# PROGRAMA
## DE UN CURSO ELEMENTAL
# DE FISICA
## Y
# NOCIONES DE QUÍMICA,
## SEGUIDO DE
## PRINCIPIOS GENERALES
## DE
# METEOROLOGÍA,

ESCRITO POR
D. FRANCISCO LOPEZ GOMEZ,
DOCTOR EN LA FACULTAD DE CIENCIAS
Y CATEDRÁTICO DE LAS MISMAS ASIGNATURAS
EN EL INSTITUTO DE VALLADOLID.

---

VALLADOLID.
Imp. y Librería Nacional y Extrangera de Hijos de Rodriguez.
LIBREROS DE LA UNIVERSIDAD Y DEL INSTITUTO.

1877.

## PRÓLOGO DE LAS PRIMERAS EDICIONES.

*Al escribir el presente programa, me he propuesto dos objetos; uno, hacer que mis discípulos puedan consultar un libro donde encuentren reunidos los resúmenes de mis lecciones, tales como las oyen en la cátedra que está á mi cargo; otro, facilitarles la inteligencia del autor señalado para testo, el cual por ser demasiado filosófico ofrece alguna dificultad á los alumnos que por primera vez le estudian.*

*Sin pretensiones de ninguna clase, precisado á enseñar las asignaturas de Física y Química, de una manera puramente elemental, he creido conveniente escribir el programa de mis lecciones, reasumiéndolas sucintamente, proporcianando de este modo á mis alumnos un estracto exento de los inconvenientes que tienen las anotaciones hechas en la cátedra, que varían y desfiguran los hechos, á veces hasta convertirles en absurdos.*

*Por otra parte, como recuerdo y preparacion para los exámenes y grados, podrá prestarles al-*

*guna utilidad, toda vez que en poco tiempo recordarán fácilmente lo mas interesante de dos asignaturas tan necesarias, adquiriendo sin gran trabajo, una nocion exacta de las principales verdades físicas y químicas que deben conocer.*

*En esta segunda edicion he corregido algunos errores notables cometidos en la primera, he aumentado en la química el estudio de algunos metales importantes, intercalando en el texto los grabados que representan aquellos aparatos ó máquinas mas notables por su aplicacion é importancia.*

*Agotadas las dos primeras ediciones y deseoso de corresponder al aprecio que han merecido á los Sres. Profesores y alumnos de las asignaturas de Física y Química, he aumentado esta tercera edicion con nuevos grabados esmeradamente ejecutados y numerosas notas que servirán para la mejor inteligencia de algunas definiciones ó tratados, conservando, sin embargo, la primitiva sencillez y claridad, para que, en reducido volúmen, puedan los alumnos conservar las ideas principales de estas ciencias.*

## LECCION 1.ª

### NOCCIONES PRELIMINARES,

SUMARIO.

**Definición de la Física.—Materia, cuerpo.—Atomos 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 razon 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.

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 accion 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 atraccion, la segunda la afinidad.

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

Materia es todo lo que afecta ó puede afectar á nuestros sentidos; cuerpo, es todo lo que es extenso 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 solidéz, 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 esta adquiere una estremada division, por lo que no puede incluírsela en ninguna de las tres clases

precedentes 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 caractéres 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, etcétera, no tienen ninguna dureza; en circunstancias ordinarias no tienen forma estable y se amoldan siempre á la 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 escepcion 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 varían tambien su volúmen, porque llenan toda clase de capacidades grandes ó chicas.

Un hecho cualquiera es un fenómeno, así la caida de un cuerpo, la produccion 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.

En el estudio de la física deben emplearse todos los métodos que puedan conducirnos á investígar la causa ó orígen de los fenómenos, el método analítico, el sintético, la observacion, ó sea el examen 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 esperiencia, 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 convienen 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 su-

ponerse á los cuerpos impenetrables sino 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 líquido; 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 principío consiste en notar que todos disminuyen indefinidamente de volúmen cuando se los somete á presiones crecientes; es necesario por consecuencia que entre los átomos existan espacios entre los cuales puedan moverse estos. Se distingue 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.

La compresibilidad es la propiedad que presentan 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 líquidos y muy grande en todos los gases.

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 despues así 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.

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 relacion física es limitada; sin embargo las partículas de los cuerpos pueden llegar á un grado de tenuidad increible; las sustancias olorosas y tintóreas pueden servir como ejemplo de la estrema 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.

## 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 línea 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 detencion rápida de un cuerpo en movimiento, etc., dan orígen á fenómenos que observamos con mucha frecuencia y cuya causa principal es la inercia.

Gravedad; se da en general el nombre de atraccion á la tendencia mútua que tienen los

cuerpos de aproximarse unos á otros. La atraccion 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 atraccion entre 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 atraccion se ejerce de una manera muy débil cuando están separados por intérvalos visibles; pero si se tocan entre sí por superficies de alguna extension la atraccion puede ser muy enérgica. La atraccíon ejercida entre los cuerpos separados 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 da el nombre de cuerpos ponderables 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 ejercería 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 aqui se deducen las dos consecuencias 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 diréccion 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.

La gravedad obra en cada una de las moléculas 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 otro 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.º sobre 0; para los gases es el aire. La densidad está en razon inversa del volúmen y directa de la masa y puede 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.—Mecànica, su definicion y division.—Fuerzas, su division; modo de medirlas.—Diferentes modos de actuar las fuerzas.**

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 ciencía 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 mo-

dificarle: en una fuerza hay que considerar su direccion, su intensidad y el punto del cuerpo á que se encuentra aplicada; 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 estremo de ella: una fuerza es instantánea cuando obra solo en el instante de su aplicacion; es contínua 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 concurran 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 kilógramo; 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 fuerza necesaria para elevar un kilógramo de peso á un metro de altura en un segundo de tiempo; el caballo de vapor que equi-

vale á 75 kilográmetros, y la gran unidad dinámica que se compone de 1.000 kilográmetros.

Las fuerzas pueden actuar de muchas maneras 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 en una misma direccion es igual á su suma. 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 resultantes 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 formado 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 per-

manece 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.**

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; asi una esfera, un cilindro y un rectángulo, 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 situa 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 línea 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, varía segun sus diferentes posiciones ó actitudes;

cuando está de pié y en posicion vertical, se encuentra aquel punto en un plano de simetría ó plano medio que divide al cuerpo en dos partes iguales y en una línea que corta á este plano en un punto situado muy cerca del nivel de la última vértebra dorsal.

Siempre que una fuerza cualquiera contraresta la accion de la gravedad impidiendo que el centro de ella descienda bien sea vertical ú oblícuamente, 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.

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 maquina 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 teoría 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 maqui-

nas 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 maquina 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 várias maneras; pero la division mas sencilla es la que estriba en la naturaleza del apoyo: así 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 generos 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 2.º género es la que tiene la resistencia entre el apoyo y la potencia, ejemplo los fuelles, las carretillas para llevar

tierra. Es de 3.º la que tiene la potencia entre el apoyo y la resistencia, como las pinzas, tenazas de chimenea y los dedos de la mano.

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

La balanza es un aparato destinado 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 sostíene en sus estremos 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 si no tiene las condiciones siguientes:

1.ª Los dos brazos de la cruz deben ser rigorosamente iguales en longitud y peso. 2.ª La longitud de los brazos de la cruz debe ser invariable durante las oscilaciones de la balanza. 3.ª Estan-

do 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 explica fácilmente comparando y refiriendo las fijas á las palancas de primer género, y las movibles á las palancas 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 polipastros ó sistemas de poleas.

Torno es una máquina simple que sirve para elevar los cuerpos pesados á una altura determi-

nada: 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 cojinetes fijos; el cilindro por lo tanto puede girar al rededor 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 además 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 trasmitir el movimiento de rotacion de un árbol á otro como las cuerdas sin fin.

## 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.º y menor de 90.º Un cuerpo que descendiese libremente por el aire seguiria la direccion de la vertical, pero si colocamos debajo de él un plano inclicado, 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 ejercerse integra 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 es un plano inclinado que se pone en movimiento para separar las moléculas de un cuerpo; en ella hay que considerar tres cosas que son: cabeza, lados y corte de la cuña; la potencia se aplica á la cabeza que trasmite la accion á los lados, pudiendo ejercerse dos acciones, ó la de cortar y dividir el cuerpo en todos los instantes del movimiento, ó la de cortar primero y rasgar despues. Sus aplicaciones segun esto son: la construccion de todos los instrumentos cortantes y punzantes; sirve para producir enérgicas presiones y en ese principio se funda la construccion de las prensas flamencas para la estraccion del aceite.

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 este 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.

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 posicion de la cuerda es vertical y su tension igual al peso del cuerpo que la tiende; mas si la cadena está sujeta por los dos 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 suspension son mas difíciles de determinar, aunque fáciles de comprender.

## LECCION 9.ª

### SUMARIO.

**Dinàmica.—Movimiento absoluto y relativo de los cuerpos.—Direccion y velocidad.—Clasificacion del movimiento.—Leyes de la caida de los cuerpos; máquina de Atwood.**

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 posicion en el espacio; este estado es el que constituye el movimiento, que puede ser absoluto y relativo; todos los cuerpos se mueven unos con relacion á los otros, y aunque en

la apariencia existen algunos que nos parecen quietos se mueven sin embargo con relacion á otros.

En el movimiento hay que considerar su direccion 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 variado: 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 2.º y dos en el 3.º

Se mide la velocidad de un cuerpo por el espacio que recorre uniformemente durante la unidad de tiempo, por ejemplo, un segundo; segun 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 espresa 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 accion casi instantánea de una fuerza, y que otra fuerza viene un momento despues á solicitarle de nuevo durante un tiempo muy corto 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 la velocidad será $gt$.

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 si 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 moviendose por la velocidad adquirida, recorriendo uniformemente un espacio doble que el recorrido anteriormente con la velocidad acelerada. Estas leyes se comprueban esperimentalmente por medio de la máquina Atwood. 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 movible, 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 10 gramos y colocamos en uno de ellos un gramo mas, este tendrá que poner en movimiento los dos cuerpos de 10 gramos cada uno, mas él mismo, por lo tanto la velocidad será 21 veces menor. El aparato lleva tambien un péndulo de segundos destinado á apreciar el tiempo y una regla dividida en centímetros y milímetros á lo largo de la cual desciende uno de los cuerpos y sirve para medir los espacios y estos se aprecian por medio de topes metálicos movibles á lo largo de la regla. De las leyes espuestas se deduce que la velocidad adquirida por un cuerpo al fin de la caida es doble del espacio recorrido; esta cantidad que se representa en las fórmulas con la le-

tra *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*.

## LECCION 10.

### Sumario.

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

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 consi-

derarse como instantánea y la de la gravedad que es contínua.

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 al rededor de un centro una curva cerrada como la circunferencia, en cuyo caso es preciso que la fuerza que tiende á dirigirle á un punto en el espacio sea constante, por que 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 1.ª tiende á separar al cuerpo del centro del movimiento y la 2.ª 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 construccion 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 estremos y que tiene pendiente del otro estremo 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 al rededor 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 ordinariariamente 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, $\pi$ 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 dis-

tantes por el contrario oscilarán con mayor lentitud. Por efecto de su union recíproca 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 pendulo 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 representado 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 las intensidades 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 si los arcos que recorre 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 y esperimentalmente.

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.**

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 presion 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 aumentando la presion. 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 accion 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 dividirlos 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 aun que tambien sabemos que entre los sólidos no los hay perfectamente elásticos, hay algunos como el marfil que poseen una elasticidad de primer órden y que dan resultados muy poco distintos de los que darian teniendo completa esta propiedad. El choque se divide en central y escéntrico, segun se verifica en la direccion de una linea que une los centros de iner-

cia de los cuerpos ó en otra direccion 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. 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.

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

La Hidrostática es la parte de la mecánica que tiene por objeto el estudio de las condiciones del

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.

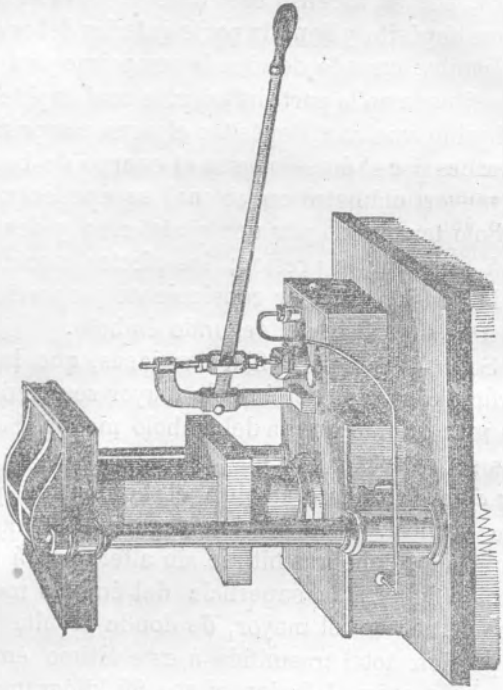
El principio de igualdad de presion ó principio de Pascal se enuncia diciendo: «Que los líquidos trasmiten igualmente en todos sentidos las presiones ejercidas en un punto cualquiera de su masa.»

Este principio se admite generalmente como una consecuencia de la constitucion especial de los líquidos.

El principio de igualdad de presion ha recibido una aplicacion importantísima en la construccion 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 mas pequeño hay un émbolo que se mueve por una pa-

lanca, 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 inferior, 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 trasmitir la presion; los efectos mecánicos de la presion son por consiguiente proporcionales á la superficie del segundo émbolo.

Supongamos para fijar las ideas, que la superficie ó seccion del émbolo mayor sea cien veces mas grande que la del èmbolo menor. Situemos sobre este último un peso de 20 kilógramos, por ejemplo; ejercerá sobre el líquido una presion vertical. Esta presion segun el principio enunciado, debe trasmitirse sin alteracion á toda porcion igual á la superficie del émbolo menor considerada en el mayor, de donde resulta que la presion total trasmitida á este último émbolo debe ser igual á cien veces 20 kilógramos ó á 2.000 kilógramos.



Prensa Hidráulica.

La prensa hidráulica se emplea para prensar los paños, estraer 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.—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.**

Para que un líquido esté en equilibrio en un vaso es necesario: 1.º Que su superficie en cada punto sea perpendicular á la direccion de la reresultante de las fuerzas que solicitan las moléculas del líquido. 2.º Que cada una de las moléculas que le constituyen sufra presiones iguales y contrarias en todas direcciones.

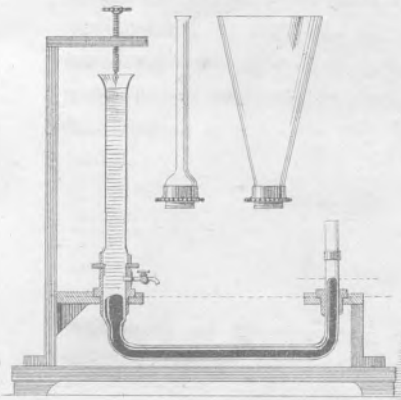
Cuando en un mismo vaso se hallan contenidos líquidos de naturaleza diferente, se colocan en el órden de sus densidades y las superficies de separacion son horizontales.

La presion que se ejerce por un líquido en el fondo del vaso que le contiene, es igual al peso de una columna de líquido 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 va-

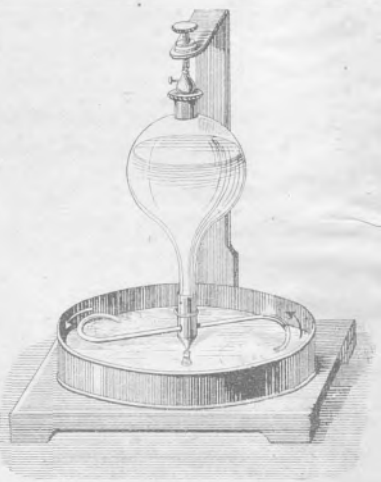
rios aparatos, entre los cuales el mas sencillo es el de Haldat. Se compone de un tubo de vidrio encorvado en ángulos rectos, en el cual se coloca mercurio; á uno de sus estremos se atornillan vasos de diferentes formas y capacidades pero que todos tienen el mismo fondo y la altura del líquido puede llegar hasta un índice, y echando agua en ellos se observa que el mercurio en la otra rama asciende siempre á la misma altura.

