

INSTITUTO DEL CARDENAL CISNEROS

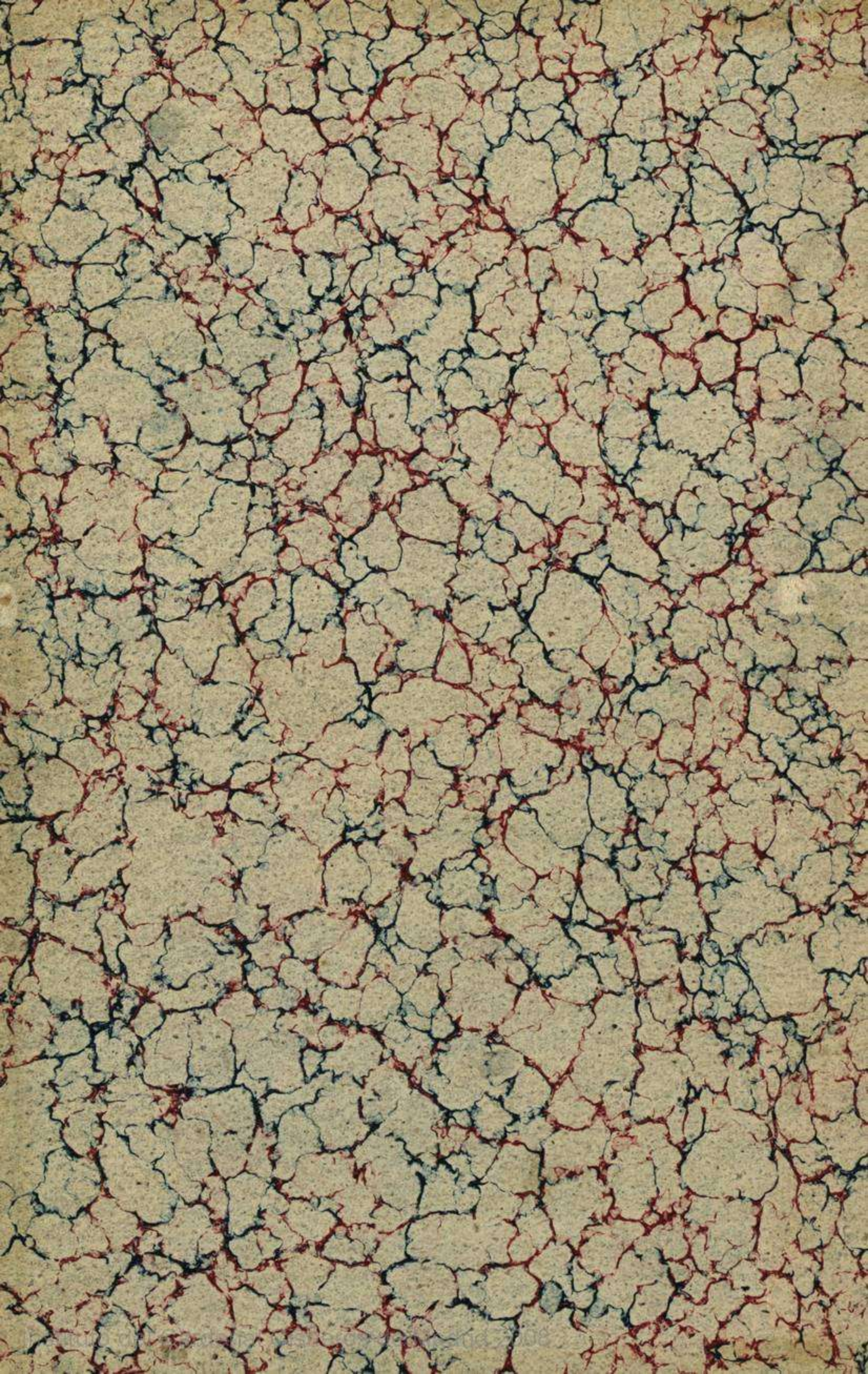
GUIA DEL BACHILLER.

CIENCIAS.

CISNEROS

33

LIBRO
184X





BIB/33

2836

SEGUNDA ENSEÑANZA.

—
GUIA

DEL BACHILLER

POR

D. FÉLIX SANCHEZ Y CASADO.

SEGUNDA PARTE:

ARITMÉTICA Y ALGEBRA.
GEOMETRÍA Y TRIGONOMETRÍA.
FÍSICA Y QUÍMICA.
FISIOLOGÍA E HIGIENE.
HISTORIA NATURAL.



MADRID.

IMPRESA Á CARGO DE GREGORIO JUSTE,
Isabel la Católica, 23, 2.º
1874.

BIB/33(3)

FÍSICA

Y

QUÍMICA

PARA USO

DE LOS ALUMNOS DE LOS INSTITUTOS, COLEGIOS Y SEMINARIOS

Y TAMBIEN PARA LAS PERSONAS
QUE DESEEN ADQUIRIR UNA IDEA BREVE, PERO EXACTA DE ESTAS
IMPORTANTÍSIMAS CIENCIAS.

POR

D. FÉLIX SANCHEZ Y CASADO.

—
Tercera edicion.
—

CON LICENCIA DE LA AUTORIDAD ECLESIASTICA.

ILUSTRADA CON GRABADOS INTERCALADOS EN EL TEXTO

Y UNA LÁMINA CROMOLITOGRAFICA

DEL ESPECTRO SOLAR.



MADRID.

IMPRENTA Á CARGO DE GREGORIO JUSTE,

Isabel la Católica, núm. 23, 2.º

1873.

FISICA

QUINTA

D. FELIX SANCHEZ Y CASADO

PRECIO EN TODA ESPAÑA,
4 rs. en rústica,
6 rs. en cartoné.

Los pedidos pueden hacerse al Autor (calle de San Roque, núm. 12 y 14, 2.º derecha, Madrid), el cual hará una rebaja de 25 por 0/0 siempre que el pedido exceda de 100 rs. y se acompañe su importe en libranzas ó en letras de fácil cobro.

PRÓLOGO.

El favor con que ha sido recibido este cuaderno tanto en los establecimientos de segunda enseñanza como en otros elementales y profesionales, nos impone el deber de mejorarle y corregirle cuanto nos sea posible, para hacerle merecedor del crédito de que goza, y para ponerle en armonía con los progresos que han hecho estas ciencias en los últimos años.

Al efecto hemos ordenado y arreglado el texto bajo un plan enteramente nuevo, que haga ver en admirable unidad el enlace y mútua dependencia de las leyes y teorías en él contenidas.

Para dar mayor claridad á la exposcion, le acompañamos con un número suficiente de grabados expresamente trabajados para esta edicion, y además una lámina que representa los colores del espectro solar.

En la imposibilidad de descender á prolijos pormenores, ni entrar en minuciosos detalles, ponemos al fin de algunos párrafos en letra más pequeña aquellos ejemplos, aclaraciones ó consideraciones que amplian y esclarecen las verdades contenidas en el texto.

Con el fin de dar una base científica al estudio de la Fisiología, que hoy forma una asignatura aparte, termi-

namos este cuaderno con unas nociones, breves en verdad, pero suficientes, de la química orgánica, cuyo conocimiento es tan necesario en la asignatura antes citada y en la Historia Natural.

Entre las personas que nos han facilitado noticias acerca de las mejores obras, recientemente publicadas en el extranjero, debemos citar con gratitud al Dr. Braun, que ha tenido á bien ponernos en relacion con un editor de Alemania, y al jóven arquitecto señor Puente, nuestro antiguo discípulo, que ha utilizado su permanencia en Berlin para remitirnos los libros que gozan de mayor aceptacion en aquellas escuelas.

El autor con que ha sido traducido este cuaderno tal como se en los establecimientos de segunda enseñanza como en las escuelas y profesoras, nos imponen el deber de facilitar y conservar tanto como sea posible, por la sencilla manera del crédito de que goza, y para facilitar en armonia con los progresos que dan lugar a estas ciencias en los últimos años.

Al efecto hemos ordenado y arreglado el texto bajo un plan convenientemente nuevo, que hácia vez es admirable en su unidad de enlaces y en su dependencia de las leyes y reglas en el contenido.

En el dar lugar a la claridad y la exactitud de las expresiones con un número suficiente de grabados expresivos, trabajos para esta edición, y además una lámina que representa las colores del espectro solar.

En la introducción se descenderá a explicar brevemente el punto en que se hallan los detalles, poniendo al fin de algunos artículos en forma de preguntas y respuestas, para facilitar a los estudiantes que se ocupan de estos asuntos o constataciones que amplian y esclarecen las teorías y conceptos en el texto.

Con el fin de dar una base científica al estudio de la fisiología, que hoy forma una asignatura aparte, se ha

INTRODUCCION.

