias.

Barniz para grabar sobre cobre.—Se hace con 46 gramos de cera amarilla, 30 de almáciga y 15 de asfalto.

Barniz para grabar sobre vidrio.—Se hace fundiendo 30 partes de cera, 7 de asfalto y 2 de trementina.

Barniz para pieles.—Se forma poniendo en infusion medio litro de esencia de trementina, 56 gramos de goma elástica cortada en trozos pequeños y se tapa muy bien el frasco donde se coloque esta preparación; despues se remueve á menudo, y si la goma absorbe parte de la esencia se añade mas hasta que la goma se haya disuelto completamente; enseguida se une á cada

medio litro de esta disolución medio litro de aceite de linaza secante y doble cantidad de barniz copal, y mezclando todo en un frasco se calienta en baño de arena, moviendo toda la masa.

Antes de aplicar este barniz sobre las pieles, se las pinta con el color que se quiera, barnizándolas despues con una brocha de pelo largo y fino, secándolas á 20 grados.

Las aplicaciones de los barnices son infinitas y de una utilidad inesplicable, así como la elaboracion de ellos exige esmero y exactitud.

Como su principal objeto es dar brillo y realce á las superficies, las materias de que se han de componer deben ser brillantes y consistentes. Por esta razon el mejor método que se ha encontrado para reducir á polvo los cuerpos sólidos es el de los disolventes, fundado en que toda sustancia que se disuelve en un líquido se halla en un estado de division extrema, como no puede conseguirse por ninguno otro medio.

Además de los barnices indicados anteriormente, se conocen muchos más, cuyo preparacion y usos se encuentran fácilmente en obras especiales.

FIN.



ÍNDICE.

Páginas.

LECCION 1. ^a Definicion de la Física —Materia, cuerpo. —Átomos ó moléculas.—Estado de los cuerpos.—Fenómenos físicos y sus causas.—Métodos de estudio. Pág.	5
LECCION 2. ^a Propiedades de los cuerpos, su division. —Estension.—Impenetrabilidad.—Porosidad.—Compresibilidad.—Elasticidad.—Divisibilidad. Pág.. . .	8
LECCION 3. ^a Inercia.—Gravedad.—Peso de los cuerpos.—Masa de los cuerpos.—Densidad. Pág.. . .	13
LECCION 4. ^a De la quietud y del movimiento.—Mecánica, su definicion y division.—Fuerzas, division, modo de medirlas.—Diferentes modos de actuar las fuerzas. Pág.	17
LECCION 5. ^a Centro de gravedad.—Modo de determinarle.—Equilibrio, condiciones para que exista en los cuerpos.—Diferentes especies de equilibrios. Pág.	20
LECCION 6. ^a Idea general de las máquinas y division de las mismas.—Palanca; diferentes especies de palancas y ejemplos de las mismas.—Balanza; condiciones de construccion que debe tener; diferentes especies; romana. Pág.	23
LECCION 7. ^a Polea, su division y condiciones de equilibrio.—Torno, sus variedades y aplicaciones. Pág.	27
LECCION 8. ^a Plano inclinado, aplicaciones.—Cuña y tornillo, efectos y aplicaciones de estas máquinas. Pág..	29
LECCION 9. ^a Dinámica.—Movimiento absoluto y rela-	

tivo de los cuerpos.—Direccion y velocidad.—Clasificacion del movimiento.—Leyes de la caida de los cuerpos, máquina de Adwoodt	Pág.	32
LECCION 10. Modo de originarse los movimientos curvilineos.—Movimiento parabólico —Movimiento circular.—Fuerzas centrales.	Pág.	37
LECCION 11. Péndulo, su division, consideraciones precisas acerca del mismo.—Leyes del péndulo.—Aplicaciones.	Pág.	38
LECCION 12. Rozamiento, causas; diferentes clases y aplicaciones.—Del choque; choque en los cuerpos elásticos y en los inelásticos.	Pág.	42
LECCION 13. Hidrostática, estado de liquidez en los cuerpos.—Principios de igualdad de presion, prensa hidráulica.	Pág.	45
LECCION 14. Equilibrio de los líquidos contenidos en vasos.—Presion que ejercen sobre el fondo de los vasos que los contienen —Presion de abajo á arriba; presion lateral.—Equilibrio de los líquidos en los vasos comunicantes.	Pág.	48
LECCION 15. Principio de Arquímedes; demostracion esperimental.—Equilibrio de los cuerpos flotantes; metacentro.	Pág.	50
LECCION 16. Peso específico de los cuerpos.—Determinacion del de los sólidos por la balanza hidrostática, por los areómetros y por el método del frasco.	Pág.	53
LECCION 17. Pesos específicos de los líquidos.—Areómetros de volúmen variable.	Pág.	56
LECCION 18. Hidrodinámica; ley de Torricelli.—Presion hidráulica; vena líquida; su contraccion, diferentes formas de las venas.—Gasto de un líquido; unidades para medirle.—Tubos adicionales.	Pág.	59
LECCION 19. Peso del aire; determinacion esperimental.—Presion atmosférica.	Pág.	61
LECCION 20. Barómetro.—Construccion del de cubeta.—Barometros de sifon.—Modificaciones de forma.—Barómetros metálicos.—Aplicaciones.	Pág.	63