Los 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 líquido. La presion lateral que ejercen los líquidos, es igual al peso de una columna líquida cuya base sea la pared considerada y cuya altura sea la distancia desde el centro de gravedad de esta pared hasta la superficie de nivel del líquido.

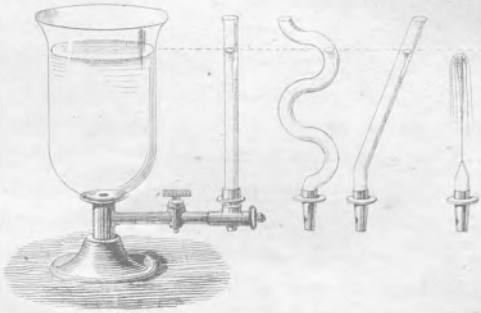
Dos casos pueden ocurrir en el equilibrio de los líquidos situados en vasos que comuniquen entre sí. 1.º Que sea un solo líquido; 2.º que sean dos diferentes. En el primer caso, es necesario, para que haya equilibrio, que los niveles del líquido en los dos vasos estén en un mismo plano horizontal. En el segundo ó sea cuando en vasos comunicantes se introducen líquidos de densidades diferentes las alturas de estos líquidos por



Aparato de Haldat.



Molinete hidráulico.



Aparato de tubos comunicantes.

Litª F. Lacan, Vallid.

encima de la superficie comun de separacion 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.

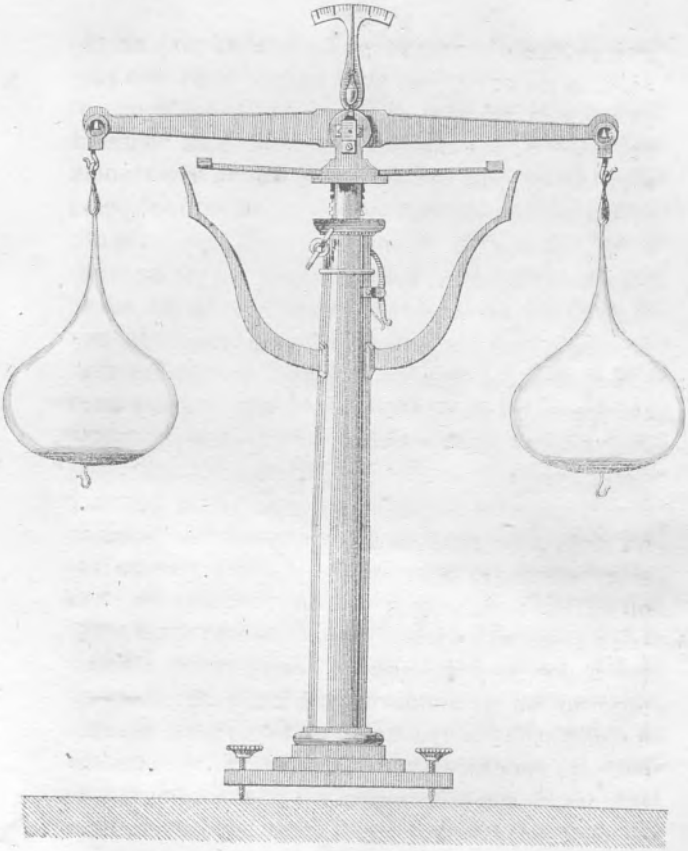
**Principio de Arquimedes, demostracion esperimental.—Equilibrio de los cuerpos flotantes, metacentro.**

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 un volúmen igual al suyo y pierde de su peso tanto como pesa el volúmen líquido desalojado.» Para demostrarle esperimentalmente se hace uso de un cilindro de metal hueco, cuya capacidad interior es igual al volúmen de un cilindro macizo, este 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; (*) esta balanza no difiere de las ordinarias sino en que tiene una rueda dentada y un torno dispuestos 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 sumerje el cilindro macizo en el agua destilada, con lo que se alterará el equilibrio y para establecerle 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 amenudo; 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 sobre 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 dias suben á la superficie porque la pu-

---

(*) La balanza hidrostática fué inventada por Galileo, quien demostró el principio de Archímedes no solo esperimental sino tambien analíticamente.



Balanza hidrostática.

Litª F. Lacan, Valldª

trefaccion 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 aplicado 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 volúmen 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 presion 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 situacion del centro de presion 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 presion, en cuyo caso el equilibrio será estable; 3.º el centro de gravedad sobre el centro de de presion 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 presion ó centro de gravedad del agua desalojada por aquellos.

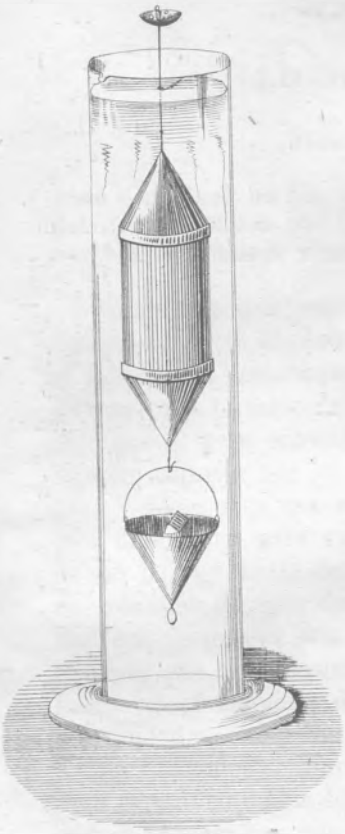
## LECCION 16.

### SUMARIO.

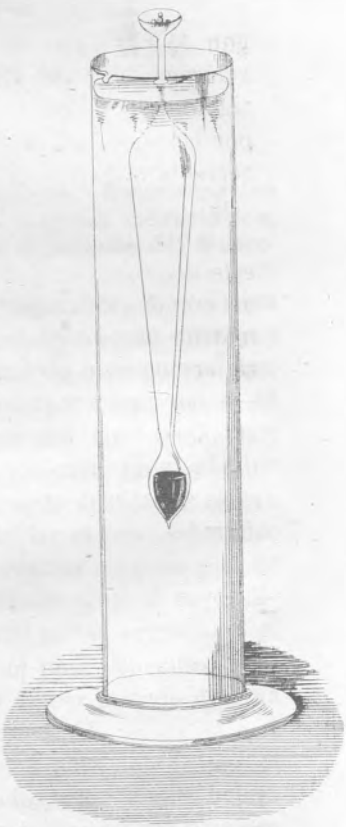
**Peso específico de los cuerpos.—Determinacion del de los sólidos por la balanza hidrostatica, por los areómetros y por el método del frasco.**

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 mas 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 esperimenta es se-



Areómetro de Nicholson.



Areómetro de Fahrenheit.

Litª. F. Lacau, Vallid.

gun el principio de Arquímedes el peso de un volúmen de agua igual al del cuerpo; por consiguiente dividiendo el peso del cuerpo en el aire por la pérdida que esperimentó 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. En seguida se sumerje 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 específico 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 por que 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.

*Pesos específicos de algunos cuerpos sólidos.*

| | |
|---|---|
| Acero. . . . . | 7,81 |
| Plata fundida. . . . . | 10,47 |
| Yeso. . . . . | 2,31 |
| Coral.. . . . . | 2,68 |
| Cristal de rocal. . . . . | 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 idem. . . . . | 21,15 |
| Plomo. . . . . | 11,35 |
| Zinc. . . . , . . . . . | 6,86 |
| Encina. . . . . | 0,85 |

## LECCION 17.

### SUMARIO.

**Pesos específicos de los líquidos.—Areómetros de de volùmen variable.**

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 sumerjido 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 2.º se obtiene el peso específico.

Los areómetros de volúmen variable y peso constante se designan bajo el nombre de pesa-sales, pesa-ácidos, pesa-licores y no están destinados á determinar el peso específico de los líquidos, sino 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 por el nombre de alcoómetro centesimal se emplea para determinar el volúmen del alcoól real que contiene un líquido espirituoso.

Para que puedan compararse entre sí 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 varia segun se destine á cuerpos mas densos que el agua ó á cuerpos menos densos; en el primer caso el 0º se encuentra en la estremidad superior del tubo y representa la inmersion en el agua pura; el otro punto de la escala es 15º y representa el enrase en una mezcla de agua y sal en la proporcion de 15 %. Para los líquidos menos densos que el agua el 0º está en la raiz del tubo estrecho y el estremo superior de la escala se marca con el número 10º que representa 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 mas frágil y embarazoso en su manejo.

*Pesos específicos de algunos líquidos.*

| | |
|---|---|
| Acido nítrico. . . . . | 1,247 |
| Acido sulfúrico. . . . . | 1,841 |
| Alcool absoluto. . . . . | 0,806 |
| Agua de mar. . . . . | 1,026 |
| Agua destilada. . . . . | 1,000 |
| Esencia de trementina. . . | 0,870 |

| | |
|---|---|
| Acéite de olivo. . . . . | 0,913 |
| Leche. . . . . | 1,030 |
| Mercurio. . . . . | 13,598. |

## LECCION 18.

### Sumario.

**Hidrodinàmica, Ley de Torricelli.—Presion hidràulica, vena liquida, 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 adquiriria 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 líquido tiene sobre el orificio, por que la presion es mayor cuanto mas líquido haya que comprimir.

A la presion anterior que los líquidos ejercen cuando están en movimiento, se la llama presion hidráulica. El líquido 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 cilíndricas.

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 medida es el real de agua que es la cantidad que sale por un 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 le 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 esperimental.—Presion atmosférica.**

El aire es un cuerpo pesado que ejerce como los líquidos presiones en todos sentidos; como los gases, goza tambien de una propiedad que no corresponde á los líquidos, y que es debida á la fuerza repulsiva de sus moléculas; esta propiedad es su espansabilidad, su fuerza elástica ó su tension. Se demuestra esperimentalmente 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 estraido.

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 presíon 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 lo 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 semiesferas 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 difícil, necesitándose un esfuerzo considerable.

## LECCION 20.

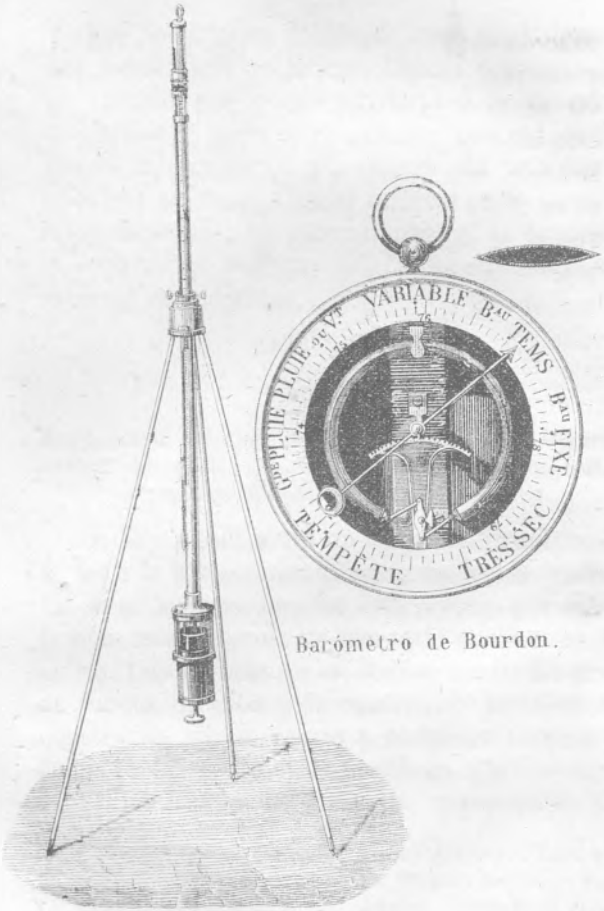
### SUMARIO.

**Barómetro.—Construccion del de cubeta.—Barómetro de sifon.—Modificaciones de forma.—Barómetros metàlicos.—Aplicaciones.**

Se llama barómetro un instrumento destinado á medir la presion atmosférica; en estos aparatos se mide generalmente esta presion 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; tambien se construyen sin mercurio y entonces forman el grupo de los barómetros metálicos. (*)

El barómetro de cubeta se compone de un

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




Barómetro de Bourdon.

Barómetro de Fortin.

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

La modificacion de Bunten 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 desdobla cuando se aumenta la presion contra las paredes interiores, y al contrario se cierra cuando se aumenta la presion esterior.

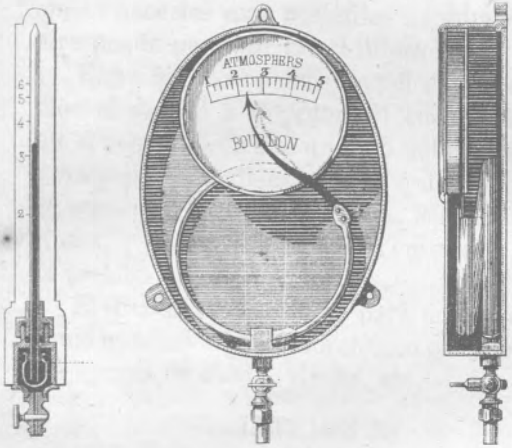
El barómetro se aplica para medir alturas, y como instrumento meteorológico para determinar las épocas de lluvia, viento, etc.

## LECCION 21.

### Sumario.

**Ley de Mariotte.—Manómetros.—Válvulas de seguridad.**

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




Manómetro
de aire comprimido.

Manómetro de Bourdon.

Litª Fco Lacau.

Esta ley se demuestra esperimentalmente para el aire por medio del tubo Mariotte cuyo aparato consiste en un tubo encorvado 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 así 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 estremos, 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 estremo 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 espansiva 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 plancha de segundo género con un contrapeso que se eleva cuando el vapor ejerce una presion superior á la que ejerce dicha palanca.

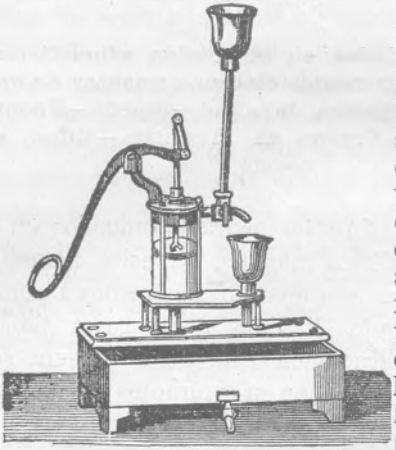
## LECCION 22.

### 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 teoria.**

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 cilíndrico hueco y de igual diámetro interior, dentro del cual puede moverse ajustando á frote fuerte un cilindro macizo ó perforado constituido generalmente 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 comuni-

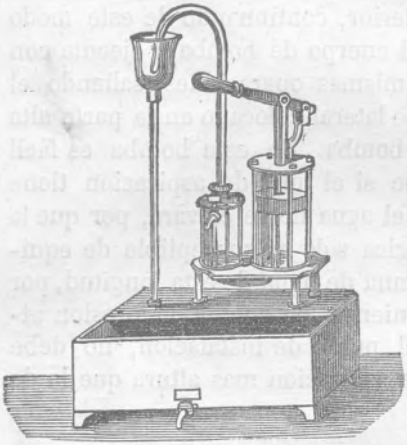
cacion dos espacios contiguos; pueden ser cónicas, esféricas y de charnela.



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 en seguida 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 esterior, 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, por que 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 impelente.

La bomba impelente se compóne de un cuerpo de bomba, dentro del cual se mueve un émbolo macizo 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 tipos de las citadas.

La pipeta es un aparato fundado en la presion que ejerce el aire de abajo 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 presion 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 aceite, vino ú otros.

La fuente intermitente y el frasco de Mariotte son aparatos fundados en el mismo principio que la pipeta; la primera esplica 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 presion igual, de modo que es un verdadero aparato de nivel constante.

El sifón es un aparato destinado á trasvasar los líquidos desde 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 succion 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 presion 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.