A) NOCIONES PRELIMINARES.

1. MATERIA Y CUERPO. Llámase *materia* todo lo que ocupa un lugar en el espacio. Una porcion limitada de materia recibe el nombre de *cuerpo*. El conjunto de todos los cuerpos se designa con el nombre de *naturaleza*, *mundo material* ó *corpóreo*.

2. CIENCIA DE LA NATURALEZA. La exposicion ordenada y sistemática de los conocimientos relativos á la naturaleza, forma el objeto de la *Ciencia de la Naturaleza* (Física de los antiguos). Estos conocimientos se refieren bien á las propiedades y caractéres de los cuerpos, objeto de la *Historia Natural*, bien á las leyes generales á que están sometidos, objeto de la *Física* y de la *Química*.

3. OBSERVACION Y EXPERIMENTO. Estas ciencias sacan sus conocimientos inmediata y principalmente de la experiencia (*ciencias físicas ó experimentales*), lo cual tiene lugar de dos modos: ó bien por la atenta y exacta consideracion de los fenómenos que tienen lugar en la

(a) De la griega *physis*, naturaleza.

naturaleza (*observacion*), ó bien por los cambios producidos por el hombre (*experimento*).

Progreso de las ciencias naturales desde Bacon de Verulamio.

4. LEY NATURAL. Es una proposicion que expresa los cambios constantes que experimenta un cuerpo sometido á determinadas condiciones.

Leyes del péndulo.

Explicar un fenómeno es referirle á una ley natural de que dependen tambien otros fenómenos análogos.

Explicacion del eco por la reflexion del sonido.

5. FUERZAS. Como no podemos averiguar las causas que producen los fenómenos, las llamamos *fuerzas*, aun cuando no podemos demostrarlas, ni aplicarlas experimentalmente.

Referimos la caida de los cuerpos á la fuerza de atraccion de la tierra.

6. HIPÓTESIS (b). Se dá este nombre al empleo de principios que no han sido suministrados por la experiencia, y de los cuales nos servimos para comprender con una ojeada los fenómenos análogos.

Hipótesis de las ondulaciones.

7. MÉTODO DEDUCTIVO. Las leyes particulares se pueden inferir de las generales por medio de conclusiones deductivas, principalmente con la aplicacion de las matemáticas. De este modo la ciencia comprueba sus resultados, y se enriquece con hechos importantes antes desconocidos.

Descubrimiento de Neptuno por Leverrier.

8. DIFERENCIAS ENTRE LA FÍSICA Y LA QUÍMICA. Los cambios producidos por las fuerzas son: ó bien exteriores y se verifican en el espacio, ó bien son íntimos y afectan á la materia de los cuerpos; los primeros son objeto de la Física, los segundos de la Química. La pri-

(b) De las griegas *hipo*, debajo, y *tithemi*, poner; lo mismo que suposicion.

mera se ocupa *en general* no solo en aquellas propiedades que los cuerpos presentan siempre, como la gravedad, la movilidad, etc., sino tambien en las que se manifiestan en ciertas condiciones: luz, calor, magnetismo, electricidad. La segunda tiene principalmente por objeto la investigacion de los elementos de los cuerpos y bajo qué condiciones experimentan cambios cada uno *en particular*.

El ascenso del aire caliente por el cañon de una chimenea es un fenómeno *físico*, la combustion de la leña en la misma es un fenómeno químico.

9. UTILIDAD DE LA FÍSICA. Inútil parece hablar de la utilidad de la Física en la vida comun, ahora que todo el mundo utiliza sus nuevos descubrimientos y aplicaciones (máquinas de vapor, fotografía, galvanoplastia, telégrafos eléctricos, etc.) Pero prescindiendo de esta utilidad inmediata, no es posible estudiar la maravillosa disposicion de la naturaleza sin dar gracias á su Creador, que no solo ha producido con su omnipotencia la admirable máquina del mundo, y nos ha hecho capaces de percibirla y comprenderla, sino que la conserva y la rige con su amorosa Providencia.

10. DIVISION DE LA FÍSICA. Todos los fenómenos físicos consisten en movimientos. Estos movimientos: ó bien se producen en los cuerpos considerados en su totalidad, ó bien en las más pequeñas partículas (moléculas) de los mismos, y por tanto son movimientos moleculares.

Los movimientos de los cuerpos en su totalidad se estudian en la *mecánica*, las leyes generales del movimiento molecular en el *tratado de las ondulaciones*, y sus aplicaciones especiales en el tratado del *sonido* (acústica), en el de la *luz* (óptica), en el del *calor* (calórico), en el del *magnetismo* y en el de la *electricidad*.

Además de esto hay que tratar de las *propiedades*

generales de los cuerpos y también de las diferencias exteriores de los mismos.

B) PROPIEDADES GENERALES DE LOS CUERPOS.

11. DEFINICION. Se llaman *propiedades generales* las que convienen á todos los cuerpos. Estas son: la *extension*, la *impenetrabilidad*, la *porosidad*, la *divisibilidad*, la *compresibilidad*, la *dilatabilidad*, la *movilidad*, la *inerencia*, la *gravitacion* y la *gravedad*. Las dos primeras se llaman *necesarias*, porque sin ellas no se conciben los cuerpos, y las demás se llaman *contingentes*, porque podemos muy bien concebir los cuerpos sin ellas.

12. EXTENSION. Es la propiedad que tiene todo cuerpo de ocupar un lugar en el espacio.

13. IMPENETRABILIDAD. Es la propiedad por la que un cuerpo no puede ocupar un lugar que al mismo tiempo está lleno por la materia de otro.

Campana de buzos.

14. POROSIDAD. Es la propiedad que tienen los cuerpos de que su materia no llene completamente el espacio que les corresponde, sino que deja intersticios que se llaman *poros*.

Experimento de los académicos de Florencia en 1664.

15. DIVISIBILIDAD. Es la propiedad que tienen los cuerpos de poder ser divididos en partes ó partículas homogéneas por la accion de medios externos y mecánicos.

La divisibilidad excede los límites de la percepcion sensible.

Alambre de platino.—Dorado.—Materias colorantes (carmin).—Materias olorosas (almizcle.)

Las partículas más pequeñas que se conciben como

indivisibles se llaman *moléculas*, y sus elementos *átomos* (a).

16. COMPRESIBILIDAD Y DILATABILIDAD. La primera es la propiedad que tienen los cuerpos de disminuir su volúmen, bien por una presión exterior ó por enfriamiento. Y por el contrario, la segunda es la propiedad de aumentar su volúmen, bien por la tracción, bien por la elevación de temperatura.

Compresibilidad del agua.—Anillo de S'Gravesand.

17. ELASTICIDAD. Es la propiedad que tienen los cuerpos de perder las variaciones de volúmen ó de figura, producidas por una fuerza exterior, cuando ésta cesa de obrar. La elasticidad se manifiesta de muchos modos, según que las alteraciones son producidas por la tracción, por la flexión, por la presión ó por la torsión. Sería completamente elástico aquel cuerpo que recobrase completamente la forma primitiva, y con la misma fuerza con que había sido comprimido ó dilatado, pero no hay cuerpo alguno que la posea en este grado. Los más elásticos son los gases; siguen á estos los líquidos; y entre los sólidos sobresalen la goma, el marfil, etc.

18. MOVILIDAD É INERCIA. *Movilidad* es la propiedad que tienen los cuerpos de poder ser obligados á moverse, esto es, á variar de posición. La *inercia* (b) consiste en la indiferencia de los cuerpos para el reposo y para el movimiento, en cuya virtud permanecen en cualquiera de estos dos estados, hasta tanto que pasan á otro por la acción de una fuerza exterior.

La idea de la inercia fué formulada por Galileo en 1638. De la primera parte es una prueba lo que todos los días estamos viendo, pero para la segunda tenemos que recurrir á los cuerpos celestes, porque en la superficie de la tierra los cuerpos en movimiento disminuyen su velocidad, y quedan en reposo á causa del rozamiento y de la resistencia del aire.

(a) De las griegas *a*, no, y *temno*, cortar, esto es, indivisible.

(b) De la latina *inertia*, desidia.

19. GRAVITACION Y GRAVEDAD. La *gravitacion* ó atraccion universal es la fuerza por la cual dos cuerpos se atraen á cualquier distancia. Esta fuerza está en razon directa de la masa de los cuerpos, y en razon inversa del cuadrado de la distancia.

Estas leyes fueron demostradas por Newton en 1682.

La *gravedad* es la fuerza por la cual, en virtud de la atraccion universal, todos los cuerpos son atraidos hácia la tierra.

La presion de un cuerpo sobre una base se llama su *peso*, y la cantidad de partes materiales que contiene recibe el nombre de *masa*.

C) DIFERENCIAS EXTERIORES DE LOS CUERPOS.