LECCION 21.—Ley de Mariotte.—Manómetros.—Válvulas de seguridad. Pág.	65
LECCION 22. Aparatos fundados en la presión atmosférica; bombas; sus diferentes clases; elementos de que constan, descripción de ellas.—Pipeta.—Fuente intermitente.—Frasco de Mariotte.—Sifón; su teoría. Pág.	67
LECCION 23. Máquina neumática; aplicaciones.—Máquina de compresión.—Fuente de compresión.—Fuente de Heron. Pág.	72
LECCION 24. Equilibrio de los cuerpos sumergidos en los gases.—Aerostacion.—Leyes de la salida de los gases de los depósitos que los contienen.—Gasómetros.—Fuelles.—Anemómetros. Pág.	75
LECCION 25. Equilibrio molecular en los cuerpos sólidos.—Resistencia molecular.—Cristalización.—Capilaridad; endosmosis y esosmosis. Pág.	78
LECCION 26. Movimiento ondulatorio en los cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos.—Acústica; sonido; su producción y propagación, leyes de transmisión del sonido; reflexión. Pág.	80
LECCION 27. De la música; escala musical; acorde; unison.—Vibración de cuerdas.—Vibración de placas.—Órgano del oído, ídem de la voz. Pág.	83
LECCION 28. Idea general de los fluidos imponderables y particularmente del calórico; temperatura; modo de medirla.—Termómetros en general; construcción del de mercurio. Pág.	86
LECCION 29. Comparación de las escalas de los diferentes termómetros.—Termómetros de máxima y mínima.—Termóscopos.—Pirómetros. Pág.	91
LECCION 30. Dilatación de los cuerpos sólidos; coeficiente de dilatación; aplicaciones de la dilatación de los sólidos.—Dilatación de los cuerpos líquidos; su coeficiente de dilatación.—Dilatación de los cuerpos gaseosos; máximo de densidad de los cuerpos. Pág.	94
LECCION 31. Cambio de estado de los cuerpos; fu-	

sion.—Solidificacion; mezclas frigorificas.—Evaporacion; vapores en el vacio; caractéres diferenciales entre los vapores y los gases. Pág.	97
LECCION 32. Tension máxima de los vapores.—Mezcla de los vapores y de los gases; calórico latente de vaporizacion.—Evaporizacion espontánea. Pág.. . .	103
LECCION 33. Ebullicion; sus leyes.—Circunstancias que influyen en la temperatura de la ebullicion.—Estado esferoidal.—Liquefaccion de los vapores y gases. Pág.	104
LECCION 34. Máquinas de vapor; máquina fundamental de Papin.—Máquina de Caweley y Newocomen.—Perfeccionamientos introducidos por Watt.—Descripcion de la máquina de doble efecto de este fisico.—Clasificacion de las máquinas de vapor. Pág.	108
LECCION 35. Calderas de las máquinas de vapor; aparatos de seguridad que deben llevar; causas mas frecuentes de la explosion de las calderas.—Locomotoras. Pag.	112
LECCION 36. Capacidad calórica de los cuerpos; métodos que se emplean para determinarla.—Dinámica del calor; conductibilidad de los sólidos.—Conductibilidad de los líquidos.—Idem de los gases; aplicaciones. Pág.	115
LECCION 37. Calor radiante; propagacion; velocidad.—Reflexion del calórico; facultad radiante, reflectante y absorbente de los cuerpos.—Trasmision del calórico radiante. Pág.	119
LECCION 38. Principales origenes del calor; calor solar; calor terrestre; calor originado por las acciones mecánicas: idem por las acciones químicas; calor vital; aplicaciones del calor.	123
LECCION 39. Óptica; hipotesis sobre la naturaleza de la luz.—Cuerpos luminosos, diáfanos, traslucientes y opacos.—Trasmision de la luz; velocidad; intensidad.—Sombra y penumbra; fotómetros. Pág. . .	129
LECCION 40. Catóptrica; leyes de la reflexion de la luz.—Reflexion en los espejos planos; multiplica-	