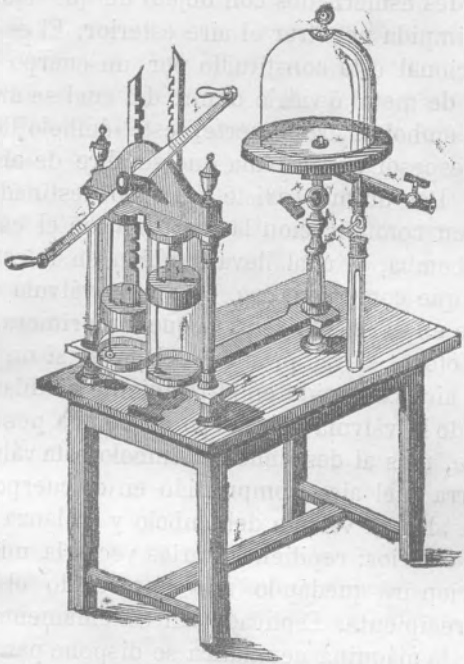
## LECCION 23.

### SUMARIO.

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

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

(*) Fué ideada por Otto de Gueric.



**Máquina Neumática.**

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 presion 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 ajuste bien é impida penetrar el aire esterior. El espacio adícional está constituido por 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 comunicacion la campana con el cuerpo de bomba, el cual lleva tambien 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 en el recipiente 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 esterior; repitiendo varias veces la misma operacion irá quedando mas enrarecido el aire en el recipiente. Esplicada tan sencillamente su teoría, la máquina neumática se dispone para las aplicaciones con dos cuerpos de bomba, cuyos émbolos tienen los tallos dentados y engranan con una rueda que les dá movimiento alternativo de elevacion y depresion con objeto de hacer el enrarecimiento continuado y no intermitente, además lleva una probeta ó barómetro truncado que sirve para conocer el grado de enrareci-

Fuente de compresion.

Fuente de Héron.

Lu.s Fr.co Lacau.

miento á que ha llegado el aire, y una llave que puede por su construccion interrumpir la comunicacion entre el esterior, 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, 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 presion producida de arriba para abajo; el efecto es enteramente contrario al de aquella, y por lo mismo un gas que penetre del esterior 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 cuanto mayor sea la cantidad de aire introducida en el aparato.

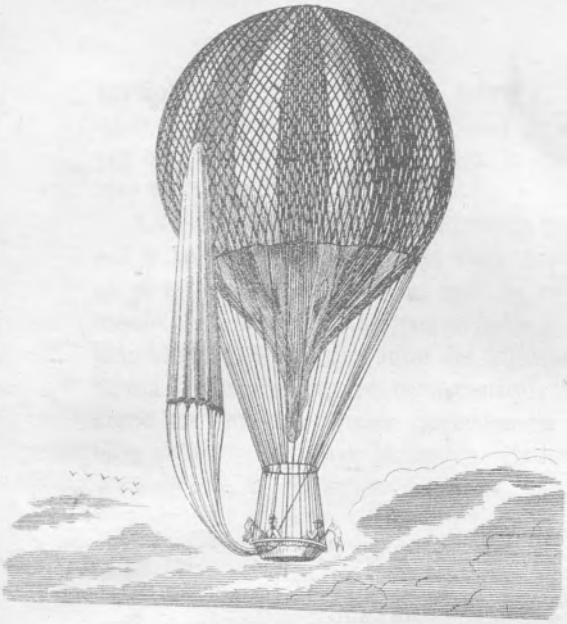
La fuente de Herón está formada por tres vasos y tres tubos; el agua del vaso superior cae en el inferior, hace pasar el aire de este al vaso medio preliminarmente lleno de agua y esta comprimida por el aire que sube del inferior salta en forma de surtidor por un tubo central. Tanto este como los demás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

## LECCION 24.

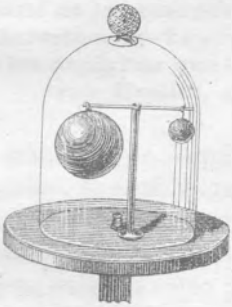
### SUMARIO.

**Equilibrio de los cuerpos sumergidos en los gases.—Aerostacion.—Leyes de la salida de los gases de los depósitos que los contienen.—Gasómetros: Fuelles, Anemómetros.**

El principio de Arquímides establecido para los liquidos, 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 con-



Globo aereostático.



Baroscopo.

Lit.ª P.co Lacau.

siste en una pequeña balanza que en vez de platillos lleva dos esferas, una hueca y otra maciza, 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, por que en la máquina sufren las dos la misma presion y no obedecen mas que á la gravedad, y en el aire la hueca perdia 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 desciende.

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 presion interior es mayor que la esterior, permanece como cerrado si ambas son iguales, y penetra el aire del esterior si este ejerce mas presion 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 contraccion de la vena.

Los gasómetros son aparatos destinados á producir una salida constante en los gases, su construccion es sencilla y se funda en el principio de poder ejercer una presion 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 segun se quiera que la salida sea intermitente ó contínua; y los segundos destinados á ventilar las minas y habitaciones á aventar los granos etc. La determinacion 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.

## LECCION 25.

### Sumario.

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

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

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

La cristalizacion es el resultado de una operacion por la cual las moléculas de los cuerpos líquidos ó aeriformes se aproxíman para dar orígen á un sólido regular llamado cristal. La cristalizacion artificial puede obtenerse por dos procederes 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 de cobre, etc., por el 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 orígen 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 insec-

tos 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 azucar, la madera y otros cuerpos elevan tambien los líquidos porque sus poros forman iguales tubos.

Las palabras endomosis 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 orígen á dichos fenómenos.

## LECCION 26.

### SUMARIO.

**Movimiento ondulatorio en los cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos.—Acùstica, sonido, su produccion 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 estremos, como cuando, se golpea una campana, ó cuando se separa una cuerda, tendida entre dos puntos fijos, de su posician 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 derredor se forman una série 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, sino en esferas regulares y concèntricas. Las ondulaciones pueden ser progresivas y estacionales y tambien longitudínales y trasversales.

La acústica es la ciencia que trata del sonido, de su produccion y propagacion. Sonido es el efecto producido por la vibracion regular de un cuerpo: y es producido generalmente por el movimiento de las moléculas de un cuerpo elástico cuando recobran su posicion primitiva despues

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 vibracion por el movimiento del cuerpo que produce el sonido, por lo tanto cuanto mas denso es el medio que le propaga tanto mayor es la intensidad de propagacion. 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

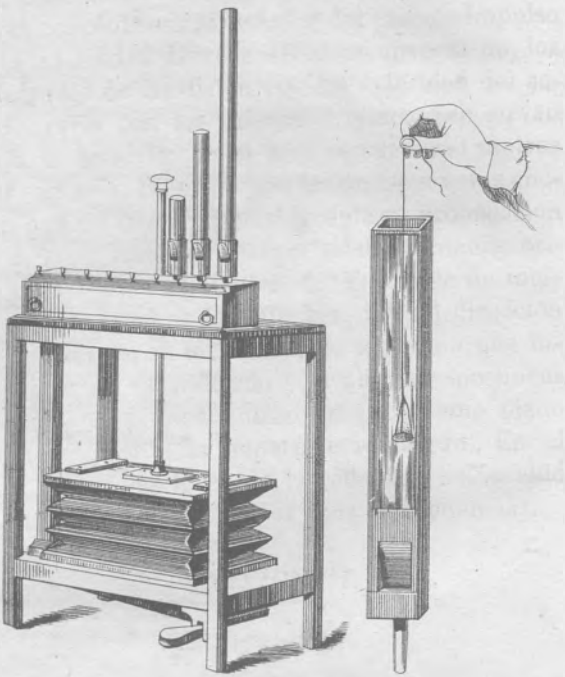
movimiento ondulatorio en el aire se forman esferas concéntricas al rededor del primer impulso y la intensidad decrece en razon inversa de los cuadrados de las distancias. La velocidad del sonido varia con los diferentes gases que sirven para trasmitirle; en el aire recorre 340 metros por segundo. Siempre que las ondas sonoras chocan con un cuerpo que intercepta su propagacion se reflejan como los cuerpos elásticos, dando orígen 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 refletante. 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 musical, 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, produ-



Tubos sonoros.

Litª de Pº Tacan.

ciendo una combinacion infinita y variada de sonidos armoniosos que forman un lenguage 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 intérvalos 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 estremos 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 estension superficial. Del mismo modo que en las cuerdas existen puntos nodales, que pueden variarse caprichosá é indefinidamente segun la naturaleza del cuerpo, la gravedad del sonido, el modo de producirle, etc.

El órgano del oido se compone en la parte esterior de una membrana llamada pabellon, y esta 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 oido 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 esta 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 cadena de huesecitos; dentro de la abertura redonda empieza el oido 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 sensacion.

La voz se produce por el aire que saliendo de los pulmones pasa á la laringe, la cual es el sitio de la produccion; la parte de la laringe en la que el sonido se produce son las cuerdas vocales, las cuales hacen el oficio de lengüetas vibrabantes 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.

**Calórico, hipótesis sobre su naturaleza.—Temperatura, modo de medirla. - Termómetros, construccion del termómetro de mercurio, comparacion de las escalas de los diferentes termómetros.—Termómetros de màxima y de mínima.— Termóscopos, Pirómetros.**

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

Tanto este flúido como lo 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 por esplicar los fenómenos del calórico, la que se llama de la emision y de las ondulaciones; la primera consiste en suponer un flúido material cuyas moléculas se hallan en un estado de repulsion, teniendo además este flúido 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 en los cuerpos, las cuales le trasmiten á las demás por las ondulaciones que producen en un flúido sutil y elástico llamado éter; esta última es la que mas aceptacion 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 sea dilataciones y contracciones: 2.º Cambios de estado ó sea paso del estado sólido al de líquido y de este al de gas y vive-versa: 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. (*)

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

Estos instrumentos reconocen por principio fundamental de construccion 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 construccion se pueden emplear líquidos de diferentes especies, pero se dá preferencía al mercurio, 1.º porque no moja los tubos, 2.º porque antes de la ebullicion 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, y 4.º porque las irregularidades en su dilatacion se compensan sensiblemente con las variaciones correspondientes al tubo de vidrio.

Para construir un termómetro es menester elegir un tubo capilar, recto y perfectamente cilíndrico, á fin de que cada division de las que en él se hagan tengan 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 ímposible 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 en seguida se sumerge la estremidad 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 presion 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 gradua 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 le tiene hasta qne el equilibrio de temperatura esté bien establecido, y se marca con una rayita ese punto. En seguida se sumerge el tubo en el vapor del agua hirviendo, señalando con una nueva raya el parage donde el mercurio queda estacionario; en estos dos puntos estremos se marcan cero y 80 para el termómetro de Reaumur; 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 212 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.

Es sumamente fácil pasar de una escala ter-

mométrica 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 al número de grados en que está dividida la de Reaumur, como número de grados centígrados que deseamos reducir, es al cuarto termino desconocido; este término sería como en toda proporcion igual al producto de los dos medios dividido por el estremo conocido.

Tambien se pueden convertir de una manera abreviada los grados de Celsio á Reaumur, multiplicándoles por 4[5 y los de Reaumur á centígrados multiplicándoles por 5[4.

Para convertir los de Farenheit en grados centígrados se restan primero 32 y despues se multiplican por 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 simplificacion 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 de mínima temperatura. El de máxima consiste en un tubo termométrico situado horizontalmente; de-

lante 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 alcool coloreado, dentro de cuya columna se halla sumergido un índice de esmalte, si el alcool 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 de mayor grado de contraccion y por lo mismo la menor temperatura.

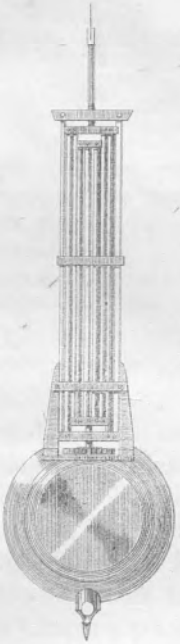
El termóscopo es un aparato muy sensible y muy apropósito para indicar los mas pequeños grados de calórico acumulados en un punto; es debido á Rumford y consiste en un tubo de vidrio dos veces encorvado y terminado en dos esferas llenas de aire; encierra además una gota de ácido sulfúrico ó de alcool 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 apa-

rato semejante que se llama termómetro diferencial.

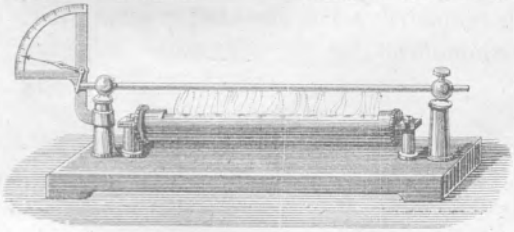
Se llaman pirómetros unos instrumentos destinados á medir los grados mas elevados de temperatura; los hay de muchas especies, pero quizá ninguno llena el objeto á que se les destina.

El mas comun es el de Wedgwood; 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 construidos 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.

Péndulo de Graham.



Péndulo de Harrisom.



Pirómetro de Lavoisier.

Lit.ª P.ª Lacau.

## LECCION 29.

### Sumario.

**Dilatacion de los cuerpos sólidos: coeficiente de dilatacion; aplicaciones de la dilatacion de los sólidos.—Dilatacion de los cuerpos líquidos: su coeficiente de dilatacion.—Dilatacion de los cuerpos gaseosos; màximum 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 en 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 dila-

tacion una forma semejante á la que tenia cuando se empezó á calentarle. Sin embargo, puede haber 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 esperimentalmente el coeficiente de dilatacion lineal para deducir esperimentalmente 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 esperiencia siguiente: si se coloca una barra metálica horizontalmente sobre un semicilindro lleno de espíritu de vino y se fija fuertemente en uno de sus estremos, 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 metá-

licos fundados en la desigual dilatacion de los metales y se compensan los pèndulos de los reloges impidiendo por este medio el adelanto ó retraso que sufren cuando varía la temperatura.

Los líquidos son todos desigualmente dilatables; á medida que se calienta un líquido disminuye la fuerza de cohesion de sus moléculas y opone menos resistencia á la espansion que produce el calórico. Así es, que, á diversas temperaturas la adicion de un grado de calórico no ocasiona el mismo grado de dilatacion. Cuanto mas se acerca un líquido al término de la ebullicion, mayor es la dilatacion que esperimenta 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

nula en estos cuerpos la fuerza de cohesion nada puede contrariar la fuerza elástica del calórico.

Variando como varía el volúmen de los cuerpos segun su temperatura, resulta que su densidad es tambien variable. En los sólidos el máximum de densidad se halla en el mayor frio que podemos producir. En los líquidos que pueden solidificarse el máximum de densidad se encuentra algunos grados mas bajo del punto de solidificacion; el agua sin embargo llega á este máximum á 4° 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 esten á 0° de temperatura y á 0,76$^{m}$ de presion. Por lo tanto para determinar la densidad de un gas, es preciso cononer 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, dividiendo el primer peso por el segundo.

## LECCION 30.

### Sumario.

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

Graduando la accion del 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 concierte en sólido. Estas mutaciones ó trasformaciones 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 dá en algunos casos un carácter 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; así 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 desagregacion del cuerpo sólido. Se dá á este calórico el nombre de calórico latente, para distinguirle del calórico sensible que es el que determina la temperatura de un cuerpo haciéndola sensible al tarmómetro cuando este aparato está en su masa.

La solidificacion 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 resistido á los frios mas grandes que han podido producirse; tal es el alcool 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 esperimentan 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 cuerpos mezclados como puede observarse en la siguiente tabla:

| MEZCLAS FRIGORÍFICAS. | | |
|---|---|---|
| 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 | |

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 espresa mas generalmente el paso del estado líquido al de vapor bajola 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 vapores á todas temperaturas, el agua por ejemplo, algunos sólidos

como el hielo, el alcanfor, el yodo, gozan de la misma propiedad y se trasforman en vapor sin pasar por el estado 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 formacion 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 esceso del líquido generador, posee aquel una tension máxima que no se altera mientras no varie 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 presion dan orígen 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 presion de una manera muy enérgica.