20. PESO ESPECÍFICO. En un mismo cuerpo á igual volúmen corresponde igual peso, pero en cuerpos diferentes no sucede así. Si se compara el peso de diferentes cuerpos con el peso de un volúmen igual de agua, el número que indica la relacion del peso de un cuerpo con un volúmen igual de agua, se llama su *peso específico*.

21. ESTADOS DE AGREGACION DE LOS CUERPOS. Bajo el punto de vista de la resistencia que oponen los cuerpos á una verdadera separacion de sus moléculas, se dividen en sólidos, líquidos y gaseosos. Esta diferencia no es esencial, pues un mismo cuerpo puede recorrer los tres estados, por ejemplo, el agua que todos los dias vemos en estado líquido, se encuentra en estado gaseoso (vapor) y estado sólido (hielo).

Llamamos *sólido* al cuerpo cuyas partículas solo pueden separarse ó cambiar de posicion aplicando una fuerza más ó ménos considerable. La resistencia opues-

ta á esta fuerza se llama *cohesion* (a). Los cuerpos sólidos tienen además una figura determinada.

Son *líquidos*, los cuerpos cuyas partículas se pueden separar ó cambiar de posición muy fácilmente. Estos en pequeña cantidad toman una figura esférica (*gotas*), y en grande la de los vasos que los contienen y además son poco compresibles.

Son *gaseosos* los cuerpos cuyas moléculas tienden constantemente á separarse unas de otras, de suerte que solo pueden recogerse en vasos cerrados en todos sentidos, contra cuyas paredes ejercen una presión, y además son compresibles en alto grado, y en cesando la presión se dilatan de nuevo.

PRIMERA PARTE.

MECÁNICA.

A) NOCIONES PRELIMINARES.

22. POSICION. El lugar del espacio que ocupa un cuerpo se llama su *posición*.

23. REPOSO Y MOVIMIENTO. Se dice que un cuerpo está en *reposo* cuando no varía de posición; y se dice que está en *movimiento* cuando varía de posición. La reunión de las posiciones tomadas poco á poco por un cuerpo que se mueve se llama su *camino*. El camino de un punto es una línea.

24. VELOCIDAD. Todo movimiento requiere tiempo, porque ningún cuerpo puede estar á la vez en dos lugares distintos. La relación del tiempo con el camino se llama *velocidad*.

(a) De la latina *cohæreo*, estar unido, pegado.

25. ESPECIES DE MOVIMIENTO. Si la velocidad es constante, esto es, si un cuerpo recorre siempre en tiempos iguales espacios iguales, el movimiento se llama *uniforme*; pero, si la velocidad varía, el movimiento se llama *variado*.

En el movimiento uniforme, la velocidad es el camino recorrido en la unidad de tiempo.

La velocidad variada puede aumentar ó disminuir; si sucede lo primero, el movimiento se llama *acelerado*, y si lo segundo, recibe el nombre de *retardado*. La cantidad en que varía la velocidad en la unidad de tiempo se llama *aceleracion*. En el movimiento acelerado, la aceleracion es *positiva*, en el retardado *negativa*. Cuando la aceleracion es invariable, el movimiento se llama *uniformemente acelerado ó retardado*.

26. FUERZAS. En virtud de la inercia todo movimiento que principia ó toda modificacion de movimiento supone una causa exterior que se llama fuerza.

Las fuerzas capaces de producir un movimiento ó una modificacion del movimiento, se llaman *activas* (gravedad, fuerza muscular, calor, elasticidad, magnetismo, electricidad y la inercia de las masas en movimiento); y aquellas fuerzas que solo modifican el movimiento, se llaman *pasivas* (rozamiento, adhesion y cohesion).

En toda fuerza hay que distinguir: 1.º el *punto de aplicacion*, esto es, el punto material á que inmediatamente se aplica; 2.º la *direccion*, es decir, la recta en que este punto tiende á moverse; y la *intensidad ó magnitud*, esto es, la medida de su accion.

Una fuerza sola produce siempre un movimiento, pero en la accion combinada de dos ó más fuerzas puede resultar reposo; en este caso las fuerzas se dice que están en *equilibrio* (a).

(a) De la latina *æquus*, igual y *libra*, peso, comparacion tomada de la balanza.

Como no vemos las fuerzas mismas, sino sólo sus efectos, tampoco podemos medirlas sino por los efectos que producen, y como la fuerza más difundida es la gravedad, y su efecto más comun la presión (peso), por eso todas las fuerzas se expresan en peso.

Las fuerzas se representan por medio de líneas que indican su punto de aplicación, su dirección y su magnitud proporcional.

27. DEFINICION DE LA MECÁNICA (a). Es la ciencia del equilibrio y del movimiento de los cuerpos.

28. DIVISION DE LA MECÁNICA. Se divide en *estática* (b) esto es, tratado del equilibrio; y en *dinámica* (c) ó tratado del movimiento. Pero como el equilibrio y el movimiento puedan tener por objeto los sólidos, los líquidos ó los gases resultan seis secciones.

- 1.^a Equilibrio de los cuerpos sólidos.
- 2.^a Movimiento de los cuerpos sólidos.
- 3.^a Equilibrio de los cuerpos líquidos.
- 4.^a Movimiento de los cuerpos líquidos.
- 5.^a Equilibrio de los cuerpos gaseosos.
- 6.^a Movimiento de los cuerpos gaseosos.

B) EQUILIBRIO DE LOS CUERPOS SÓLIDOS

a) DE LA COMPOSICION Y DESCOMPOSICION DE LAS FUERZAS.

39. COMPOSICION DE LAS FUERZAS. Si dos ó más fuerzas actúan á la vez sobre un cuerpo, ó se mantienen en equilibrio ó producen combinadas un movimiento. El movimiento efectuado por la acción combinada de muchas fuerzas, se puede considerar producido, en la mayor parte de los casos, por una sola fuerza. La investi-

(a) De la griega *mechane*, máquina.

(b) De la griega *statique*, derivada de *istemi*, reposar.

(c) De la griega *dynamis*, fuerza, potencia.

gacion de esta fuerza se llama *composicion de las fuerzas*, la fuerza que se busca *resultante* y las fuerzas dadas *componentes*. Cuando la resultante de dos ó más fuerzas es igual á cero, las fuerzas están en equilibrio.

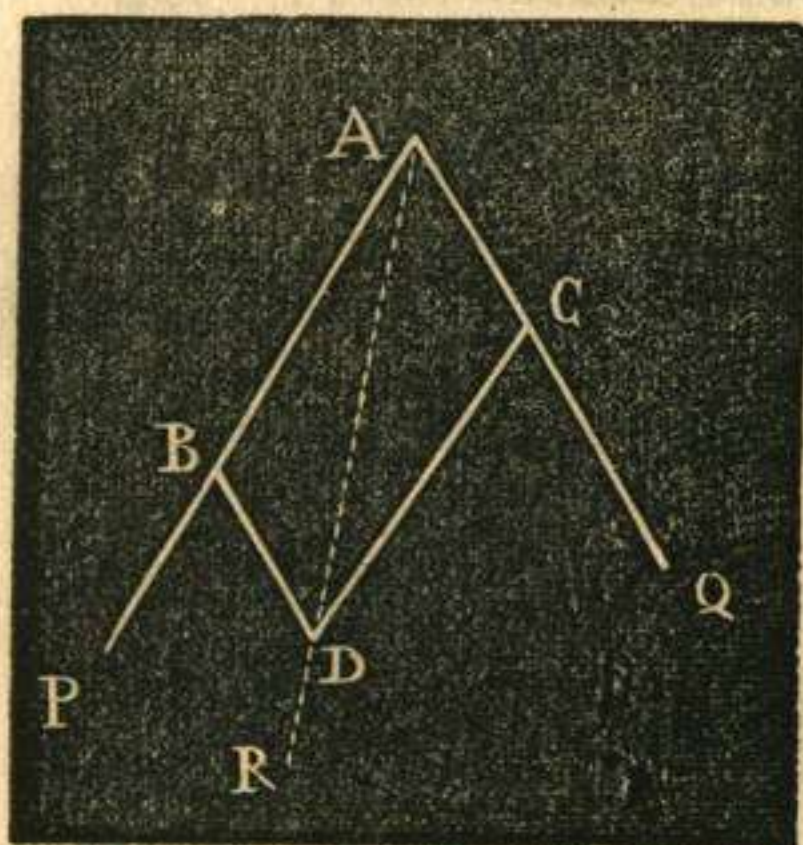
En la composicion de las fuerzas hay que considerar desde luego dos casos: que las componentes tengan un punto de aplicacion comun ó que no le tengan.

30. FUERZAS CON UN PUNTO DE APLICACION COMUN.

1.º La resultante de dos fuerzas que actúan en el mismo sentido, es igual á su suma y obra en la misma direccion.