cion de las imágenes en los espejos que forman ángulos; reflexion irregular. Pág.	132
LECCION 41. Reflexion en las superficies curvas; reflexion en los espejos cóncavos; formacion de las imágenes en los mismos.—Reflexion en los espejos convexos; formacion de las imágenes en los mismos.—Espejos cilindricos y cónicos. Pág.	135
LECCION 42. Dióptica; refraccion de la luz; sus leyes; indice de refraccion; reflexion total; espejismo.—Prismas. Pág.	138
LECCION 43. Lentes; su division.—Refraccion en las lentes convexas; aplicaciones.—Refraccion en las lentes cóncavas. Pág.	151
LECCION 44. Descomposicion de la luz blanca; espectro solar; simplicidad y desigual refrangibilidad de los colores.—Recomposicion de la luz; colores complementarios; propiedades del espectro.—Aberracion de refrangibilidad; acromatismo. Pág.	143
LECCION 45. El órgano de la vision considerado como instrumento de óptica; defectos que presenta. Pág.	146
LECCION 46. Instrumentos de óptica; cámara oscura; aplicaciones.—Cámara lúcida, linterna mágica.—Microscopio solar; microscopio simple; microscopio compuesto. Pág.	149
LECCION 47. Telescopios; antejo astronómico y terrestre; antejo de Galileo.—Telescopios por reflexion.—Doble refraccion; interferencia; difraccion, polarizacion.—Origenes de la luz; aplicaciones de la luz. Pág.	153
LECCION 48. Magnetismo; imanes; partes que hay que considerar en ellos; acciones recíprocas que ejercen unos sobre otros; hipótesis para explicar estos fenómenos.—Imantacion por influencia; ley de las atracciones y repulsiones magnéticas Pág.	160
LECCION 49. Magnetismo terrestre; accion sobre los imanes; meridiano magnético; declinacion; variaciones que presenta; brújula de declinacion; sus aplicaciones.—Inclinacion magnética; sus variaciones;	

brújula de inclinacion; sistemas astáticos. Pág.	163
LECCION 50. Diferentes métodos de imantacion; por simple friccion; por contactos separados; por doble contacto; por la accion de la tierra; armaduras magnéticas. Pág.	166
LECCION 51. Electricidad; fenómenos fundamentales; fluido eléctrico.—Conductibilidad eléctrica; hipótesis de los dos fluidos eléctricos. Pág.	168
LECCION 52. Medida de las fuerzas eléctricas; distribucion de la electricidad; influencia de la forma de los cuerpos; pérdidas de la electricidad. Pág.	171
LECCION 53. Electricidad por influencia; chispa eléctrica.—Electróscopos.—Máquina eléctrica; su teoria. —Efectos producidos por la electricidad desenvuelta en las máquinas. Pág.	173
LECCION 54. Electricidad disimulada ó latente; condensadores; su teoria; descarga lenta é instantánea. —Cuadro fulminante; botella de Leyden; Baterias. —Efectos producidos por la descarga de la botella ó de las baterias eléctricas.—Electricidad desenvuelta por el calor y la presion. Pág.	178
LECCION 55. Galvanismo; teoria de Volta; pila de Volta; tension; polos; reóforos y corriente; diferentes formas de pilas.—Causas de la debilitacion de las corrientes en las pilas de un líquido. Pág.	182
LECCION 56. Pilas de corriente constante.—Efectos de la electricidad dinámica. Pág.	125
LECCION 57. Electro-química; descomposicion de los óxidos metálicos, descomposicion de las sales; aplicaciones electro-químicas. Pág.	188
LECCION 58. Electro-magnetismo; efectos magnéticos de la pila; galvanómetros.—Acciones de las corrientes sobre los imanes y de estos sobre aquellas. Pág.	191
LECCION 59. Electro-dinámica, denominacion de las corrientes; leyes de la accion de las corrientes; solenoides. Pág.	193
LECCION 60. Imantacion por las corrientes; electro-imanés.—Principio fundamental de la telegrafia eléc-	

trica; diferentes especies de telégrafos eléctricos. Página.	196
LECCION 61. Corrientes termo-eléctricas; causas que la determinan y aplicaciones.—Fenómenos de induccion; efectos producidos por las corrientes inducidas; aparatos de induccion. Pág..	200