## LECCION 31.

### SUMARIO.

**Tension máxima de los vapores.—Mezcla de los vapores y de los gases: calórico latente de vaporizacion.—Evaporizacion espontànea.**

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 0º 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 100º.—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 vaporizacion y esta cantidad que el cuerpo absorve 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.

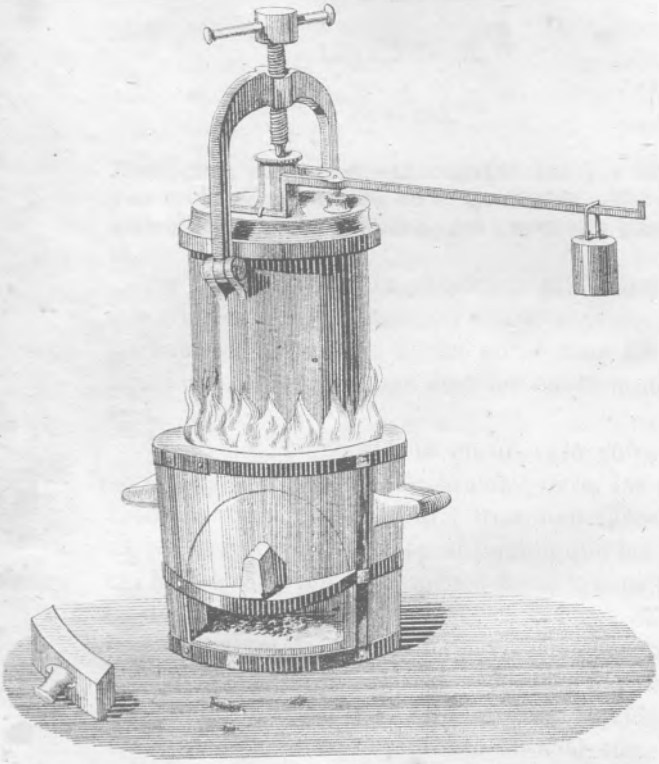
## LECCION 32.

### 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 despues en la atmósfera.

Si un líquido contenido en un vaso sufre la accion de una fuente calórica cualquiera, las paredes del vaso se calientan y trasmiten directamente el calor que reciben al líquido que las toca. Esta trasmision 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 fria; de este modo, y por una sucesion 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 á la temperatura del líquido llegando un momento en que se forman burbujas numerosas, las cuales se



Marmita de Papin.

Lit. Fm Lacour.

renuevan sin cesar y vienen á romperse en la superficie de la masa líquida.

Las leyes de la ebullicion son dos: 1.ª toda sustancia líquida de composicion invariable tiene un grado fijo de temperatura en el que se verifica la ebullicion 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 100º grados sobre 0º bajo la presion 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 cilíndrico de metal de paredes resistentes, provisto 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 suficiente 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 líquido á una temperatura baja por la poca presion que sobre él se ejerce.—2.ª La cantidad de líquido. —3.ª Su pureza.—4.ª La forma y naturaleza de la basija.—Y 5.ª La viscosidad del líquido.—Estas diferentes circunstancías 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 33.

### SUMARIO.

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

Las máquinas de vapor son unos aparatos en los cuales el vapor del 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 uni-

do 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 producia un vacío y el émbolo descendia 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.

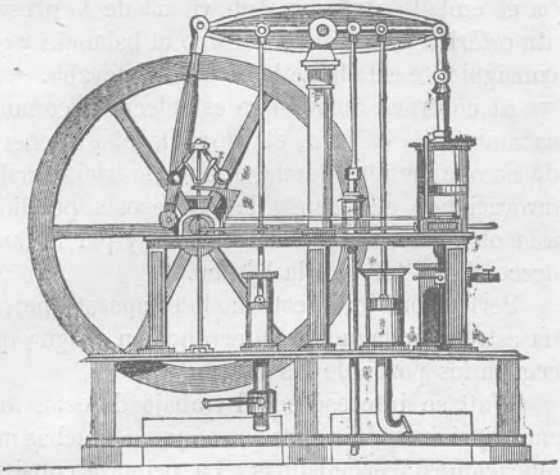
La máquina de Papin no recibió ninguna aplicacion inmediata. *Cawley* y *Newoomen*, fueron los primeros que, construyeron con aplicacion á la industria y fundada en los primeros principios que la anterior una máquina de vapor pero introdujeron modificaciones importantes. Una caldera separada del cuerpo 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 estremidad de un balancin que oscilaba al rededor de un eje fijo y á cuya otra estremidad 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 con-

densaba 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 establecia la comunicacion con la caldera, el vapor llegaba al cuerpo de bomba comprimiendo el émbolo hácia arriba, favoreciendo el ascenso de los pesos supendidos á la otra estremidad del balancin, y por lo tanto descendia el tallo de la bomba.

Perfeccionado de este modo el aparato permitia estraer sin la menor interrupccion 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 acertadisimas. La primera consistió en la introduccion del condensador, liquidando 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 fría; otra destinada á estraer 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 presion atmosférica.



Máquina de Watt.

La máquina de doble efecto de Watt se denomina así porque el vapor actúa alternativamente por bajo y por encima del émbolo; la importancia 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 sín 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 aumenten. 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 paralelógramo de palancas que se llama de Watt; este á su vez está unido á la estremidad de un balancin que oscila al rededor de un punto fijo; la otra estremidad del balancin se articula con una gran palanca ó brazo de hierro que se llama biela y esta 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 baja y alta presion. 3.ª máquinas con condensacion y sin condensacion. Además existen las máquinas espansivas, que son aquellas en que el vapor hace recorrer al èmbolo parte de su carrera por la accion de aquel sobre este, y el resto por su fuerza espansiva.

## LECCION 34.

### SUMARIO.

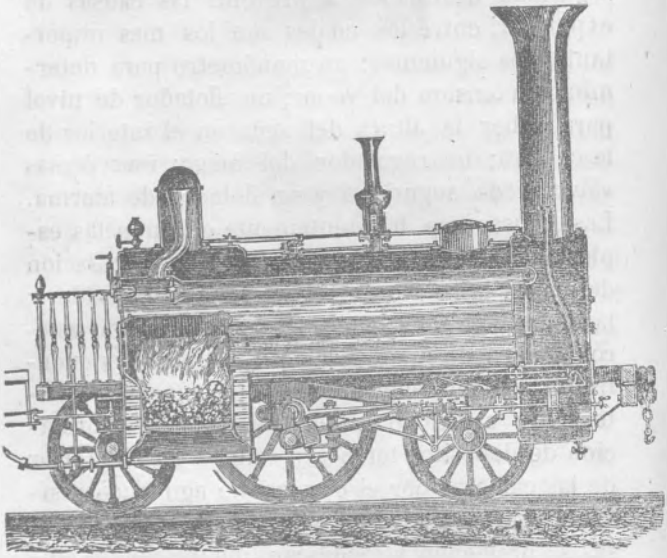
**Calderas de las máquinas de vapor; aparatos de seguridad que deben llevar; causas mas frecuentes de la explosion de las calderas.—Locomotoras.**

La construccion de las calderas empleadas en la produccion 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 mas ha de sobresalir. La forma que se las dá es ó de tumba, ó cilíndricas ó de hervideros que son las mas generalmente usadas; pero sea de estas la que quiera, siempre se ha de huir de los ángulos y esquinas terminándolas por formas redondeadas.

La sustancia 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 del fuego; una ó mas válvulas de seguridad y un flotador de alarma. Las causas que frecuentemente originan las esplosiones 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 presion, 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 los rails.

La caldera constituye el cuerpo de la locomotora, lo que la caracteriza es que el humo y los demás productos de la combustion 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 esterior. 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 paso.

## LECCION 35.

### SUMARIO.

**Capacidad calorífica de los cuerpos, métodos que se emplean para determinarla.—Dinámica del calor, conductibilidad de los sólidos.—Conductibilidad de los liquidos.—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 espresiones 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 kilógramo 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 el 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 kilógramo 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 esperimentalmente los calores específi-

cos 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 metodo 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 específico pedido.

Se llama dinámica del calor el estudio de la velocidad en la propagacion de este agente, 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 quemaría. 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 esperiencias, 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 líquidos 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 líquidos, el que tiene mayor poder conductor.

No es fácil decidir por la aperiencia 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 demás cuerpos aplicaciones importantes. La lana, el algodon, 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 en el 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 podria 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 36.

### SUMARIO.

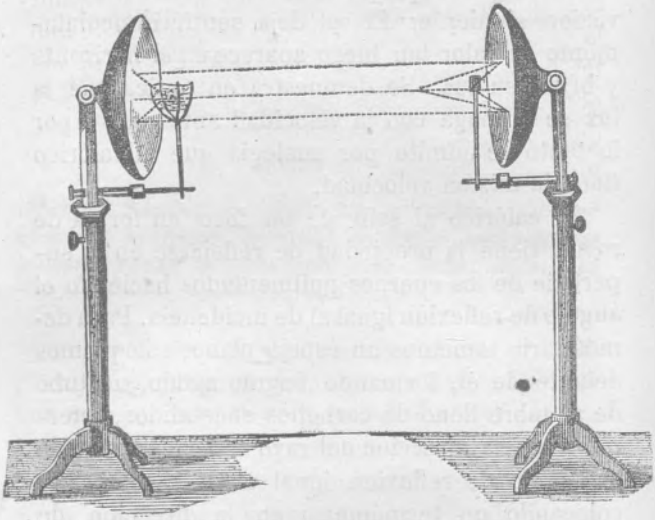
**Calor radiante, propagacion, velocidad; Reflexion del calórico, facultad radiante, reflectante y absorvente de los cuerpos.—Trasmision del calórico radiante.**

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 77000 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 aparece en el horizonte y brilla su luz. Se 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 braserillo con carbones encendidos; la prime-



Radiacion del calórico.

ra se inflama á poco rato por las reflexiones sucesivas que esperimentan los rayos de uno en otro espejo y conforme á las 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 emisivo del negro de humo y este término de comparacion ha sido conservado por los demás físicos: verificándose las esperiencias por medio de un cubo metálico que lleva el nombre de aquel autor y cuyas caras laterales tienen sus superficies diferentes.

Leslié daba el nombre de poder reflectante de una sustancia á la relacion 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 absorve el mismo calórico en un tiempo y para una temperatura, que el que emite en el mismo tiempo y para la misma temperatura. En resúmen 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 absorvente está en razon inversa de su facultad radiante.

Algunos cuerpos tienen la propiedad de dar paso á los rayos caloríficos en mas ó menos can-

tidad; existiendo otros que no los dejan pasar ó que solo dejan paso á una porcion muy pequeña. Melloni ha dado el nombre de cuerpos diatérmanos 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 comun 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 37.

### SUMARIO.

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

El calórico 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 calórico 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 puede 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 porque á partir *del plano* de temperatura constante se halla el aumento de 1.° 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 compresibilidad, 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 calórico. 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.

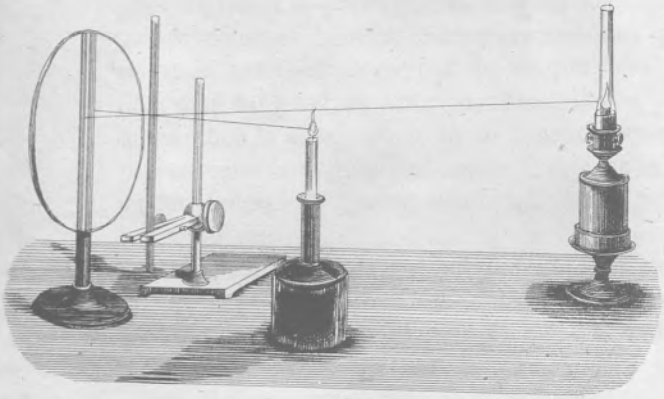
Por último la vida animal ó vegetal es causa de muchas reacciones químicas y por consiguiente la vida es un manantial de calórico. Este calor varía mucho en los diferentes animales: la causa de este calor animal ó al menos una de las principales es la respiracion. En la vegetacion se desarrolla tambien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

## LECCION 38.

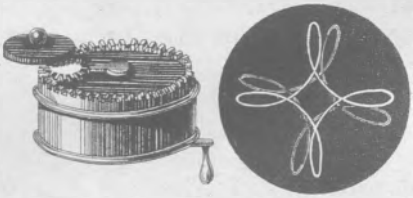
### SUMARIO.

**Optica, hipótesis sobre la naturaleza de la luz.—Cuerpos luminosos, diàfanos, 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.



Fotómetro de Rumford.



Fotómetro de Wheatstone.

Imp. de Ch. Lahure.

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 orígen se admiten las mismas dos hipótesis que para el calórico ó sean la de la emision sostenida por Newton 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 si mismos y 2.º Los que no lo son sino 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 trasparentes 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 direccion del rayo, esta direccion 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 está en razon inversa del cuadrado de la distancia al foco luminoso. 2.ª La intensidad de la luz recibida oblicuamente 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 estension 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 es 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 estension.

La fotometría es la parte de la óptica que tiene por objeto medir la relacion que exíste 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 Wheatstone; 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 llegarán 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 movible al rededor de un círculo 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.

## LECCION 39.

### SUMARIO.

**Catóptrica; leyes de la reflexion de la luz.—Reflexion en los espejos planos, multiplicacion de las imàgenes en los espejos que forman angulos, 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 oblícuamente 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 línea 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, cilíndricos, cónicos, parabólicos, etc.

La reflexion en los espejos planos se verifica segun las leyes generales ya espuestas y la imágen de un objeto situado delante de ellos, se pinta en el espejo detrás 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 40.

### SUMARIO.

**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 imàgenes 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 línea perpendicular al elemento correspondiente. Los espejos esféricos son los que generalmente sirven para determinar la reflexion y segun que esta se verifica sobre la cara interior ó esterior 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 prin-

cipal. 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 príncipal 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 récta 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 orígen 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 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 formádo 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 detrás del espejo. Las imágenes en estos espejos son reales ó virtuales segun la distancia relativa de los cuerpos; son directas ó inversas segun esta 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 aumentos, 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 tras-

versal del mismo: estos espejos se llaman anamóficos por que con ellos se puede ver por la reflexion un objeto regular que préviamente se ha dibujado en dimensiones considerables y sin forma determinada.

## LECCION 41.

### SUMARIO.

**Dióptrica, refraccion de la luz, sus leyes, indice 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 esperimentan sus rayos cuando atraviesan oblícuamente 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 la misma direccion, mas si son oblícuos 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 perpendicar. 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 esperimenta 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 re-

fraccion se convierte en reflexion; á esta reflexion se la llama total.

La refraccion de la luz produce muchos fenómenos fáciles de esplicar; 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 esperimentan sus rayos. Tambien se esplica por la reflexion total del 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 perpendicu-

larmente 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 42.

### 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 varias clases segun la combinacion de superficies cóncavas, convexas 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, al 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 sobre el 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 esperimente desviacion angular. En las lentes los focos son como en los espejos, puntos situados en los ejes donde van á parar los rayos despues 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 imágen de un objeto en las lentes es la re-

union 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 esta situado entre la lente y el centro, cerca de su foco principal, la imágen que resulta es amplificada, real é inversa. Y por último, si el objeto se encuentra entre el foco y la lente, la imágen que se forma es directa amplificada y virtual. Las lentes biconvexas empleadas como vidrios de aumento tienen aplicacion en la construccion de los instrumentos de óptica y solas constituyen los microscópios simples.

Las lentes cóncavas no forman mas que focos virtuales cualquiera que sea la distancia del objeto, y por esta misma causa las imágenes que forman son siempre virtuales, rectas y mas pequeñas que el objeto.

## LECCION 43.

### SUMARIO.

**Descomposision 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 incide 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 imágen que resulta 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 y 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 ele-

mentales. 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, tienen el inconveniente de producir imágenes cuyos contornos están coloreados á este fenómeno se le ha llamado aberracion 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 44.

### 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 visíon 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 esterior dividida en dos porciones una blanca, dura, insensible, 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 hallala 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 pupila 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 imágen conjugada en una lente biconvexa, hallándose situado el objeto en el otro foco conjugado. Los objetos se pintan invertidos y sin embargo les vemos directos, no habiéndose aun esplicado 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

estremos 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.