2.º La resultante de dos fuerzas dirigidas en sentido contrario es igual á su diferencia, y obra en la direccion de la mayor.

(FIGURA 4.ª)



Paralelogramo de las fuerzas.

3.º La resultante de dos fuerzas AB y AC que forman un ángulo cualquiera BAC, es igual en magnitud y en direccion á la diagonal AD del paralelogramo ABDC construido sobre las intensidades de las dos fuerzas (Paralelogramo de las fuerzas.)

31. FUERZAS PARALELAS.

Cuando dos fuerzas paralelas se hallan aplicadas á los extremos de una recta y actúan en el mismo sentido, su resultante es igual á su suma, es paralela á ellas y su punto de aplicacion divide á la recta en dos partes que están en razon inversa de las componentes.

Cuando las fuerzas paralelas son iguales y actúan en sentido contrario, la resultante es cero; pero se consti-

tuye un *par de fuerzas*, en cuya virtud la recta gira sobre sí misma.

32. DESCOMPOSICION DE LAS FUERZAS. En lugar de una fuerza que obra sobre un cuerpo, se pueden imaginar siempre dos ó más fuerzas, que juntas produzcan el mismo efecto. La investigacion de estas fuerzas, cuya resultante es conocida, se llama descomposicion de una fuerza.

1.º Una fuerza se descompone en dos, dirigidas en la misma direccion, siempre que su suma sea igual á la fuerza conocida, y ambas actúen en la misma direccion que ella.

2.º Una fuerza se descompone en dos fuerzas dirigidas en opuesto sentido, siempre que su diferencia sea igual á la fuerza dada, y que la mayor actúe en el mismo sentido que ella.

3.º Una fuerza se puede descomponer en otras dos que formen un ángulo cualquiera, siempre que se pueda construir un paralelógramo, en el cual la fuerza dada sea la diagonal y las otras dos los lados contíguos.

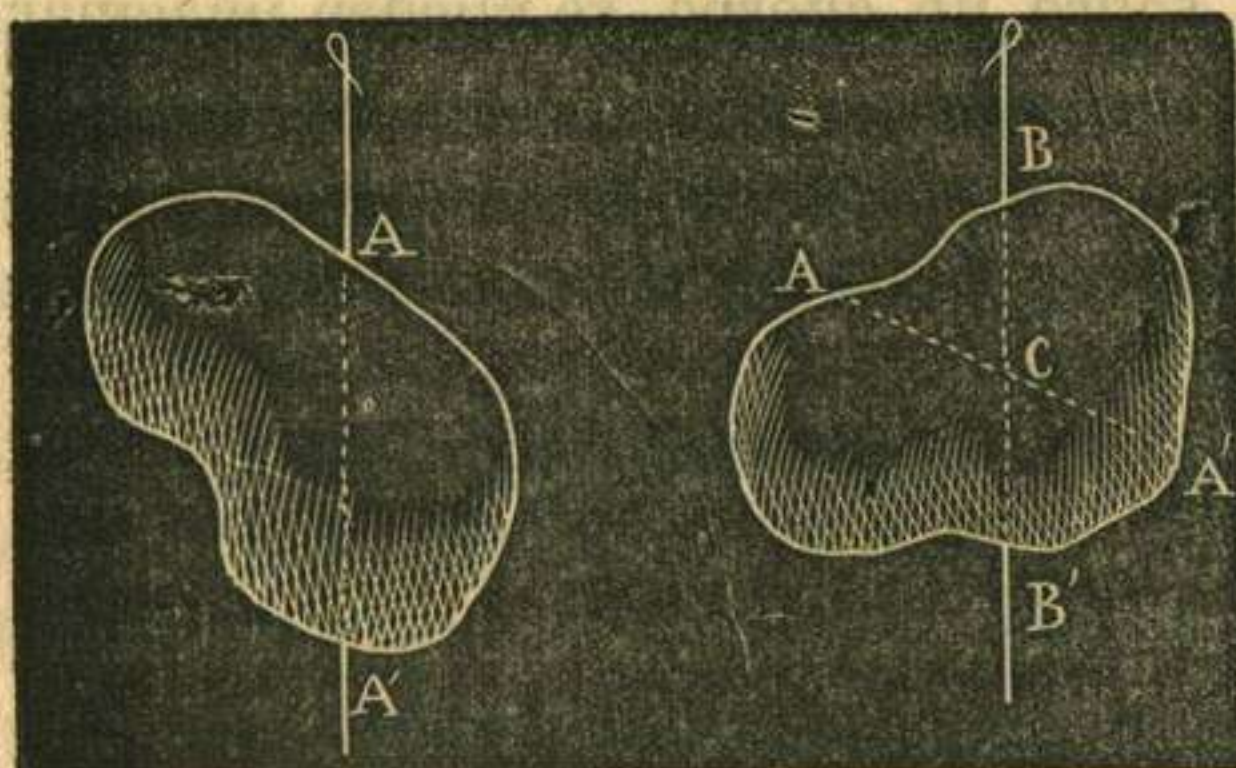
b) CENTRO DE GRAVEDAD.

33. DEFINICION. *El centro de gravedad* de un cuerpo es un punto por el cual pasa constantemente la resultante de las acciones de la gravedad sobre las moléculas de este cuerpo, en todas las posiciones que este pueda tomar.

Tambien puede definirse prácticamente diciendo: que es el punto en que el cuerpo permanece en equilibrio en todas sus posiciones.

34. DETERMINACION EXPERIMENTAL DEL CENTRO DE GRAVEDAD. Para determinar experimentalmente el centro de gravedad de un cuerpo, se le suspende de un hilo

atado á un punto A de su superficie, y cuando ha tomado su posición de equilibrio, se señala el punto A'

(FIG. 2.^a)

Determinación experimental del centro de gravedad.

á donde vendría á parar la prolongación del hilo; después se le suspende atando el hilo á otro punto B, se señala el punto B' donde cortaríamos á la superficie la prolongación del hilo, y el centro de gravedad estará en la intersección C de las rectas AA' y BB'.

35. POSICION Y PROPIEDADES DEL CENTRO DE GRAVEDAD. Cuando el cuerpo tiene una forma geométrica, es fácil hallar el centro de gravedad teóricamente. En un *círculo* ó *esfera* está en el centro de figura; en una *recta* está en su punto medio, en un *paralelógramo* en la intersección de las diagonales; en un *triángulo* en la intersección de las líneas que unen los puntos medios de los lados con los vértices opuestos.

Cuando un cuerpo no está sostenido mas que por uno de sus puntos, para que esté en equilibrio, es menester que su centro de gravedad se encuentre en la vertical que pasa por este punto. Cuando un cuerpo apoya en un plano horizontal muchos de sus puntos, es menester, para que esté en equilibrio, que la vertical del centro de gravedad caiga en lo interior del polígono formado por esos puntos, que se llama *base de sustentación*, pues si cayese fuera, el peso del cuerpo le haría venir á tierra.

36. ESPECIES DE EQUILIBRIO. Si á un cuerpo que está en equilibrio se le hace tomar una posición un poco diferente, ó bien vuelve por sí mismo á la posición primitiva, ó bien toma otra posición de equilibrio, ó se queda también en equilibrio en la nueva posición. En el primer caso se dice que el equilibrio es *estable*; en el segundo que es *instable*, y en el tercero que es *indiferente*. *Estable* es cuando un pequeño cambio de posición produce la elevación del centro de gravedad; *instable*, cuando es un descenso; é *indiferente*, cuando no tiene lugar ninguna de las dos cosas. El equilibrio de un cuerpo suspendido es *estable*, cuando el centro de gravedad está debajo del punto de suspensión; *instable*, cuando está verticalmente encima, é *indiferente*, cuando el mismo centro de gravedad está sostenido.

(C) DE LAS MÁQUINAS.

37. DE LAS MÁQUINAS EN GENERAL. Una fuerza solo puede obrar inmediatamente sobre un punto situado en su dirección, y cuando es menester que actúe sobre un punto situado fuera de ella, se necesita un aparato especial que se llama *máquina*. Por consiguiente, máquina es todo aparato por cuyo medio una fuerza produce un efecto, que sin él podría ser producido por otra fuerza, cuya dirección no coincidiese con la dirección de la fuerza dada. Con este cambio de dirección va con mucha frecuencia unida una modificación de su intensidad y de la especie de movimiento.

Las máquinas no dan fuerza y á todas ellas es aplicable el principio de que todo lo que se gana en tiempo se pierde en fuerza, y vice-versa.

Toda máquina tiene por objeto superar un obstáculo. Este obstáculo se llama *resistencia*, la fuerza que

ha de superarle *potencia*, y el obstáculo fijo en que se destruye parcialmente la resistencia, se llama *punto de apoyo*.