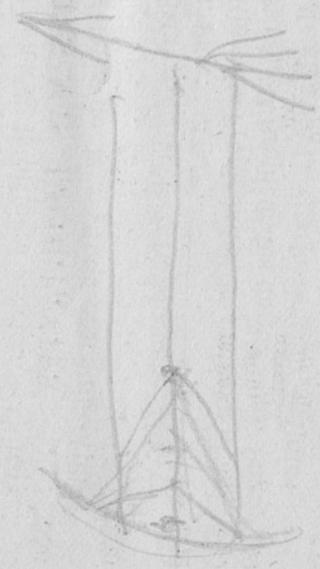
APÉNDICE Á LA ELECTRICIDAD.

Luz eléctrica. Pág.	209
Galvanoplastia. Pág..	212
LECCION 62. Meteorologia.—Definicion de esta ciencia.—Sus fundamentos.—Utilidad y aplicaciones.—Estado actual en España.—Aparatos necesarios para recoger las observaciones meteorológicas.—Division de su estudio. Pág.	228
LECCION 63. De la atmósfera.—Su constitucion, bien sea considerada física, mecánica ó químicamente.—Composicion del aire atmosférico.—Limite de la atmósfera y su peso.—Fenómenos barométricos.—Alturas medias.—Variaciones horarias y accidentales. Pág.	227
LECCION 64. Distribucion de la temperatura en la superficie del globo.—Temperatura del aire sobre la superficie de la tierra.—Temperatura media de los dias, meses y años.—Lineas isotermas.—Zonas climatológicas.—Temperatura de las diferentes capas de la atmósfera y ley que sigue á medida que estos se separan de la superficie de la tierra.—Limite de las nieves perpétuas.—Temperatura á diferentes profundidades en el interior de la tierra.—Temperatura de las fuentes, lagos y rios.—Temperatura de los mares y formacion del hielo en las regiones polares. Página.	235
LECCION 65. Vientos.—Su clasificacion.—Direccion y velocidad de los vientos.—Causas de su produccion.	

—Vientos regulares.—Brisas de tierra y brisas de mar.—Monzones.—Aliseos.—Vientos irregulares.—Caractéres físicos de los vientos.—Huracanes.—Trombas. Pág.	255
LECCION 66. De los meteoros acuosos.—Estudio higrométrico del aire.—Medios de medirle.—Higrómetros mas generalmente usados —Rocio. Nubes.—Nieblas.—Lluvia.—Nieve.—Granizo. Pág.	263
LECCION 67. Electricidad atmosférica.—Su analogía ó semejanza con la desarrollada por las máquinas.—Esperiencias de Franklin y Dalibard.—Causas de su produccion.—Relámpago.—Trueno.—Rayo y sus efectos.—Para-rayos.—Auroras boreales. Pág.	277
LECCION 68. Fenómenos meteorológicos que dependen de la descomposicion de los rayos luminosos. Página.	293
LECCION 69. Definicion de la Química.—Átomos.—Moléculas.—Cohesion.—Afinidad, causas que modifican estas fuerzas.—Cristalizacion: Isomorfismo: Dimorfismo: Alotropia: Isomeria: Análisis y Sintesis. Página.	299
LECCION 70. Nomenclatura química: cuerpos simples: cuerpos compuestos: ácidos, óxidos, compuestos neutros, sales y aleaciones.—Fórmulas químicas. Página.	303
LECCION 71. Ley de las proporciones definidas: ley de las proporciones múltiples: equivalentes químicos: métodos para determinarles: aplicaciones. Pág.	309
LECCION 72. Teoria atomística: Causas que modifican la fuerza de afinidad.—Teoria electro-química. Pág.	313
LECCION 73. Oxígeno: propiedades y preparacion. Pág.	317
LECCION 74. Hidrógeno.—Agua. Pág.	319
LECCION 75. Nitrógeno.—Aire atmosférico. Pág.	322
LECCION 76. Compuestos que forma el nitrógeno con el oxígeno.—Compuesto con el hidrógeno. Pág.	325
LECCION 77. Azufre; compuestos del azufre con el oxígeno; compuestos con el hidrógeno. Pág.	328
LECCION 78. Fósforo; ácido fosfórico.—Compuestos	