Este órgano segun la densidad y refrangibilidad de sus humores, segun la mayor ó menor curvatura de la córnea y del cristalino, presenta varios defectos entre los que son mas importantes la miopia, la presbicia, la diplopia y la acromatopsia. La causa de la miopia 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.

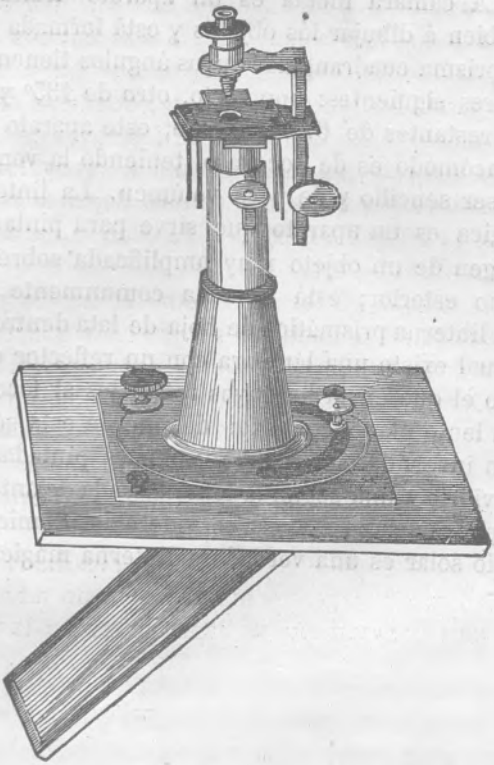
## LECCION 45.

### SUMARIO.

**Instrumentos de óptica, cámara oscura, aplicaciones.—Càmara lũcida, linterna mágica.—Microscopio solar, microscopio simple, microscopio compuesto.**

Muchos son los instrumentos ópticos cuya construccion 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 45º con el objeto de cambiar la direccion 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 accion de la luz sobre ciertos cuerpos alterables.

La cámara lúcida es un aparato destinado tambien 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°, cada uno; este aparato por lo incómodo es de poco uso, teniendo la ventaja de ser sencillo y de poco volúmen. La linterna mágica es un aparato que sirve para pintar la imágen de un objeto muy amplificada sobre un plano esterior; está formada comunmente por una linterna prismática de hoja de lata dentro de la cual existe una lámpara con un reflector cóncavo el que envia los rayos reflejados al foco de una lente plano convexa: delante de esta se situan invertidas las figuras ú objetos pintadas en un vidrio y una segunda lente situada delante los amplifica de una manera considerable. El microscopio solar es una verdadera linterna mágica en



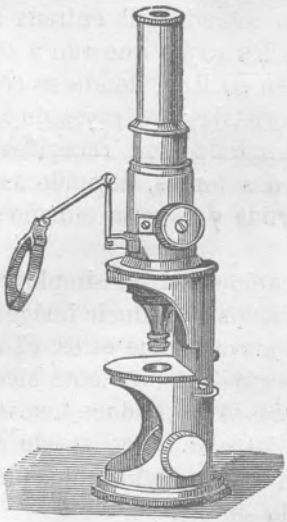
Microscopio solar.

a 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 portaluz movible son enviados por este á una lente biconvexa situada á la entrada del tubo; esta lente recoge los rayos que van á otra lente y está los reune 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.

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 imágen 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



Microscopio compuesto.

menos convexa que se aproxima al ojo y se llama ocular; además lleva el aparato un sosten movible que sirve para sostener los cuerpos y se llama platina del microscopio, estos si son trasparentes se iluminan por la reflexion de los rayos en un espejo cóncavo movible 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 Física para estudiar propiedades especiales que no podrian apreciarse sin él.

## LECCION 46.

### SUMARIO.

**Telescopios, anteojo astronómico y terrestre, anteojo de Galileo.—Telescopios por reflexion.—Doble refraccion, interferencia, difraccion, polarizacion.—Orígenes 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 imágen invertida en el foco principal, cuya imágen 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 combinacion la imágen aparece en su verdadera posicion 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 los 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 construccion.

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 dividide en dos al atravesar uno de estos cuerpos. Los cristales que presentan esta propiedad se llaman birefrigentes y la propiedad doble refraccion de la luz. El cuerpo 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 refraccion las líneas en cuya direccion no se percibe mas que una sola imágen 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 de cristal de roca, y cristales de dos ejes,

el sulfato de hierro, el azúcar y el topacio del Brasil.

Se dá el nombre de interferencias á la accion 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 difraccion es una modificacion que esperimenta 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 esperimenta tambien la luz por la que los rayos una vez reflejados ó refractados no pueden de nuevo volver á esperimentar la reflexion ó la refraccion bajo ángulos determinados. A este fenómeno se le ha dado el nombre de polarizacion porque para esplicar 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.

## LECCION 47.

### SUMARIO.

**Magnetismo, imanes, partes que hay que considerar en ellos, acciones recíprocas que ejercen unos sobre otros; hipótesis para esplicar estos fenómenos.—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 línea 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 ac-

ciones idénticas sinó que presentan en ciertos casos un antagonismo evidente.

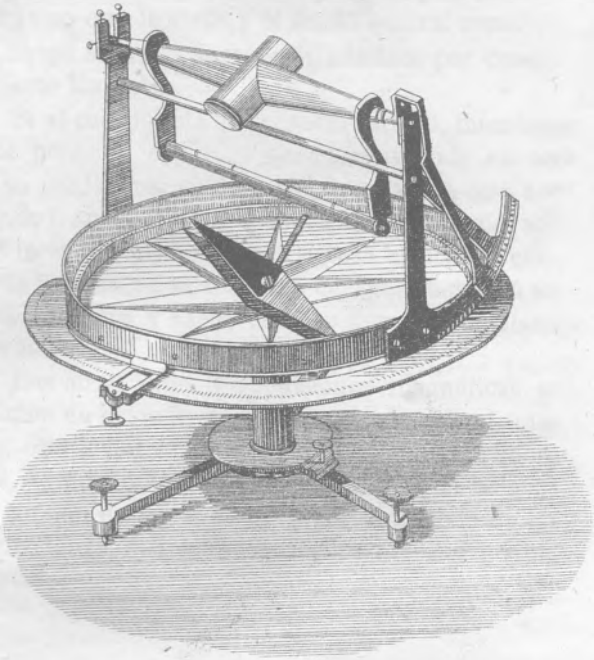
Los polos se designan con las palabras norte y sur ó polo boreal y austral ejerciendo entre sí las acciones siguientes: si se colocan dos imanes libres y que puedan girar al rededor de un punto, uno en frente de otro por su polo sur se verifica una repulsion: y si el uno tiene este polo en presencia del norte, del otro se verifica una atraccion, luego la accion mútua que entre sí 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 iman, 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 fluidos por su reunion constituyen un fluido llamado neutro. Admitidos estos principios los hechos principales del magnetismo se esplican fácilmente. Por ejemplo si un trozo de hierro está sometido á la accion del polo austral de un iman, su fluido neu-

tro se descompone, el fluido boreal contenido en el hierro se dirige hácia el lado del polo austral del iman que le atrae y el fluido 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 iman verdadero, susceptible de atraer á 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.



Brújula de declinacion.

Litª de Fco Lacan

## LECCION 48.

### Sumario.

**Magnetismo terrestre, accion sobre los imanes, meridiano magnético, declinacion variaciones que presenta.—Brùjula de declinacion, sus aplicaciones.—Inclinacion magnética, sus variaciones. Brùjula de inclinacion. Sistemas astàticos.**

Siempre que una aguja inmantada puede girar libremente al rededor de un eje vertical sea cualquiera la posicion 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 esperiencia 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 iman 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 iman terrestre no comunica ningun movimiento de traslacion á los imanes libres, su accion es puramente directriz; este hecho importante puede demostrarse por muchas

esperiencias; una de las cuales consiste en situar un iman sobre un plano de corcho flotante en el agua, el corcho gira al rededor de la vertical hasta que la aguja toma la posicion 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, estas fuerzas magnéticas del globo que actúan sobre las agujas conservan siempre su intensidad, la misma direccion y el mismo punto de aplicacion.

Se dá el nombre de meridiano magnético al plano que pasando por un punto de la superficie de la tierra pasa tambien por los polos de una aguja en equilíbrio, movible al rededor de un eje vertical, la línea que aquel plano trazaría 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 si, se le llama declinacion magnética esta declinacion 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 con el transcurso de los siglos, otras anuales y diurnas y otras en fin que se llaman perturbaciones. Todas estas variaciones se observan en la

brújula de declinacion, este aparato está destinado á medir la declinacion 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 tripode y lleva además un anteojo y otras piezas secundarias. Además de su aplicacion especial, la brújula de declinacion se usa convenientemente modificada en la marina, se usa tambien en todos los instrumentos geodésicos para la orientacion de planos, terrenos, etc., es un aparato muy antiguo y no es fácil precisar de que época data su invencion.

Se llama inclinacion 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, es el ángulo que hace con el horizonte la fuerza magnética del globo aplicada al poco de la aguja. La inclinacion magnética se mide por medio de la brújula de inclinacion; 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 dè un eje vertical que pasa por el centro de un limbo horizon-

tal graduado, y en su rotacion arrastra aquel una alidada que se mueve sobre este último.

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

Los sistemas de dos agujas magnéticas sobre las cuales la tierra no ejerza accion directriz se llaman sistemas astáticos y se consiguen superponiendo 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 acciodes contrarias de los polos de la tierra.

## LECCION 49.

### 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 sè pueden imantar ya por el empleo de imanes naturales ó artificiales, ya por sola la accion de la tierra ó sea en fin recurriendo á las corrientes eléctricas; los procederes 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 iman 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, enseguida se toman con las manos otros imanes iguales, se los inclina 25º 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 en el método anterior, los imanes se mueven tambien inclinados, pero en lugar de hacerlo separados lo ejecutan marchando unidos desde el centro á un estremo, volviendo despues al centro por encima y partiendo desde este punto al otro estremo. 4.º Obrando la tierra como un iman descompone por influencia el flúido neutro en el hierro dulce y en el acero y provoca su imantacion; esta consecuencia de la teoría está de acuerdo con los resultados obtenidos por la esperiencia; en efecto, colocando una barra de hierro cilíndrica 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 éstrañas. Se modifican ó remedian en parte estas causas de debilitacion, adaptando á las barras cuyo magnetismo se quiere conservar, trozos de hierro dulce que se llaman armaduras, desenvolviéndose en ellas polos de nombre contrario á los del iman, que obran por atraccion de una manera continua sobre los de la barra imantada y se oponen á la recomposicion mútua de los fluidos acumulados en ellos.

## LECCION 50.

### SUMARIO.

**Electricidad, fenómenos fundamentales, fluido eléctrico.—Conductibilidad eléctrica, hipótesis de los fluidos eléctricos.**

La parte de la física que estudia todos los efectos verificados por un agente particular im-

ponderable, cuya principal propiedad es la accion atractiva, se ha llamado electricidad. El ámbar amarillo y el vidrio frotados con un trozo de paño adquieren la propiedad de atraer á los cuerligeros como el papel, hojas de oro ó plumas; la accion atractiva ejercida en estas circunstancias ha sido atribuida á un agente especial que tambien ha recibido el nombre de electricidad; la propiedad que este agente posee de repartirse sobre ciertos cuerpos y de ocupar toda su estension por considerable que sea, ha conducido á la consecueucia 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 presenta la electricidad estática ó en reposo, y otro los 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 car-

bon calcinano, el agua en vapor y todos los vejetales.

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 aislan 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 esperiencias verificadas con este aparato se deduce esta ley; las electricidades del mismo nombre se repelen, las de nombre contrario se atraen. Para esplicar el *desenvolvimiento* de la electricidad por el frote, los físicos admiten que en todos los cuerpos exis-

ten las dos electricidades, unidas en porporcion 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 descompuesto.

## LECCION 51.

### Sumario.

**Medida de las fuerzas eléctricas, distribucion de la electricidad, influencia de la forma de los cuerpos; pérdidas de la electricidad.**

Las atracciones y repulsiones de los fluidos eléctricos varian 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 cilíndrico que

contiene la aguja y un tubo tambien cilíndrico 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 esperiencias 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 electricidad 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.° Cada uno de ellos aproximado á un péndulo eléctrico le atrae, luego está electrizado. 2.° 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 ma-

nifiestan que la electricidad se acumula en la superficie de los cuerpos: pero esta distribucion 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 estremos que en el centro; en un cuerpo oval es mayor la acumulacion de la electricidad en el estremo 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 estremo 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 accion repulsiva que ejerce; por esta razon 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 comunicacion con el suelo. Por esta razon los instrumentos destinados á producir, recibir ó conservar la electricidad presentan siempre superficies redondeadas á escepcion de algunos casos espéciales.

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 52.

### SUMARIO.

**Electricidad por influencia, chispa eléctrica.—Electróscopos.—Máquina eléctrica, su teoría.—Efectos producidos por la electricidad desenvuelta en las máquinas.**

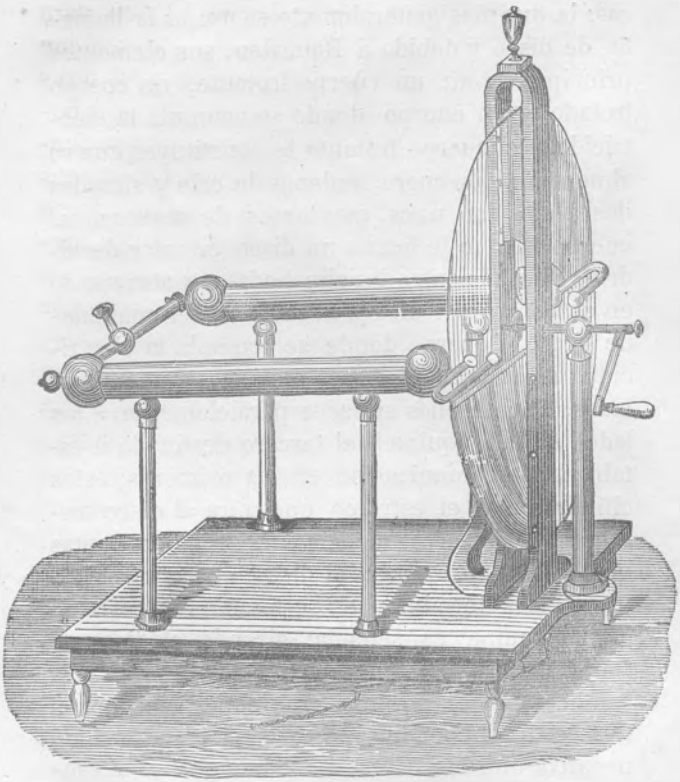
Un cuerpo buen conductor se carga de electricidad, á distancia, cuando está colocado próximo á un cuerpo electrizado. Los diversos resultados obtenidos cuando se varian las condiciones de la influencia que se produce en este caso, tienen tal importancia, que bien conocidos esplican todos los fenómenos 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 estremos 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 atraido; luego el fluido acumulado en el primero es resinoso y vítreo el del segundo, por esa razon 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 nombres 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 él, dando orígen 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 reco-

nocer 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 hojas de oro, que consiste en una campana de vidrio apoyada sobre un platillo metálico; en su parte superior *va taladrada por un orificio* y lleva un tallo terminado en esfera por la parte esterior y en una pinza en el inferior, esta pinza sostiene dos 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 eléctri-

cas; la que mas generalmente se usa es la llamada de disco y 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 constituyen cuatro almohadillas de cuero, rellenas de crin 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 estremo 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 está 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 repelido por esta influencia y queda libre en la superficie de estos cuerpos; de esta manera la máquina queda cargada con la misma electricidad que el disco, pero no es la del vidrio, sino la que se hace libre en los conductores.