En toda máquina se trata de encontrar la relación en que deben estar entre sí la potencia y la resistencia á fin de que puedan estar en equilibrio, y una vez conocido esto, es fácil inferir las condiciones para que resulte movimiento en uno ó en otro sentido.

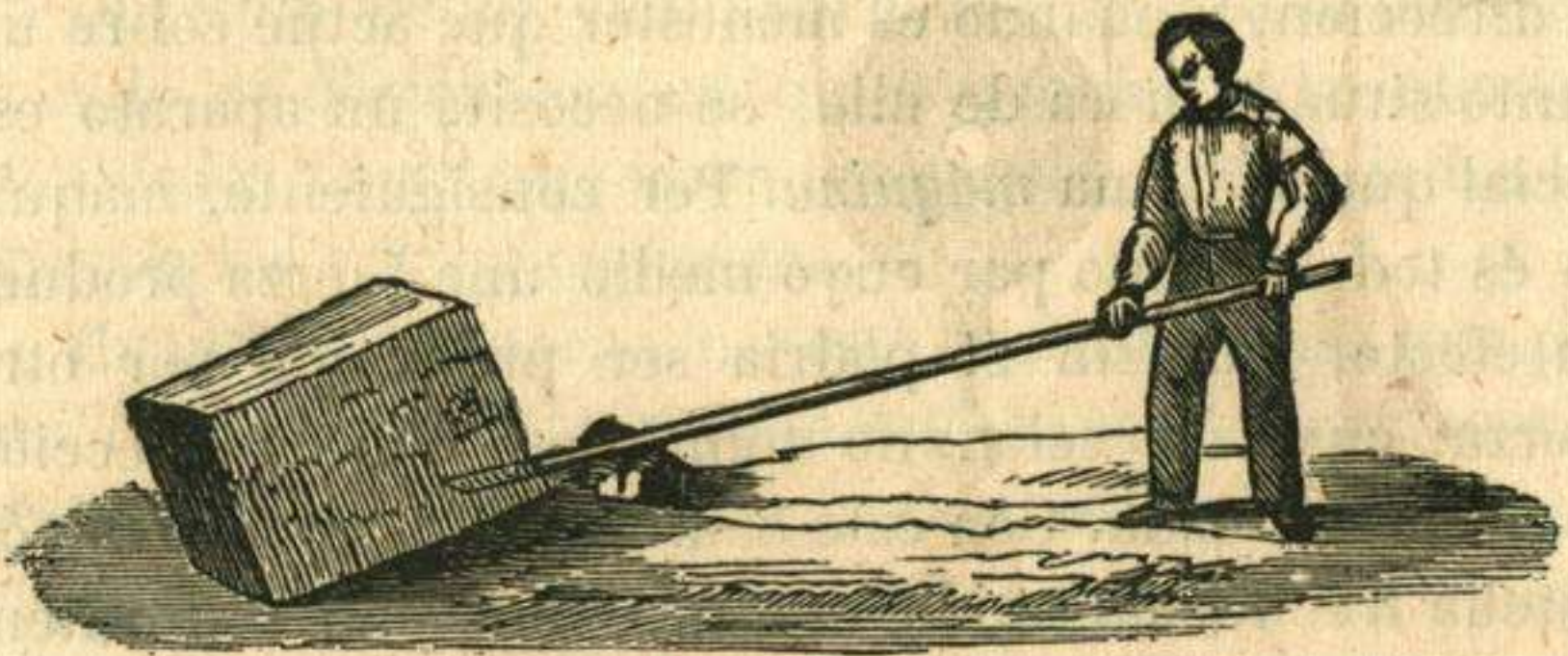
38. DIVISION DE LAS MÁQUINAS. Cuando la máquina consta solo de un cuerpo movable, se llama *simple*; y cuando se compone de varios cuerpos que obran mutuamente unos sobre otros, reciben el nombre de *compuestas*.

La polea es una máquina simple, y la grua, que sirve en los muelles de los puertos para cargar los buques, es una máquina compuesta.

Las máquinas simples son: la *palanca*, la *polea*, el *torno*, el *plano inclinado*, la *cuña* y el *tornillo*.

La segunda y tercera se pueden referir á la primera, así como también la quinta y la sexta se pueden referir á la cuarta.

(FIG. 3.^a)



Palanca.

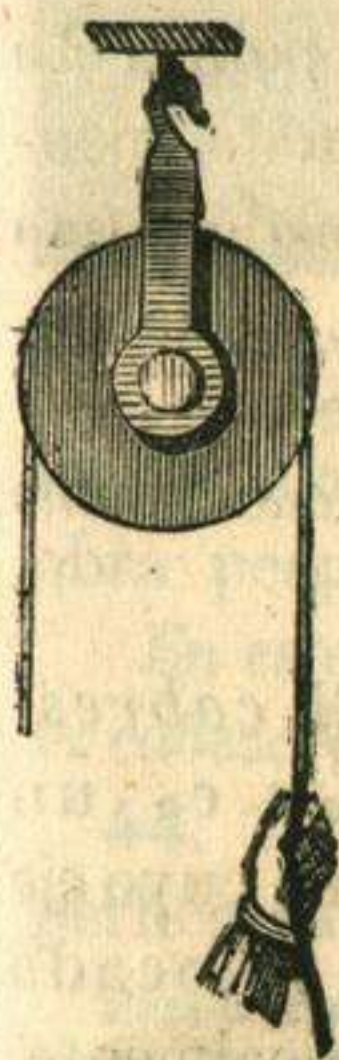
39. PALANCA. Se da este nombre á todo cuerpo inflexible que puede girar alrededor de un punto fijo, (punto de apoyo) y al cual se le aplican dos fuerzas (potencia y resistencia) situadas en un mismo plano.

Hay tres géneros de palanca: de *primer género*, cuando el punto de apoyo se halla entre la potencia y la resistencia (las tijeras); de *segundo género*, cuando la resistencia se halla entre el punto de apoyo y la potencia (la carretilla de los trabajadores); y de *tercer género*, cuando la potencia se halla entre el punto de apoyo y la resistencia (el brazo humano).

Se llaman *brazos de palanca* las distancias respectivas del punto de apoyo á los puntos de aplicación de la potencia y de la resistencia.

La ley de equilibrio en esta máquina es: *que la potencia y la resistencia están en razon inversa de los brazos de palanca.*

La *balanza* es una palanca de primer género de brazos iguales. La *romana* es una palanca tambien de primer género, pero de brazos desiguales. La *baldecula* es una combinacion de dos palancas de brazos desiguales. Todas tres sirven para determinar el peso de los cuerpos.

(FIG. 4.^a)

Polea fija.

(FIG. 5.^a)

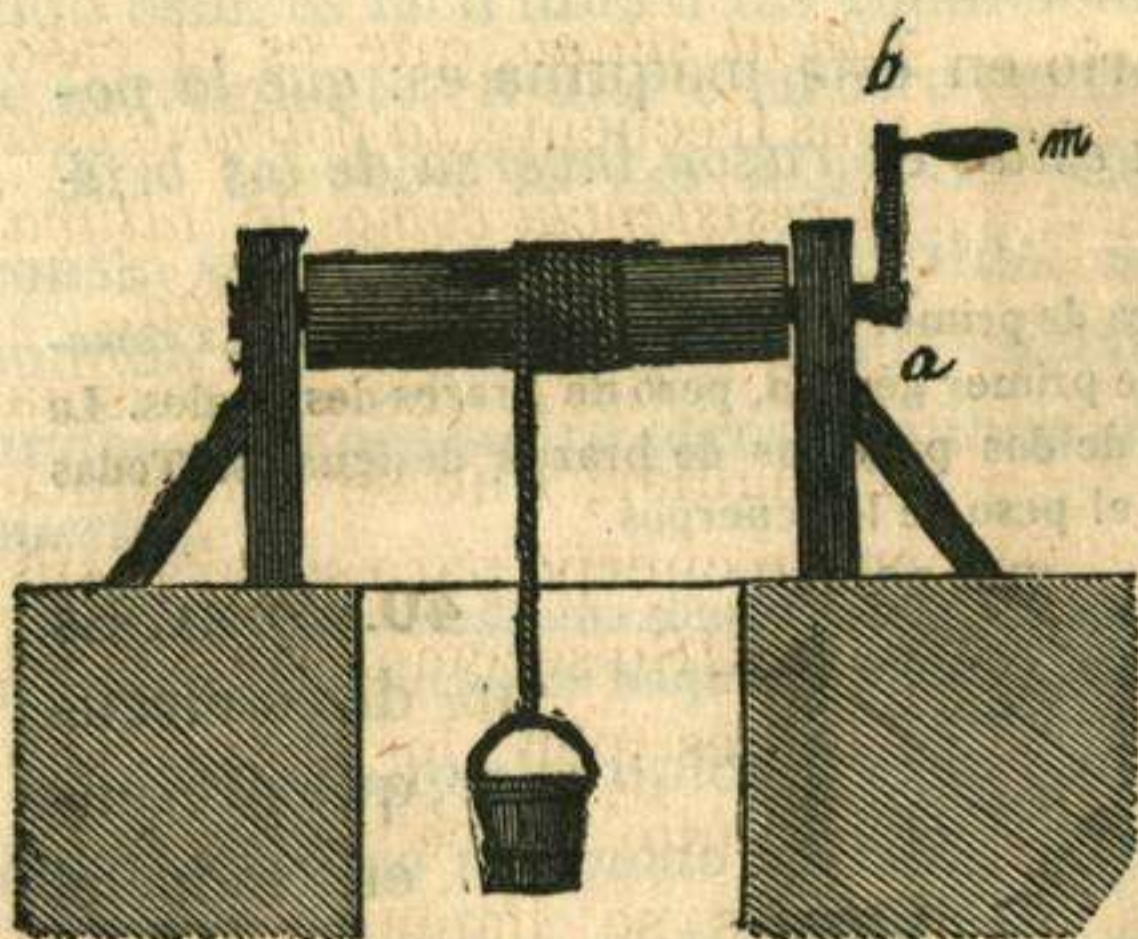
Polea movable.