con el hidrógeno. Pág.	332
LECCION 79. Cloro: ácido clorhídrico. Pág.	335
LECCION 80. Bromo.—Yodo.—Fluor. Pág.	338
LECCION 81. Carbono: combinaciones que forma con el oxígeno —Combinaciones con el hidrógeno. Pág.	341
LECCION 82. Generalidades de los metales.—Alea- ciones y óxidos metálicos. Pág.	345
LECCION 83. Generalidades de las sales. Pág.	349
LECCION 84. Clasificación de los metales. Pág.	353
LECCION 85. Metales de la primera sección.—Aplica- ciones. Pág.	356
LECCION 85. Metales de la segunda sección.—Appli- caciones. Pág.	360
LECCION 87. Metales de la tercera sección.—Zinc.— Aplicaciones. Pág.	362
LECCION 88. Hierro.—Propiedades de sus sales. Pág.	365
LECCION 89. Estaño.—Propiedades de sus sales. Pág.	369
LECCION 90. Metales de la cuarta sección.—Aplica- ciones. Pág.	372
LECCION 91. Cobres.—Propiedades de sus sales. Pág.	374
LECCION 92. Plomo.—Propiedades de sus sales. Pág.	379
LECCION 93. Metales de la quinta sección. Pág.	379
LECCION 94. Metales de la sexta sección. Plata. Pág.	382
LECCION 95. Oro.—Propiedades. Pág.	385
LECCION 96. Platino. Propiedades de sus sales. Pág.	387
Química aplicada.—Aleaciones. Pág.	391
Lozas y porcelanas. Pág.	404
Fabricaciones especiales. Jabón. Pág.	407
Tintas. Pág.	400
Almidones. Pág.	411
Tintorería. Pág.	414
Vidrios. Pág.	417
Barnices. Pág.	421

FIN DEL ÍNDICE.

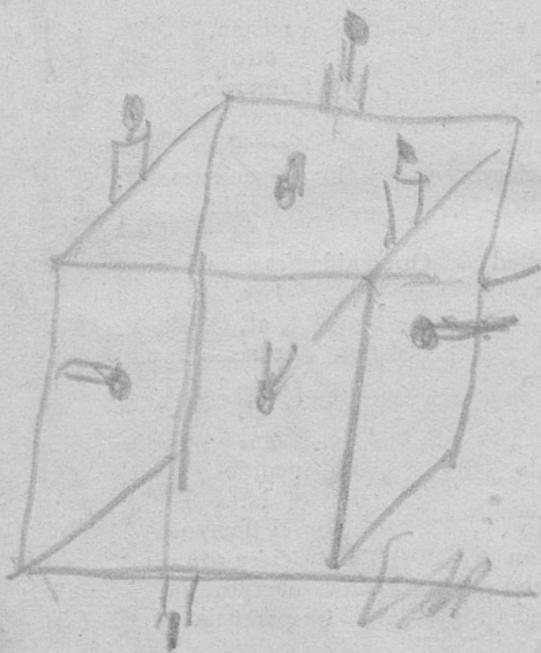


ERRATAS MAS IMPORTANTES.



Página.	Linea.	Dice.	Debe decir.
13	26	misme	misma.
16	9	otra	otro.
19	10	formado	formando.
19	12	formando	formado.
21	22	en aquel	aquel.
26	10	investigacianes	investigaciones.
43	14	dividir	dividirle.
49	24	Las	Los
60	22	Otra mitad	Otra unidad es el real de agua.
74	2	Las	Les.
91	10	el	al.
96	24	una	casi.
96	25	elasica	elástica.
97	24	un	el.
98	1	el	en.
117	10	perdido	pedido.
128	23	le	la.
148	18	El ojo	Por el tiempo.
154	4	estas son	esta clase son.
154	14	fenómeno	cuerpo.
157	17	trasferencia	trasparencia.
159	3	caya	colza.
159	9	se	le.
159	14	Argana	Argand.
159	14	Giradara	Girard.
159	26	silla	hulla.
177	31	repetido	repelido.
178	1	velocidad	electricidad.
190	19	madios	medios.
210	12	de	de.