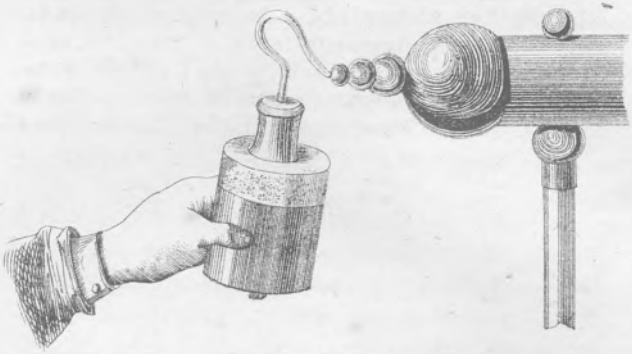
Los efectos producidos por la electricidad desenvuelta en las máquinas se dividen en caloríficos, luminosos, mecánicos, químicos y fisiológicos; como ejemplo de los primeros puede citarse la inflamacion del acóol, ether, pólvora, etc. de los luminosos sirvan de ejemplo la diferente luz de la chispa segun 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 53.

### SUMARIO.

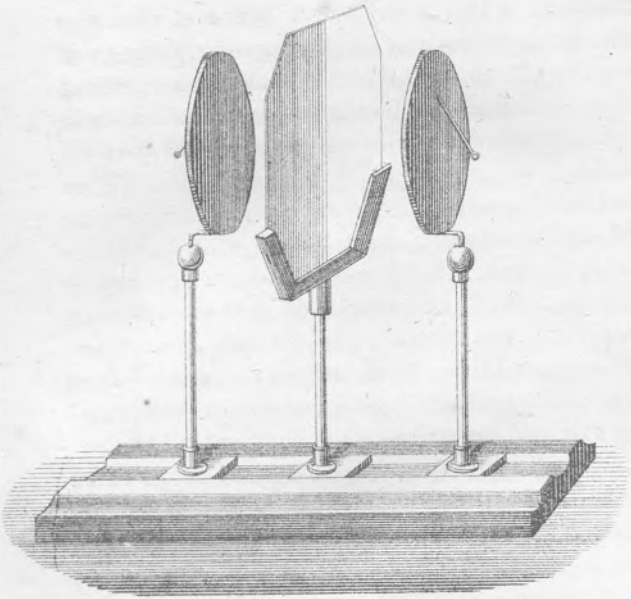
**Electricidad disimulada ó latente: condensadores; su teoría; descarga lenta ó instantánea.—Cuadro fulminante; Botella de Leyden; Baterías.—Efectos producidos por la descarga de la botella ó de las baterias eléctricas.—Electricidad desenvuelta por el calor y la presion.**

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 Æpinus; consiste en dos platillos metálicos y una lámina de vidrio; los platillos llevan dos pèndulos y tanto aquellos como la lámina de vidrio están sostenidos por piés 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 conduc-



Botella de Leyden.

Litª de Pco Lacau.



Condensador de Æpinus.

Litª de Fᵒᵒ Lacau.

tor 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 recomponen las dos electricidades dando orígen 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 Æpinus 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, así 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 esterior por el intermedio de un tallo metálico terminado en esfera en el esterior 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 esta representa el otro platillo del condensador. Se dá el nombre de armaduras de la botella á los cuerpos conductores separados por la lámina aisladora; para aislarlas mejor se barniza el cuello del frasco con lacre disuelto en alcool. 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.

El tamaño de las botellas no es indefinido, no puede pasar de ciertos límites, por esa razon la cantidad de electricidad que en ellas puede acumularse es tambien 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 esterior, 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 mas 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 vivientes y aun puede producirse en ellos la muerte si la batería es de mucha potencia; y en fin se producen los mismos efectos que con las máquinas; pero con mucha mayor intensidad.

El calor ó la presion son susceptibles de desarrollar tambien la electricidad presentando propiedades notables en este sentido la turmalina y el espato islándico.

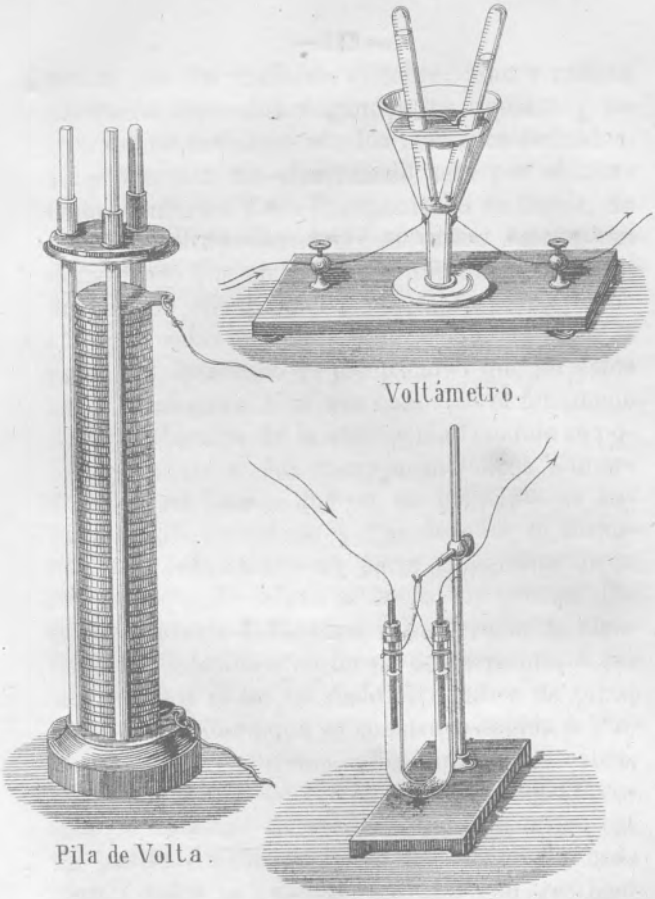
## LECCION 54.

### SUMARIO.

**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 liquido.**

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; segun 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 recomposicion 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 electromotores y cuerpos *electromotores* débiles; entre los pri-

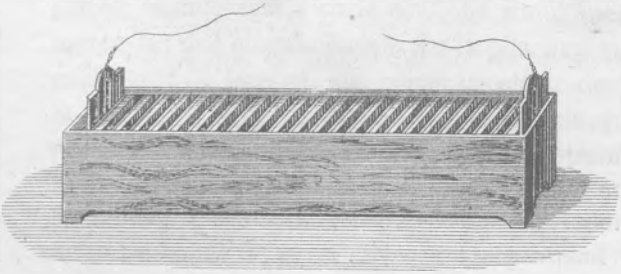



Lith.ª de P.ºo Lacas.

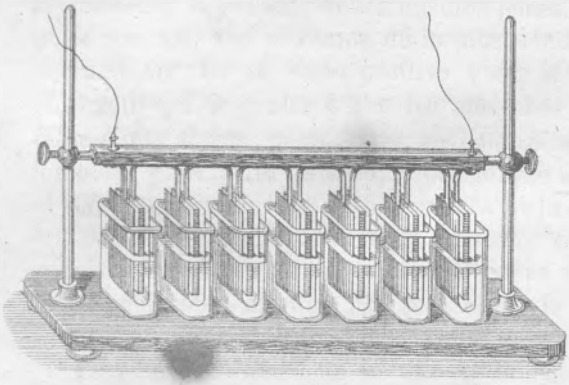
meros son los mejores el cobre, zinc y carbon calcinado; entre los segundos los líquidos y los cuerpos no metálicos son los mas caracterizados. La produccion de electricidad solo por el contacto, conforme Volta lo suponia en su teoría, no puede admitirse hoy; porque varios físicos han demostrado que 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 orígen 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 serie 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 electricidad negativa; cuando está aislada contiene simultáneamente las dos electricidades. En la pila hay que considerar su tension, sus polos, los eléctrodos 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, así como la cantidad de electricidad que desarrolla una pila depende de la estension superficial de los mismos pares. Los polos son los dos estremos 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



Pila de artesa.



Pila de Wollaston.

Lit.ª de Fco Lacau.

seca produciendo además corrientes en la superficie esterior por la comunicacion que se establece, en los pares. Por lo tanto fue 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 del líquido conductor. La de Wollaston reconoce como principal modificacion 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 55.

### SUMARIO.

**Pilas de corriente constante.—Efectos de la electricidad dinàmica.**

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 combatir 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 zinc, y dos líquidos, sulfato de cobre disuelto en agua, y agua acidulada con ácido sulfúrico. Una de sus varias 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 contínua de líquido 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 maquinas eléctricas; pero obrando de una manera contínua, 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 próxi-

mos los reóforos de una pila, en cayo caso se ven saltar una série 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 contínua.

## LECCION 56.

### SUMARIO.

**Electro-quimica, descomposicion de los óxidos metàlicos: descomposicion de las sales; aplicaciones electro-quimicas.**

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

El primero de los efectos químicos obtenidos por la pila ha sido la descomposicion del agua; esta esperiencia se verifica en un aparato llamado Voltametro, que consiste en un vaso taladra-

do 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 vidrío invertidas y llenas tambien del mismo líquido; poniendo en contacto la estremidad esterior 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 comunica 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 al polo positivo y el metal al negativo con el óxido.

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

La galvanoplastía, la electrotipia y el dorado y plateado galvánico son aplicaciones muy importantes. Se dá el nombre de galvanoplastía 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 eléctrodos 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 eléctrodo 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 electrodinámica 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 dorado y plateado galvánicos. En general se puede aplicar un metal sobre otro en una capa contínua, 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.º á 20.º

## LECCION 57.

### Sumario.

**Electromagnetismo;efectos magnéticos 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 Oersted; este fenómeno se observa de la manera siguiente; si se sitúa uno 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, 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 en la corriente. Mas siendo muy difícil retener en la memoria los diferentes resultados de la esperiencia de Oersted; 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 reasumia todas las esperiencias de Oersted en estas palabras; «el polo austral de la aguja se dirige siempre hácia la izquierda de la corriente.»

La accion de la tierra que dirige la aguja ha-

ciéndola tomar la posicion del meridiano magnético, representa una fuerza antagonista que se opone á la produccion 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 razon 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 esperiencia de Oersted 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 accion sobre los imanes espresada en las dos leyes siguientes:

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

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

La accion recíproca de los imanes sobre las

corrientes se demuestra por medio de pilas flotantes, con las que se observa que sea cualquiera la posicion que ellas tengan, las agujas imantadas movibles tienden siempre á ponerse en cruz con las corrientes, conforme á la esperiencia de Oersted.

## LECCION 58.

### Sumario.

**Electro-dinámica; denominacion de las corrientes; leyes de la accion de las corrientes unas sobre otras: accion 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 accion de las corrientes unas sobre otras, y la accion 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 direccion 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 esperimentalmente 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 atraccion, siempre que las corrientes marchan en un mismo sentido y una repulsion si marchan en sentidos opuestos.

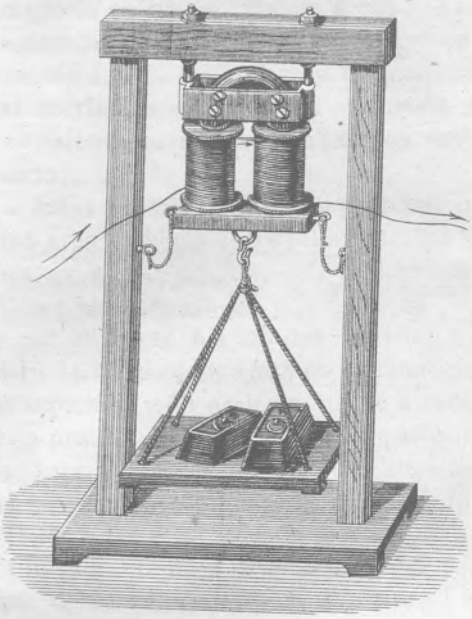
El segundo principio se establece de una manera análoga por medio de corrientes movibles rectangulares, cuyos movimientos se verifican siempre en conformidad á lo enunciado. Igual accion se ejerce cuando las corrientes son sinuosas.

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 sus centros, y su eje se dispone ordinariamente en línea recta. Los solenoides verifican atracciones ó repulsiones con las corrientes circulares segun la direccion de estas. Si se suspende un

solenoide en un soporte, de modo que su eje sea horizontal y se presenta á sus estremos 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 analogia entre los solenoides y los imanes: en efecto, un solenoide libremente suspendido y abandonado así 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 iman 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



Electro-iman en forma de herradura.

Litª de Fco Lacau.

globo, de Este á Oeste; perpendicularmente al meridiano magnético.

Estas corrientes originan la imantacion natural de los imanes.

## LECCION 59.

### SUMARIO.

**Imantacion por las corrientes; electro-imanes.— Principio fundamental de la telegrafia 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 el 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 electro-

dinámicas son los aparatos mas generalmente empleados para verificar esta imantacion; 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 sinistrorsun. 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 electroiman 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.

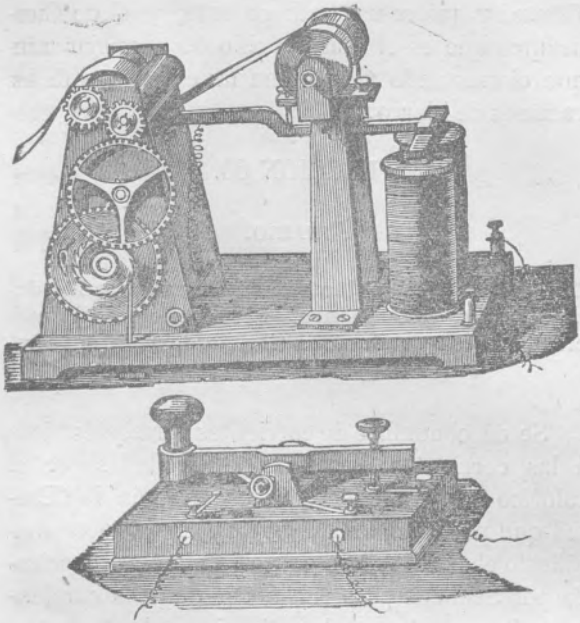
Los electro-imanes pueden tener diferentes formas pero la mas general es la de herradura de caballo y la imantacion que adquieren depende de la fuerza de la pila; del número de vueltas de la hélice, del grosor de la barra, de la pureza del hierro y de su forma.

Los electro-imanes conservan algunos instantes 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 la 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 telegrafía eléctrica, cuyo objeto es emplear los electro-imanes 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 circustancias 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 trasmitida con gran velocidad, las corrientes voltáicas son muy propias para ejecutar signos convencionales. Los aparatos construidos 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 atraida 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 Morse.

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

Œrsted y que se usa en Inglaterra; y el de Cuadrantes que es el mas sencillo de manejar aunque el mas tardo y se usa en las estaciones de los caminos de hierro.

## LECCION 60.

### Sumario.

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

Se dá el nombre de corrientes termoeléctricas á las corrientes eléctricas desarrolladas por el calórico en los metales. La esperiencia de Œrsted 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 estremedidades de un cilindro de bismuto los dos puntos de un alambre de cobre y formó un circuito rectangular; situó en el interior de este circuito una aguja imantada móvil al rededor de un eje, y que tomaba la di-

reccion 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 travès 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 termo-multiplicador 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 iman; y se origina tambien por los cuerpos en movimiento. Para inducir una corriente por otra se forma un carrete con dos 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 estremos 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 desviacion 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 induccion producida por un iman, basta situar en el interior de un carrete hueco y formado por un solo hilo un iman cualquiera, en el momento que se verifica la introduccion, un galvanómetro puesto en comunicacion con los estremos del hilo, indica en este una corriente inducida en sentido contrario á la que circula en el iman.

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

Todas estas máquinas constan principalmente de cuatro partes principales que son 1.ª un iman poderoso en forma de herradura: 2.ª dos cilindros de hierro dulce; 3.ª dos hélices de induccion formadas con hilos de cobre recubiertos de seda, sobre cada uno de aquellos cilindros, y 4.ª un conmutador ó girótropo destinado á hacer que las corrientes inversas obren siempre en una misma direccion.

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

Los efectos que producen son idénticos á los producidos por las corrientes hidro-eléctricas, asi es que dan chispas, producen descomposiciones electro-químicas, cargan los condensadores, verifican fenómenos magnéticos, y sobre todo producen conmociones en una escala muy estensa, puesto que desde la más débil apenas sensíble, hasta la mas enérgica y violenta, imposible de resistirse largo tiempo, existen infinitos que pueden graduarse á voluntad, por cuya razon se aplican á la medicina en ciertas parálisis y otras enfermedades.