40. POLEA. ES un disco circular, que presenta en todo el contorno de su canto un carril destinado á recibir una cuerda, y que puede girar libremente alrededor de un eje, el cual se apoya en dos chapas llamadas *armas*.

La polea es *fija* cuando las armas están fijas, y la potencia y la resistencia obran en los extremos de las cuerdas. La polea es *movible* cuando uno de los extremos de la cuerda está fijo, en el otro actúa la potencia, y la resistencia está aplicada á las armas.

La polea fija sólo tiene movimiento de *rotacion*; la movable posee además el de *traslacion*.

En la polea fija la potencia y la resistencia son iguales. En la polea movable, cuando las cuerdas están paralelas, la potencia es igual á la mitad de la resistencia.

(FIG. 6.^a)

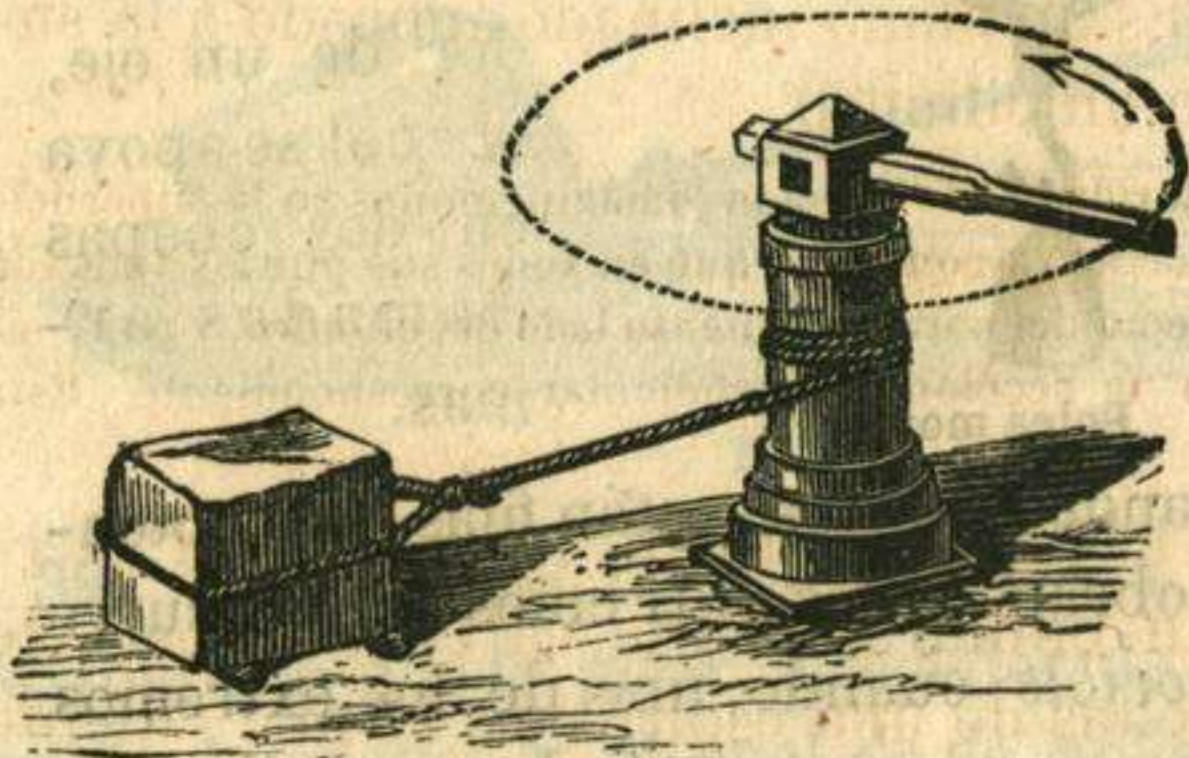
Torno.

41. TORNO.

Consta de un cilindro y de una rueda, unas palancas ó un manubrio *ab*, unidos entre sí, y que se mueven alrededor de un eje comun. En el contorno del cilindro obra la resistencia pendiente de una cuerda, y la potencia se aplica á la circunferencia de la rueda.

En esta máquina, la potencia es á la resistencia como el radio del cilindro es al radio de la rueda.

En esta máquina, la potencia es á la resistencia como el radio del cilindro es al radio de la rueda.

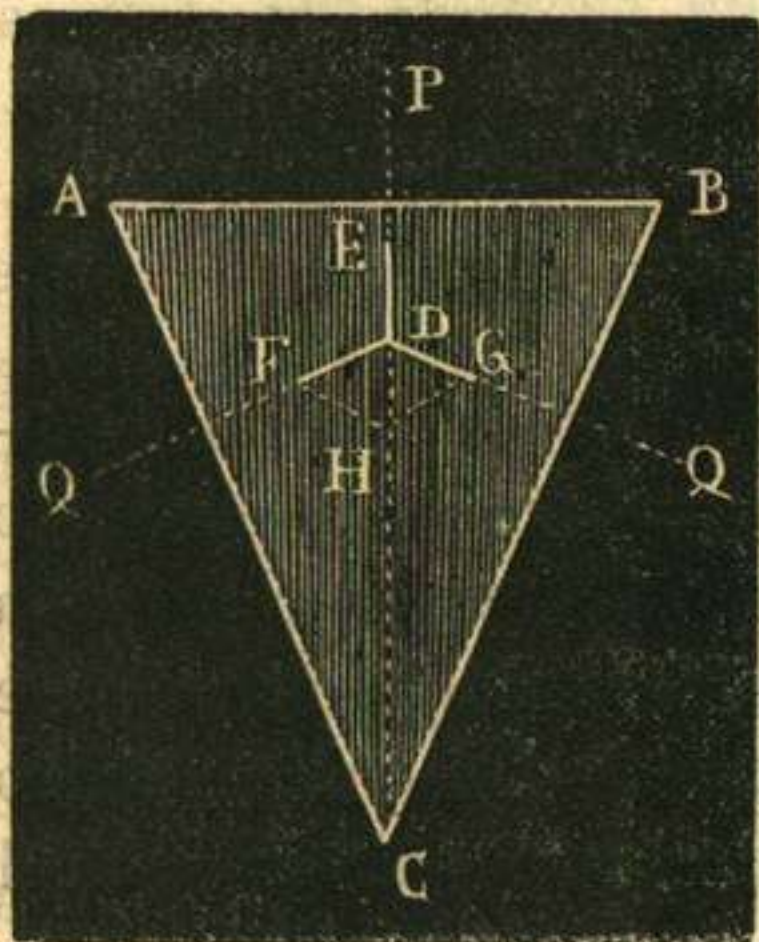
(FIG. 7.^a)

Cabrestante.

El *cabrestante* es un torno, cuyo eje está colocado verticalmente.

42. PLANO INCLINADO. Es un plano, que forma con el horizonte un ángulo agudo, en él hay una

resistencia que es puesta en equilibrio por una potencia. Si se corta por un plano vertical resultará un triángulo rectángulo, cuya hipotenusa se llama *longitud*, su cateto horizontal se llama *base*, y el vertical recibe el nombre de *altura*.

(FIG. 8.^a)

Cuña.

Cuando la potencia es paralela al plano, que es el caso más frecuente, la potencia es á la resistencia como la altura del plano es á su longitud.