213	26	plastosa	pastosa.
248	2	las causas	las causas citadas.
254	30	ciento	viento.
293	8	procedentes	precedentes.
294	11	que	por.
304	8	Los	Lo
310	25	par	por.
312	10	oposiciones	operaciones.
313	1. ^a	de	da.
330	17	sulfuroso	sulfuroso.
338	25	Curtosi	Curtois.
338	25	blanco	blando.
361	4	tos	los.
361	9	licer	licor.
384	27	denominacion	denomnacio.
401	27	metaels	metales.



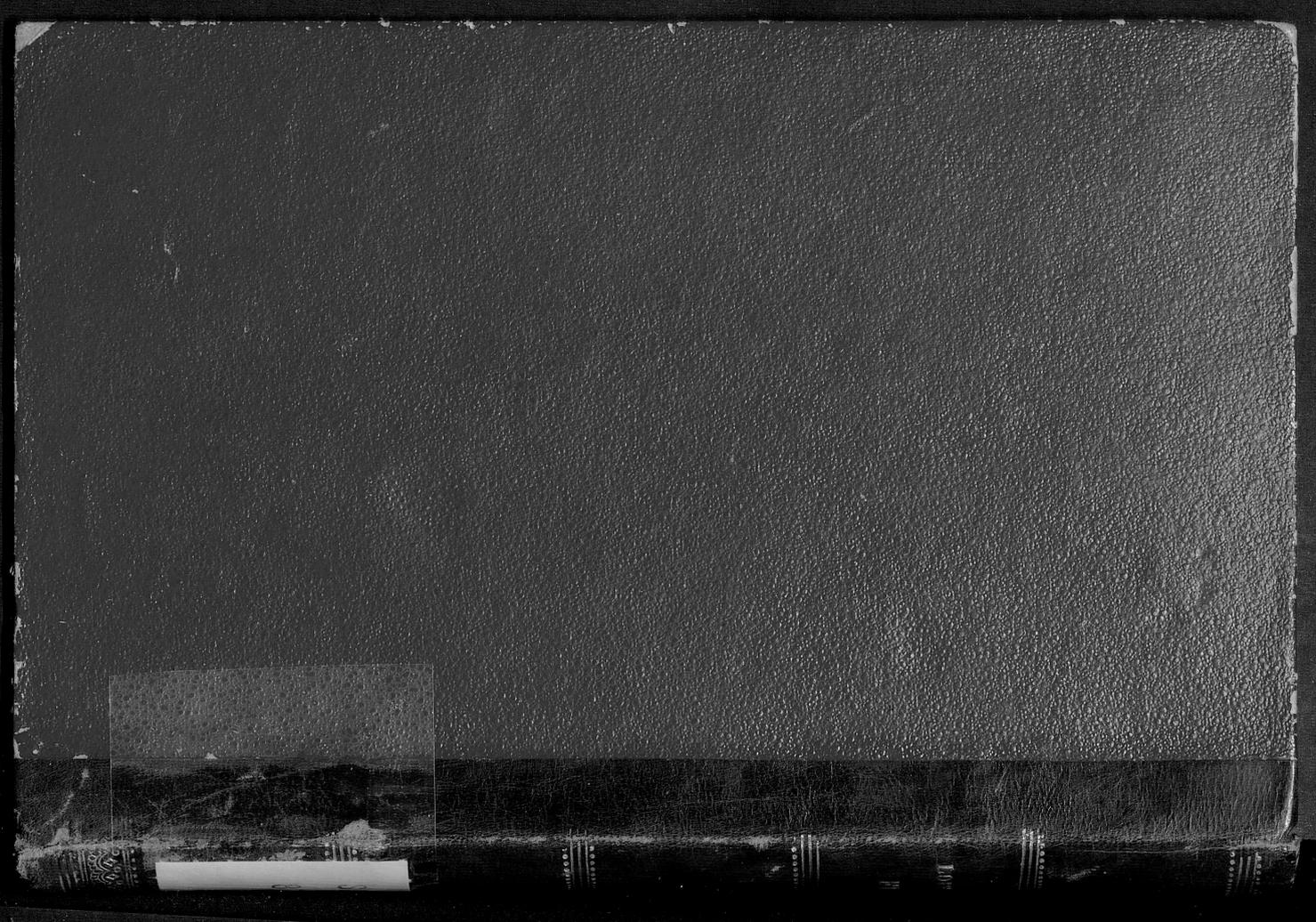


SL 873

60694



10000072734



LOPEZ GOMEZ.

FISICA

SL

873