FIN DE LA FISICA.

## LECCION 61.

# NOCIONES DE QUÍMICA.

### SUMARIO.

**Definicion de la química: àtomos, moléculas.—Cohesion: Afinidad: causas que modifican estas fuerzas.—Cristalizacion: isomorfismos; dimorfismos: alotropia: isomeria: análisis y sintesis.**

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 incomensurable 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.

La combinaciou es la accion por la que dos ó mas cuerpos se unen en proporciones 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.

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 ménos estas fuerzas, destruyéndolas 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 liquidos 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.

La cristalizacion artificial de los cuerpos puede efectuarse por tres medios distintos: por fusion, por disolucion y por sublimacion; los disolventes mas generalmente empleados en química, son: el agua, el alcool y el ethér. Se dá el nombre de sustancias dimorfas á las que pueden cristalizar en circustancias diferentes en dos formas distintas: á esta propiedad se la llama dimorfismo; tambien se dá el nombre de sustancias isoformas á las que poseyendo una composicion química diferente cristalizan en una misma forma, llamándose la propiedad isomorfismo.

El estado alotrópico es el que presentan ciertos cuerpos simples cuando sometidos 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 descomposicíon y otra de composicion, ó sea del análisis y de la sintesis: 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 además se determina la cantidad de cada uno de ellos entonces el análisis es cuantitativo. La sintesis es una operacion contraria, por la cual se constituyen nuevamente los cuerpos dèscompuestos por el análisis, volviendo á combinar las sustancias que habian sido separadas por él.

## LECCION 62.

### SUMARIO.

**Nomenclatura quimica: cuerpos simples.—Cuerpos compuestos: ácidos, oxidos, compuestos, neutros, sales, aleaciones.—Formulas quimicas.**

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 se-

ria 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; llámanse asi porque hasta ahora, cualquiera 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 caractéres siguientes: 1.º Son malos conductores del calórico. 2.º Lo son igualmente de la electricidad 3.º Son en lo general traspárentes. 4.º Carecen ordinariamente de brillo; estos cuerpos son quince y sus nombres por órden alfabético, son:

| | | |
|---|---|---|
| Arsénico. | Cloro. | Nitrógeno. |
| Azufre. | Fluor. | Oxígeno. |
| 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. | Rubineo. |
| Bario. | Lantano. | Rutenio. |
| Bismuto. | Litio. | Sodio. |
| Cadmio. | Magnesio. | Talio. |
| Calcio. | Manganeso. | Tántalo. |
| Cerio. | Mercurio. | Terbio. |
| Cesio. | Molibdeno. | Titano. |
| Cobalto. | Niobio. | Torinio. |
| Cobre. | Niquel. | Timsteno. |
| 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, enrojecer las tinturas azules de los vejetales, tener un sabor mas ó menos agrio 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 enrogecidas por los ácidos y combinarse con estos habiendo recíproca neutralízacion 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.

La nomenclatura de estos diferentes compuestos es muy sencilla y consiste en aplicar las reglas siguientes: si un cuerpo forma con el oxígeno dos ácidos, al mas oxigenado se le añade la terminacion *ico* y al menos oxigenado la terminacion *oso*; por ejemplo, ácido clórico y ácido cloroso; si forma mas de dos se antepone á la palabra ácido la preposicion 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 hipoclórico, ácido clórico y ácido perclórico. Todos los ácidos formados por el oxígeno se llaman oxácidos; el hidrógeno tambien les forma y se llaman hidrácidos y su terminacion es en hídrico; 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, bi, tri; por ejemplo, protóxido de hierro, bióxído 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 asignados, se nombran terminando en uro el elemento electronegativo y espresando despues el otro cuerpo; por ejemplo, el cloro se combina cón 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 principio fundamento de las fórmulas químicas, en las que intervienen además números que hacen un papel semejante al de los coeficientes y esponentes algebráicos. 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 63.

### Sumario.

**Ley de las proporciones definidas; ley de las proporciones mùltiplas; equivalentes quimicos; métodos para determinarles.—Teoria electro-quimica; causas que modifican la fuerza de afinidad.**

Si los cuerpos simples pudiesen combinarse en cualquiera proporcion, la inmensa cantidad de compuestos variables que resultarian no podrian someterse á ninguna teoría y la química seria solo una reunion de hechos; pero la ex-

periencia 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 combinacion se verifica en proporciones invariables.» Dalton fijó la ley de las proporciones múltiples espresándola de la manera siguiente: «siempre que se combinan dos cuerpos en varias proporciones, 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. 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 por 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.

La teoría electro-química es una hipótesis por medio de la que tratan de esplicarse una porcion de hechos puramente esperimentales, como, por ejemplo, el tránsito de los cuerpos por el calórico de sólidos á líquidos y gases ó viceversa de gases á sólidos por los diferentes medios conocidos; la combinacion química con todos los fenómenos que la acompañan; el isomorfismo, alotropía é isomerico. Los fundamentos de esta teoría se reducen á atribuir al antagonismo eléctrico de los átomos, la causa de la combinacion química y la esplicacion de los caractéres que la acompañan. Las causas que principalmente modifican la afinidad química ó fuerza de combinacion son: la cohesion; el calórico; la luz; la electricidad; la presion; las cantidades relativas de los cuerpos y la fuerza de presencia de ciertos cuerpos.

## LECCION 64.

### SUMARIO.

**Oxigeno.**

El oxígeno es un cuerpo simple, metaloide, constantemente gaseoso, sin que hasta ahora haya podido liquidarse; no tiene color ni olor; es algo soluble en agua; su fórmula es O y su densidad comparada con la del aire es 1, 1056; su carácter principal ó propiedad química distintiva, es aumentar extraordinariamente la combustion de los cuerpos que arden en el aire, pero él no arde, por lo que se llama comburente y no combustible. Se encuentra muy repartido en la naturaleza, en el aire atmosférico, en el agua y en los principios elementales de los séres animales y vejetales. Se puede obtener aislado por varios procedimientos; entre otros, por la descomposicion del clorato de potasa, mediante la accion del calórico; lo que se consigue introduciendo esta 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 y sobre ella se colocan campanas de vidrio invertidas y llenas

tambien de agua; en virtud de la presion 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 èl, en virtud de su menor densidad en la parte mas elevada de las campanas.

La cuba destinada á recoger este gas y los demás que no son solubles en el agua, se llama cuba hidroneumática.

## LECCION 65.

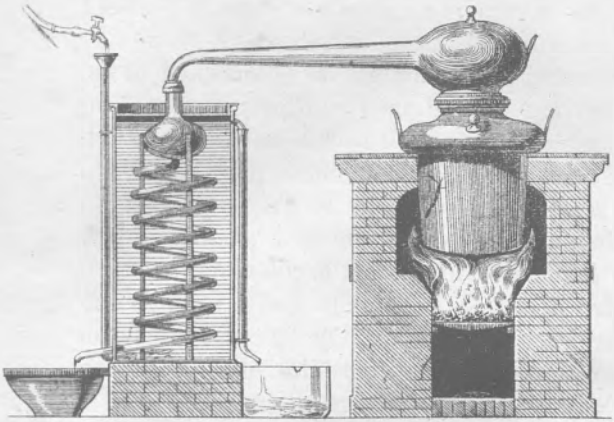
### Sumario.

**Hidrógeno.—Agua.**

El hidrógeno es un cuerpo elemental metaloide, gaseoso, sin color y sin olor; permanente; su fórmula química es H; y su densidad es 14 veces y media menor que la del aire; apaga los cuerpos en combustion, pero él arde con una llama ténue y de gran temperatura, combinado con el oxígeno ó el aire, es eminentemente esplosivo. 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 princi-

pios orgánicos animales, y por último combinado con el carbono y el oxígeno forma las grasas, aceites, almidon, goma, etc. 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, 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 hidroneumática, dentro del frasco se coloca agua y un poco de zinc, y vertiendo despues ácido sulfúrico 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.

El agua es un compuesto de oxígeno y de hidrógeno en la proporcion, 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 de 12 de hidrógeno. 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 líquido, que es en el que generalmente se la considera, tiene las propieda-



Alambique.

des 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 el 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 materías que contiene por medio de la destilacion, operacion que se verifica en un aparato llamado alambique.

## LECCION 66.

### 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; se encuentra muy abundantemente repartido en la naturaleza, principalmente en el aire atmosférico del que forma las cuatro quintas partes del volúmen; 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 reduce 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 volùmen primitivo; lo cual espresa que el oxígeno absorvido 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. Es mezcla y no combínacion, porque la preparacion artificial del aire, no ofrece fenómeno químico alguno de los que acompañan á la combinacion.

La combustion y la respiracion de los séres animados son las causas mas generales de la in-

salubridad 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 estraños ó miasmas, de los cuales es preciso despojarle oxigenándole. El mejor de todos los desinfectantes, tanto por su accion enérgica cuanto por su empleo facil y sencillo es el ácido hípo-nítrico.

## LECCION 67.

### Sumario.

**Compuestos que forman el nitrógeno con el oxigeno.—Compuesto con el hidrogeno.**

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 relacion de los números 1, 2, 3, 4 y 5. De estas combinaciones, dos, el ácido nitroso y el ácido nitrico, son ácidos verdaderos: las otras tres son compuestos diferentes. El mas importante de todos es el ácido nítrico; reducido este cuerpo á su mayor concen-

tracion, es líquido, incoloro, de un olor particular, muy ácido y muy corrosivo, se volatiliza á 86°. A la temperatura ordinaria los vapores que desprende sin cesar se condensan á medida que encuentran el vapor acuoso de la atmósfera, por cuya razon 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. Constituye 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 contravenéno 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 combustion y puede liquidarse aumentando la presion y haciendo descender la temperatura. El agua disuelve mas de 400 veces su volúmen de gas amoniaco. Esta disolucion incolora, de olor y sabor fuertes, posee propiedades básicas de las mas enérgicas, neutralizando los ácidos. Disuelve varios óxidos metálicos; entre los cuales pueden obtenerse sólidos los de los óxidos de oro, plata, platino y mercurio, que tiene la propiedad de detonar con gran violencia. La disolucion acuosa de amoniaco es conocida con el nombre de amoniaco líquido, 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 solucion acuosa de amoniaco, es muy usada en los laboratorios, en medicina y en las artes.

## LECCION 68.

### SUMARIO.

**Azufre.—Compuestos del azufre con el oxígeno. —Compuesto con el hidrogeno.**

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 108°; 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 él cuando está blando. A 150° en contacto del aire se inflama con 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 le 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 $S. O.^3$

El ácido sulfúrico se presenta bajo tres estados diferentes, á saber: ácido anhidro, ácido de Sajonia y ácido hidratado ó comun. Las propiedades y caractéres de este último son los 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 absorve 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 69.

### Sumario.

**Fósforo; àcido fosfórico.—Compuestos con el hidrógeno.**

El fósforo es un cuerpo simple, sólido, trasparente y sin color ó bien trasluciente y coloreado de amarillo. Se funde á 40° y á 290° entra

en ebullicion produciendo vapores incoloros. Es muy inflamable. A la temperatura ordinaria esperimenta 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 estrae 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 fósfuros y fosfatos metálicos.

Se emplea en medicina como estimulante y en la economía doméstica en la preparacion de las cerillas fosfóricas. 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 de cuyo cuerpo tiene una gran avidez. 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 dá orígen al ácido fosfórico hidratado.

Se encuentra en la naturaleza combinado con las bases formando fosfatos.

El fósforo se une tambien 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 rotacion, y cuyo diámetro aumenta segun se elevan, rompiéndose cuando adquieren una elevacion 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 recien 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 70.

### SUMARIO.

**Cloro: ácido clorhídrico.**

El cloro es un cuerpo simple, gaseoso, de color amarillo verdoso, de olor y sabor fuerte, desagradable; de una densidad de 2, 5, destruye los colores vegetales. Es liquidable cuando por la presion se le reduce á un quinto de su volúmen. El agua disuelve vez y media su volúmen de este gas y la disolucion adquiere un color amarillo verdoso.

Cuando se introduce una bugia encendida en un frasco lleno de cloro, se enrojece y continúa ardiendo por algun tiempo. Si se echa en un frasco lleno de cloro antimonio en polvo, se inflaman las particulas del metal, y se produce una verdadera lluvia de fuego. Una mezcla de volúmenes iguales de cloro é hidrógeno espuesta á los rayos solares directos, al contacto de la llama ó de la chispa eléctrica, causa una fuerte detonacion.

La accion del cloro sobre la economía animal es de las mas 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. La fórmula de este cuerpo es Cl. Se obtiene calentando el peróxido de manganeso en contacto con el ácido clorhídrico.

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, algodon, pasta de papel. Sirve tambien para quitar las manchas de tinta y desinfectar el aire, destruyendo los miasmas pútridos 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 hidrógeno se unen con facilidad estos cuerpos dando por resultado el ácido clorhídrico. Este cuerpo á la temperatura y presion ordinaria de la atmósfera es un gas incoloro, apaga los cuerpos en combustion, esparce 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 volúmen; así es que cuando se destapa un frasco lleno de este gas en el agua, sube rápidamente

como cuando ocupa el vacío. La disolucion se conoce en medicina y en las artes con el nombre de ácido muriático. Si esta disolucion está muy concentrada forma un líquido incoloro, muy cáustico, de olor sofocante é insoportable, que humea al aire y hierve á una temperatura poco elevada. Este líquido obra sobre las materias orgánicas y sobre los metales de una manera análoga al ácido sulfúrico. Se prepara el ácido clorhídrico descomponiendo el cloruro de sodio por medio del ácido sulfúrico.

Mezclando el ácido clorhídrico 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 71.

### Sumario.

**Bromo.—Yodo.—Fluor.**

El bromo 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 alcool y mucho mas en el ether. Causa sobre las materías orgánicas una alteracion semejante á la que estas sustancias esperimentan 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 fotografía.

El yodo es un metaloide sólido, de color gris azulado, blando, quebradizo, y que se presenta en forma de láminas cristalinas. 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 disolucion adquiere un color amarillo. Se funde á 107° y á 180, entra en ebullicion 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 ísomorfo 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 accion particular sobre el sistema glandular y por eso se le emplea en medicina al esterior y mezclado con otros cuerpos para curar las escrófulas. Tambien se le administra interiormente en forma de yoduro. El verdadero reactivo para conocer el yodo es el almidon, si está libre y disuelto basta añadir un poco de disolucion de almidon y el líquido toma una coloracion azul; si está combinado constituyendo un yoduro, es preciso ponerle en libertad por medio de un ácido y entónces la misma disolucion de almidon 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 forma un compuesto que se designa con el nombre de ácido fluorhídrico. Este es líquido incoloro, humea al aire, es el mas corrosivo de todos 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 72.

### SUMARIO.

**Carbono.—Combinaciones que forma con el oxígeno.—Compuestos con el hidrogeno.**

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 increible que el diamante el mas puro y limpio de los minerales, sea idéntico al cuerpo negro y opaco que llamamos carbon, mas la esperiencia 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 su 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 vejetales, se presenta siempre negro, sin lustre, opaco y quebradizo; este cuerpo posee mejor que ninguń otro la propiedad de absorver 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 vejetal es un buen combustible y sirve para la fabricacion de la pólvora y para desoxidar los metales. Además se usa para desinfectar las car-

nes y las aguas corrompidas; es tambien un decolórante enérgico y por su medio se clarifican y decoloran los aceites, jarabes y otros líquidos.

El carbon 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 combinacion ácida es el ácido carbónico, cuyas propiedades mas principales son las siguientes: á la temperatura y presion ordinaria de la atmósfera se presenta en forma de gas, incoloro, de sabor acídulo 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 presion 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 presion ordinarias, disuelve el agua poco mas de su volúmen de gas ácido carbónico, pero aumentándolas convenientemente se consigue que 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 mencion 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 por 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 contínuamente á los tubos que le conducen á los puntos que se quiere alumbrar por su inflamacion.