43. CUÑA. Es un prisma triangular, que se introduce en un cuerpo para separar sus partes. Su seccion transversal ABC es por lo comun un triángulo isósceles, los lados iguales se llaman *caras*; el tercer lado AB *cabeza*; y el ángulo opuesto C *córte*. La po-

tencia se aplica á la cabeza de la cuña, y la resistencia obra perpendicularmente á los lados.

En esta máquina la potencia es á la resistencia como la cabeza es á el lado.

44. TORNILLO. Es un plano inclinado aplicado á la superficie lateral de un cilindro.

Para concebir con claridad su formacion, imaginémonos en la superficie de un cilindro recto una curva continua, que en todos sus puntos tenga la misma inclinacion respecto del correspondiente lado del cilindro, y por consiguiente tambien con la seccion perpendicular correspondiente. Esta curva se llama *espiral*.

En el tornillo hay que distinguir la *rosca* y la *tuerca*. La rosca es un cilindro macizo, á cuya superficie se aplican las vueltas de una espiral en forma saliente (espira). La tuerca es un cilindro hueco en cuya superficie interior las vueltas de la espira están acanala-

das; de suerte que la tuerca es un verdadero molde de la rosca. Esta lleva un brazo de palanca para auxiliar á la potencia. La distancia entre dos espiras consecutivas, se llama *paso de la rosca*.

En esta máquina la potencia es á la resistencia como el paso de la rosca es á la circunferencia descrita por el brazo de palanca.

C) MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS SÓLIDOS.

a) DE LAS LEYES DE LOS DIFERENTES MOVIMIENTOS.

45. MOVIMIENTO UNIFORME. Si cesa de obrar una fuerza que ha puesto un cuerpo en movimiento, el estado de éste debe permanecer invariable hasta tanto que otra fuerza actúe sobre el cuerpo; por consiguiente sigue tambien invariable la relacion del espacio recorrido con el tiempo; ó lo que es lo mismo, la velocidad y el movimiento es *uniforme*.

Cuando el movimiento es rectilíneo, si llamamos e al espacio recorrido, t al tiempo y v á la velocidad; tendremos:

$$e = vt, \quad t = \frac{e}{v} \quad \text{y} \quad v = \frac{e}{t}$$

46. LEYES DE LA CAIDA DE LOS CUERPOS. Si una fuerza obra sobre un cuerpo con una intensidad constante, resulta un movimiento uniformemente acelerado. El caso más frecuente de este movimiento es el descenso de los graves.

A causa de la gravedad, que en un mismo punto de la tierra puede ser considerada como constante, todos los cuerpos son atraídos hácia el centro de la tierra, y por tanto caen verticalmente cuando se les abandona á sí mismos. Esta caida en la cual prescindimos tambien de la resistencia del aire se llama la caida de los cuerpos.

Sus leyes son las siguientes:

1.^a Todos los cuerpos caen en el vacío con igual velocidad.

2.^a El espacio recorrido en el primer segundo es 4 m, 899.

El duplo de este espacio ó sea 9 m, 799 (intensidad de la gravedad en Madrid) se designa con la letra g .

3.^a Los espacios totales recorridos por dos cuerpos son entre sí como los cuadrados de los tiempos.

Siendo e el espacio recorrido y t el tiempo, tendremos:

$$e = \frac{1}{2} gt^2$$

4.^a Los espacios recorridos en cada segundo son como la série de los números impares.

5.^a La velocidad final en el primer segundo es igual al duplo del espacio recorrido en el mismo, y por tanto igual á g .

6.^a Las velocidades finales de dos cuerpos son entre sí como los tiempos.

De suerte que la velocidad final v en el segundo t será $v = gt$.

47. PÉNDULO. Se designa con este nombre un cuerpo suspendido de un punto cualquiera que no coincida con su centro de gravedad, de suerte que pueda moverse libremente alrededor del mismo.

48. MOVIMIENTO OSCILATORIO. Si se separa este cuerpo de la posición de equilibrio estable, en la cual el centro de gravedad está á plomo debajo del punto de apoyo, entonces retrocede nuevamente con movimiento acelerado hasta la posición de equilibrio, pero no se queda allí en reposo, sino que avanza, mediante la velocidad adquirida, hácia el lado opuesto un espacio casi igual, hace alto allí, y comienza desde esta posición de reposo el mismo movimiento en sentido opuesto y así sucesivamente.

49. PÉNDULO SIMPLE Y PÉNDULO COMPUESTO. Para mayor

sencillez se imagina previamente en lugar del cuerpo pesado un punto matemático pendiente de un hilo inextensible y sin peso. Este péndulo ideal se llama *simple*, en contraposición al efectivo, llamado *compuesto*.

Se llama *oscilación* el paso del péndulo de una posición extrema á otra. El arco descrito por el punto material se llama *amplitud* de la oscilación, y por último, *longitud* del péndulo simple es la distancia entre el punto de suspensión y el punto material.

50. LEYES DEL PÉNDULO SIMPLE. Son las siguientes:

1.^a En un mismo péndulo las pequeñas oscilaciones son isócronas (*a*).

2.^a En péndulos de la misma longitud la duración de las oscilaciones es la misma, sea cual fuere la materia de que esté formado el péndulo.

3.^a En péndulos desiguales la duración de las oscilaciones es proporcional á las raíces cuadradas de sus longitudes.

51. LONGITUD DEL PÉNDULO COMPUESTO. Es igual á la de un péndulo simple que hiciese sus oscilaciones en el mismo tiempo.

52. APLICACIONES DEL PÉNDULO. El isocronismo de las oscilaciones le hace emplear con ventaja para regular la marcha de los relojes, sirve además para probar directamente las leyes de la gravitación, la masa y la densidad de la tierra, y en su virtud para calcular la del sol, de la luna y de los planetas.

53. MOVIMIENTOS COMPUESTOS. A estos movimientos corresponden el parabólico y el circular, porque suponen el concurso de dos fuerzas.

54. MOVIMIENTO PARABÓLICO. El movimiento de un cuerpo que se lanza en el espacio, resulta de la combi-

(a) De las griegas *isos*, igual, y *cronos*, tiempo, esto es, que se verifican en tiempos iguales.

nacion del movimiento rectilíneo y uniforme que tomaría en virtud de una fuerza instantánea, con el uniformemente acelerado, que le hubiera comunicado la acción de la gravedad por sí sola.

55. MOVIMIENTO CIRCULAR. Es originado por dos fuerzas: una que tiende á dirigirle hácia un punto del espacio, la cual se llama fuerza *centripeta* (a), y otra que tiende á separarle de él, y se llama *centrífuga* (b).

Esta última es proporcional al cuadrado de la velocidad del cuerpo, y está en razon inversa del rádio del círculo que describe.

b) DEL CHOQUE DE LOS CUERPOS SÓLIDOS.

56. DEL CHOQUE EN GENERAL. El choque tiene lugar cuando un cuerpo en movimiento da contra otro cuerpo, bien se halle éste en reposo ó bien en movimiento.

En el choque hay que tener en cuenta la figura, la masa y la elasticidad de los cuerpos que chocan, y además la velocidad y la direccion del movimiento.

57. DIVISION DEL CHOQUE. Bajo el punto de vista de la direccion, el choque se divide en *directo* y *oblicuo*. Es directo cuando el sentido del movimiento de los dos cuerpos que se encuentran coincide con la línea que une sus centros de gravedad, y *oblicuo*, cuando esto no sucede.

58. CANTIDAD DE MOVIMIENTO. En el choque directo, la intensidad depende solamente de la masa y de la velocidad, cuyo producto se llama *cantidad de movimiento*; pero en el oblicuo influye además la direccion del movimiento.

59. ELASTICIDAD DE LOS CUERPOS. Para mayor clari-

(a) De las latinas *centrum*, centro y *peto*, encaminarse, dirigirse.

(b) De las latinas *centrum*, centro y *fugio* huir, apartarse.

dad supondremos ó bien que los cuerpos son perfectamente elásticos, ó bien que no lo son, llamando elásticos á los primeros, y no elásticos á los segundos.

60. CHOQUE DIRECTO DE CUERPOS NO ELÁSTICOS. En todos estos casos supondremos para mayor sencillez, que los cuerpos tienen forma esférica.

1.º Si dos esferas no elásticas y de igual masa chocan en sentido contrario y con igual velocidad, quedan en reposo despues del choque.

2.º Si una de ellas se hallase en reposo se moverán las dos, pero con una velocidad igual á la mitad.