## LECCION 73.

### SUMARIO.

**Generalidades de los metales.—Aleaciones y oxidos 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 presion 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, ductibilidad, tenacidad y conductibilidad para el calórico y la electrícidad.

Entre los metales se encuentran los cuerpos mas densos conocidos, en tanto que algunos 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 traves de láminas muy delgadas metálicas se perciben luces diferentemente 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 escepcíon de tres, el oro, el cobre y el tántalo que son amarillos rojizos.

La maleabilidad y ductibilidad 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 conductibilídad 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 si. Esta union es parecida á las mezclas 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 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, reduciendo 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.

## LECCION 74.

### SUMARIO.

**Generalidades de las sales.**

Se da 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 electro-positiva. Entre los compuestos salinos los hay que pueden combinarse entre sí y dan orígen á combinaciones de tercer órden 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 decrepitacion. La mayor parte de las sales solubles son susceptibles de cristalizar cuando se evapora el líquido que las tiene disueltas; los cristales asi formados contienen siempre agua en cantidades definidas; á esta agua se la llama agua de cristalizacion. Por esta razon las sales poseen dos clases de fusion, la fusion acuosa y la fusion 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 cristalizacion y se reducen á polvo; y son delicuescentes cuando espuestas al aire absorven la humedad y se liquidan.

La deflagracion 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 espensas del agua y otras á las 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 caractéres 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 á una temperatura elevada; deflagran en las áscuas; 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 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 áscuas, 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 resíduo pulverulento de sílice pura, completamente insoluble en el agua.

## LECCION 75.

### 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 la mas 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 qne no descomponen el agua sino á la temperatura de 100 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 sino á un grado de calor rojo; los mas principales son: Manganeso, Zinc, Hierro, Estaño, Cadmio, Cobalto y Niquel.

4.ª seccion. Metales que absorben el oxígeno á la temperatura mas elavada, pero que no descomponen el agua á ninguna temperatura; los mas principales son: el Cromo, Vanadio; Tunsgteno, Antimonio, Bismuto, Cobre y Plomo.

5.ª seccion. Metales que no pueden absorber el oxígeno sino á cierta temperatura, y que no pueden descomponer el agua. Sus óxidos se reducen á una temperatura elevada, 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 facilmente sobro 50°. Son: Manganeso, Circonio, Itrio, Torinio, Cerío, Lantalo, Erbio y Terbio.

3.ª seccion. Metales que absorben el oxígeno al calor rojo, cuyos óxidos no se descomponen por solo la accion del calor, y no descomponen el agua sino á temperaturas superiores á 100°. Estos descomponen el agua en frio en presencia de ácidos enérgicos. Son: ¡Hierro, Niquel, Cobalto, Cromo, Aluminio Glueinio, Zinc, Cadmio y Urano.

4.ª seccion. Metales que absorben el oxígeno al calor 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, Tantalo, 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 seccíon. 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 oxigeno; son: Mercurío, Plata, Rodio, Iridio, Paladio, Platino, Rutenio y Oro.

Regnaul operaba para determinar esta clasificacion calentando los metales quimicamente puros por medio de una corriente de vapor de agua en tubos de porcelana.

## LECCION 76.

### SUMARIO.

**Metales de la primera seccion.**

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 dán orígen á óxidos que se conocen con el nombre de Alcalis: de aqui el que á estos metales se les haya llamado alcalinos.

El potasio fué descubierto por Davy descomponiendo su òxido 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 proyecta un fragmento sobre el agua, se le ve correr con rapidez sobre la superficie bajo el aspecto de una esferita brillante, que disminuye de vo-

lúmen, y va 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 crístalinas contienen el silicato de potasa.

Se obtiene en gran cantidad esponiendo 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 votaliza 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 peróxido que encierra tres veces mas oxígeno, y toma por consiguiente la fórmula $KO^3$.

De estas dos combinaciones solo el prótoxido 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. 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, absorbiendo 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 fácilmente 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 precipi-

tado amarillo de cloruro doble de potasio y de platino.

## LECCION 77.

### SUMARIO.

**Metales de la segunda sección.**

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 del 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 alcalínas.

Por el amoniaco precipitan en blanco cuando no hay un esceso de ácido ni ninguna sal amoniacal; en este caso las sales de barita, de estronciana y de cal no la han precipitado; pero si el licor magnesiano 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 estrema, en cuyo caso el sulfato de magnesia podia cristalizar.

## LECCION 78.

### Sumario.

**Metales de la tercera seccion;—Zinc.**

Entre los metales que componen esta seccion. no hay sino tres, el zinc, el hierro y el estaño, respecto de los cuales trataremos con alguna detencion.

Zinc es un metal de color blanco azulado; su

testura es cristalina. A la temperatura ordinaria se hiende cuando se le golpea con martillo; cuando se calienta á 100.º es muy ductil y maleable; poco sonoro; su densidad varia de 6,86 á 7, 19. Se funde á 360.º calentado mas 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 rapidez á una mas elevada. Es atacable por todos los ácidos aun por los mas 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 tambien el hierro y el niquel 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 en 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: 3.º En el estado de óxido combinado con el óxido de hierro.

Se estrae 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 fabricacion del laton; se emplea en la construccion de baños, canalones y cubiertas de edificios; pero la virtud emetica 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 esceso de reactivo.

Los carbonatos alcalinos las precipitan en blanco, sucediendo lo mismo con el prusiato de potasa, los fosfatos y los arseniatos alcalinos. El

ácido sulfhídrico no precipita las sales de zinc cuando tiene esceso de ácido.

## LECCION 79.

### SUMARIO.

**Hierro; propiedades de sus sales.**

El hierro es el mas importaute de todos los metales por sus numerosas aplicaciones en las artes. Se emplea en tres estados diferentes; 1.º en el estado de hierro dulce; 2.º en el estado de acero, y 3.º en el estado de fundicion.

El acero y la fundicion 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, ductil y muy tenaz. El hierro es uno de los metales mas difíciles de fundir; se reblandece á una temperatura muy ínferior á su punto de fusion, y se puede en este caso amoldar con el martillo y soldarle sobre sí mismo; goza en el mas 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

irisado; al calor rojo se oxida rápidamente y se cubre de escamas de óxido negro. El aire húmedo le oxida lentamente cubriendo su superficie 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 contienen el hierro como elemento principal son muy numerosos. Se encuentran en el estado nativo, en el estado de óxi-

do, 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 emplean el hierro, la fundicion 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.

Se conocen tres combinaciones de hierro con el oxígeno: 1.ª un protóxido FeO, que es una base enèrgica; 2.ª un sesquióxido, $Fe,^{2}O,^{3}$ 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 $Fe,^{3}\ O^{4}$, pero se conduce como una combinacion 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 astringente y metálico.

La potasa y la sosa dan un precipitado blanco que enverdece al aire, el amoniaco produce

una reaccion semejante precipitándolas en parte.

Los carbonatos alcalínos precipitan en blanco.

El ácido sulfhídrico no las precipita si son ácidas pero los sulfhidratos dan precipitados negros.

El cianuro ferroso-potásico da un precipitado blanco que azulea al aire.

El tanino no las precipita, pero el líquido se ennegrece al aire.

Las sales de peróxido de hierro dan disoluciones amarillas, tanto mas oscuras cuanto mas se aproximan á la neutralidad.

Los alcalís fijos y el amoniaco dan un precipitado pardo de hidrato de peróxido; un esceso de amoniaco no redisuelve el precipitado.

Los carbonatos alcalinos dan el mismo precipitado pardo.

El ácido sulfhídrico dá 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 caractéres distinguen perfectamente las sales de protóxido de las de peróxido de hierro.

## LECCION 80.

### 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 particulares 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 estrae del óxido 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 hecha en un horno de mangas ó en uno de reverbero donde se verifica la reduccion. Las escorias nadan sobre el metal líquido y los metales menos fusibles se depositan en el fondo sosteniendo una temperatura muy moderada.

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, Sn $O,^2$ ó ácido estacnico.

Las sales de protóxido de estaño son en lo general incoloras; enrojecen fuertemente la tintura 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 alcalís blancos; redisolviéndose el precipitado por un esceso de reactivo. El amoniaco tambien las precipita en blanco pero un esceso de amoniaco no disuelve el precipitado, el ácido sulfhídrico las precipita en pardo oscuro.

El cloruro de oro da un precipitado purpúreo en las disoluciones de protóxido de estaño muy diluidas.

Los caractéres de las sales correspondientes

al ácido estácnico son los siguentes: la potasa, la sosa y el amoniaco dan un precipitado blanco que se disuelve en un esceso de reactivo.

El ácido sulfhídrico dá un precipitado amarillo pálido y los sulfhidratos pruducen la misma reaccion.

El cloruro de oro no produce precipitado en una disolucion de percloruro de estaño.

## LECCION 81.

### Sumario.

**Metales de la cuarta seccion.**

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 cristalizacion 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 óxido y de sulfuro.

Para estraerle del sulfuro, se tuesta convenientemente al aire, de manera que se trasforme en óxido, y despues se trata por el carbono ó por alguna sustancia vejetal.

Este metal 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 mas oxigenada, á la cual se dá la fórmula $Sb^2O^5$ juega el papel de ácido y se la 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 redisuelven en un esceso de alcalí.

El amoniaco dá un precipitado blanco insoluble en un esceso de reactivo.

El ácido sulfhídrico dá un precipitado anaranjado característico.

El sulfihidrato de amoniaco dá el mismo pre-

cipitado, pero este se disuelve en un esceso de reactivo.

## LECCION 82.

### 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 5 respecto á la ductibilidad. Su 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 húmedo 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 vejetales no le atacan sino por el intermedio del aire; los aceites

grasos obran del mismo modo. Esta propiedad esplica la partícularidad tan conocida de que las materias alimenticias que se hacen hervir en el cobre bien limpio y desoxidado, no se vuelven venenosas, cargándose de cobre sino por el enfriamiento. En este caso es solamente cuando el aire puede atravesar el líquido, penetrar hasta el cobre y favorecer su disolucion. Se alea con todos los metales escepto con el hierro y el plomo.

El cobre se encuentra en la naturaleza en diferentes estados: 1.° nativo: 2.° oxidado: 3.° en el estado de sulfuro: 4.° 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 carbono. Se combina con el oxígeno y forma varias combinaciones, entre las cuales son las mas principales el oxídulo de cobre $CuO^2$; y el protóxido de cobre CuO.

Las sales solubles del prímer compuesto dan disoluciones incoloras. Los alcalis las precipitan en amarillo anaranjado.

El ácido sulhídrico 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 esceso de este reactivo disuelve el precipitado y dá un líquido de un hermoso azul, el ácido sulhídrico dá precipitados negros que no se disuelven por un esceso de sulhidrato.

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 83.

### SUMARIO.

**Plomo; caractéres 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 por 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 convierte en protóxido. No descompone el agua.

El ácido nitrico le ataca vivamente; el sulfú-

rico le ataca tambien, cuando está concentrado é hirviendo.

El azufre, el selenio, el fósforo y el arsénico se combinan directamente con el plomo. Se alea á la mayor parte de los metales.

Se encuentra en la naturaleza mas comunmente en estado de sulfuro de donde se estrae con preferencia el plomo.

Se conocen tres combinaciones de plomo con el oxígeno; el sub-óxido $Pb^2O$; el protóxido, PbO; y el bióxido $PbO^2$ ó ácido plumbico.

Los caractéres 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 dán precipitados blancos que se disuelven en un esceso de reactivo, los carbonatos alcalinos dan el mismo precipitado blanco pero no se disuelve en un esceso 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 reduccion, dan un glóbulo de plomo metálico fácil de reconocer por sus propiedades físicas y químicas.

## LECCION 84.

### 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. Liquido hasta menos 39°; sólido se asemeja al plomo por su maleabilidad y ductibilidad; en este estado produce sobre los órganos la misma sensacion 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 nitrico 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 estrae generalmente del sul-

furo 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 oxigeno: 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 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 esceso de reactivo.

El ácido sulfhidrico, en pequeña cantidad produce un precipitado blanco; pero si se emplea en esceso produce un precipitado anaranjado.

El yoduro de potasio dá un precipitado de un rojo hermoso, que puede disolverse en un esceso de yoduro alcalino ó en un esceso de sal mercurial. En los dos casos se forman yoduros dobles solubles.

## LECCION 85.

### Sumario.

**Metales de la sesta seccion. Plata.**

Los metales de esta seccion no absorben el oxigeno 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 los metales. Su densidad es de 10, 4; se funde á 22º del pirómetro; el aire no la oxida; el ácido nitrico la ataca fácilmente; el sulfúrico no la ataca sino cuando está concentrado, los ácidos vejetales 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 ó 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, clorudada, yodurada; se encuentra tambien aleada con el oro, con el mercurio, y en estado de carbonato, aunque en pequeñas porciones se halla tambien en la mayor parte de los sulfuros de cobre, de plomo y de arsénico.

Los procedimientos que se siguen para estraer la plata son muy variados segun la naturaleza de las minas. Estos procedimientos consisten en reducir la plata al estado metálico aleandola con el plomo ó con el mercurio. Se separa del primero por la copelacion, operacion 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 razon 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 algun 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 descomposion, por medio del nitrato 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 esceso de reactivo.

El amoniaco produce el mismo precipitado pero se disuelve completamente en esceso; los carbonatos alcalinos dán precipitados blancos mates.

El ácido sulhfidrico produce un precipitado negro.

El ácido clorhídrico y los cloros solubles forman en las disoluciones de plata un precipitado

blanco, que se reune facilmente por la agitacion en un depósito cuajado, sobre todo si el líquido encierra en un esceso 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 zinc, el cobre y el mercurio; por este último se forma la cristalizacion conocida bajo la denominacion de árbol de Diana, nombre con que los antiguos designaban á la plata.

## LECCION 86.

### 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 volatil.

El oxígeno y el aire no le alteran ni en frio ni en caliente.

La mayor parte de los metaloides se unen á el oro. Un gran número de metales pueden combinarse con él y formar aleaciones de las cuales algunas ofrecen bastante interes.

Los ácidos no le atacan, y para disolverle es preciso emplear el agua regia. El oro no se encuentra nada mas que en estado nativo, ó combinado con un poco de plata, de cobre y 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 oxígeno; un oxídulo $Au^2O$, y un sesquióxido $Au^2O^3$.

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 87.

### 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 sino 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 hacía el año 1818. El oxígeno y el aire no tienen accion sobre èl 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 facilmente con el platino: sucede lo mismo con la mayor parte de los metales; nótase sobre

todo que el Iridio y el Osmio le vuelven muy duro.

No es atacado mas que, por un pequeño número de ácidos. El ácido clohídrico y el sulfúrico 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 litina; no le alteran los carbonatos alcalinos. El platino no es atacado sino debilmente, por el azufre, el fósforo y el arsénico; pero la esponja de platino se combina muy facilmente 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, iridio, osmio, etc.

Para aislarle se disuelve en estas combina-

ciones 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 recoje el precipitado y se calcina; por esta operacion el clorhidrato de amoníaco, así como el cloro del cloruro, se desprenden y dejan por resíduo el platino en estado esponjoso. Este metal es bastante dificil de forjar; pero aleándole con una pequeña cantidad de arsénico adquiere esta propiedad.

El platino metálico puede tambien 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 todavia 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 esta propiedad en la construccion de la lámpara sin llama debida á Davy.

El platino, en razon de su inalterabilidad y de su infusibilidad, es muy útil para la preparacion de diferentes instrumentos empleados en cirujía ó en los laboratorios de química. Se usa tambien para construir el oido 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 alcalis cáusticos.

Se conocen dos óxidos de platino; el protóxido, PtO; y el bióxido, $PtO^2$. Estos dos óxidos son bases dèbiles; cada uno de ellos forma una série 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 que es el esclusivamente empleado en los laboratorios. La potasa y el amoniaco, sus carbonatos, y en general todas las sales de potasa y de amoniaco, precipitan el platino en el estado de cloruros dobles; mientras que la sosa las sales de sosa no forman precipitados.

# PROGRAMA ESPLICADO DE FISICA Y QUIMICA.

## ÍNDICE.

L. GOMEZ

FISICA
Y
QUIMICA