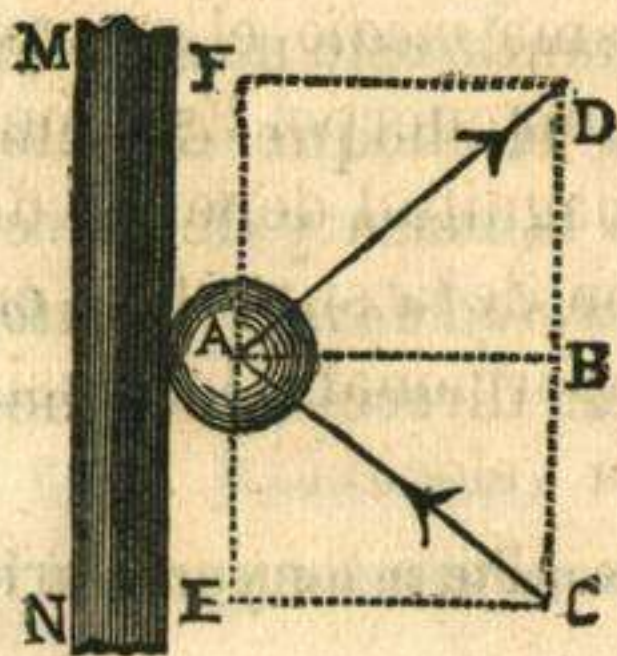
El principio general en esta especie de choque es: que la velocidad despues del choque es igual á la suma ó diferencia de sus cantidades de movimiento dividida por la suma de las masas.

61. CHOQUE DIRECTO DE LOS CUERPOS ELÁSTICOS.

1.ª Si una esfera elástica choca con otra que está en reposo, queda en reposo despues del choque, y la que antes estaba en reposo se pone en movimiento con la velocidad de la que produjo el choque.

2.ª Si dos esferas elásticas se chocan en la misma ó en opuesta direccion se separan despues del choque con sus velocidades cambiadas.

(FIG. 8.ª)



Choque oblicuo contra un plano.

62. CHOQUE OBLÍCUO. El caso más notable es el siguiente: cuando una esfera elástica A choca oblicuamente contra un plano MN, rebota con la misma velocidad y formando al lado opuesto un ángulo de *reflexion* FAD igual al de *incidencia* CAE.

c) RESISTENCIAS PASIVAS.

63. DE LAS RESISTENCIAS PASIVAS EN GENERAL. Las leyes del equilibrio y del movimiento, expuestas en los números precedentes son en gran manera modificadas en la realidad por los obstáculos, que son inevitables en todo movimiento. Los principales son el rozamiento y la resistencia del medio en que tiene lugar el movimiento.

64. ROZAMIENTO. Recibe este nombre la resistencia que resulta cuando un cuerpo se mueve sobre otro.

El rozamiento es proporcional á la presión é independiente de la velocidad y de la extensión de las superficies de contacto.

El rozamiento disminuye pulimentando las superficies ó con la interposición de cuerpos crasos.

Si bien tenemos principalmente que atribuir al rozamiento el que los resultados efectivos de nuestras máquinas sean muy inferiores á los efectos calculados, también es verdad que nos presta innumerables servicios: sin él no podríamos dar un paso; los clavos no prenderían; los nudos se soltarían, y las telas mismas de que están hechos nuestros vestidos caerían en hilos sueltos.

65. RESISTENCIA DEL MEDIO. Se llama *medio* el cuerpo líquido ó gaseoso en que se mueve un cuerpo. Este medio presenta una resistencia cuya magnitud depende de la cantidad, disposición ó inclinación de la superficie en que se encuentran, y además es proporcional á la densidad del medio y al cuadrado de la velocidad.

La utilidad de esta resistencia se ve palpablemente en los remos, en la natación, en el vuelo, en el para-caídas, etc.

D) EQUILIBRIO DE LOS CUERPOS LÍQUIDOS.

a) EQUILIBRIO DE LOS CUERPOS LÍQUIDOS EN GENERAL.

66. PRINCIPALES PROPIEDADES DE LOS LÍQUIDOS. Las propiedades más importantes de los líquidos, de las cuales se deducen las leyes del equilibrio y del movimiento de los mismos, son las siguientes:

- 1.^a Los líquidos son pesados.
- 2.^a Los líquidos son compresibles.
- 3.^a Las moléculas líquidas se mueven con gran facilidad. De lo cual resulta:

a. Que en la superficie de todo líquido existe una tensión, por la cual las moléculas son atraídas hacia el interior hasta cierta profundidad; cuya tensión disminuye de la superficie al centro.

La prueba de esta tensión de la superficie se encuentra en una burbuja de agua de jabón que tiende á contraerse, y que disminuye continuamente en tanto que está en el cañuto.

b. Todo cuerpo líquido, abandonado libremente á sí mismo, toma la forma esférica.

c. Todo líquido contenido en un vaso, está limitado en su parte superior por un plano horizontal, que se llama nivel del líquido.

d. Toda presión ejercida sobre un líquido contenido en vaso cerrado por todos lados, se trasmite en todas direcciones con la misma intensidad.

Este principio, llamado de *igualdad de presión*, sirve de fundamento á la construcción de la *prensa hidráulica*.

67. PRESIONES EJERCIDAS POR LOS LÍQUIDOS. Todo líquido contenido en un vaso, ejerce en todos sus puntos, á causa de su peso, una presión, tanto sobre las paredes del vaso, como sobre sí mismo. Por esto se distinguen tres especies de presiones: la del fondo, la de las pare-

des laterales y la del interior del líquido.

a. La presión ejercida sobre el fondo del vaso es igual al peso de una columna líquida que tenga por base el fondo del vaso, y por altura su distancia al nivel del líquido.

Esta presión es independiente de la forma del vaso.

b. La presión ejercida por un líquido sobre las paredes laterales del vaso en que está contenido, es igual al peso de una columna líquida que tenga por base la superficie de la pared que sufre la presión, y por altura la distancia del centro de gravedad de ésta al nivel del líquido.

c. Toda capa líquida sufre presiones iguales y contrarias por ambas partes, y esta presión es igual al peso de una columna líquida que tenga por base la superficie de presión, y por altura su distancia al nivel del líquido.

68. TUBOS COMUNICANTES. Reciben este nombre dos vasos que tienen tal comunicación, que el líquido puede pasar libremente del uno al otro.

Para que haya equilibrio entre varios líquidos contenidos en tubos comunicantes es menester que la distancia de nivel de éstos al centro de gravedad de la superficie de separación esté en razón inversa de su peso específico.

b) EQUILIBRIOS DE LOS CUERPOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS.

69. PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES. Todo cuerpo sumergido en un líquido, pierde tanto de su peso cuanto pesa el líquido desalojado.

Si el cuerpo sumergido es más pesado que el agua desalojada, se va al fondo; si es más ligero que el agua, es arrojado á la superficie con una fuerza igual á la diferencia entre su propio peso y el del agua desalojada

por él; y por último, si pesa tanto como un volúmen igual de agua, queda en equilibrio en cualquier punto.

Por eso un huevo, que es más pesado que el agua, y ménos pesado que el agua saturada (*a*) de sal, se va al fondo en el agua, sobrenada en el agua salada, y permanece en equilibrio en una mezcla conveniente de ambos líquidos.

70. ACCIONES MOLECULARES ENTRE LOS CUERPOS SÓLIDOS Y LOS LÍQUIDOS. Las consecuencias deducidas del peso de los cuerpos y de la gran movilidad de las moléculas de los líquidos, respecto de la forma de su superficie y del equilibrio en vasos comunicantes, son modificadas también en la realidad por la acción recíproca de los cuerpos sólidos y líquidos en su inmediato contacto.

a. Entre los cuerpos sólidos y líquidos, cuando están en inmediato contacto, tiene lugar una atracción recíproca que se llama *adhesion*.

b. En muchos casos la adhesión del líquido al sólido es mayor que su cohesión y en otros es menor.

Lo primero tiene lugar entre el agua y el cristal, lo segundo entre el mercurio y el cristal. Por eso una gota de agua echada sobre un cristal se extiende (le moja); pero una gota de mercurio no se extiende (no le moja).

c. Cuando la adhesión de un líquido á las paredes de un vaso es mayor que su cohesión, la figura de su superficie cerca de las paredes es cóncava, y el líquido se eleva; pero cuando la adhesión es menor que la cohesión, entonces la superficie es convexa y el líquido se deprime.

71. CAPILARIDAD (*b*). Si se van acercando mutuamente dos láminas sumergidas en un líquido, la super-

(*a*) De la latina *saturo*, hartar. Se dice que un líquido está saturado de una sal, cuando tiene en disolución la mayor cantidad posible.

(*b*) De la latina *capillus*, cabello, porque estos fenómenos son más perceptibles cuando se sumergen en un líquido tubos estrechos, cuyo diámetro interior es comparable á un cabello.

ficie plana situada entre ellas, se hace cada vez menor y llega á desaparecer completamente á cierta distancia. Si se acercan todavía más, el líquido, cuando la superficie era cóncava, se eleva más, y cuando era convexa se deprime más que fuera de las láminas. Este fenómeno acaece siempre que se sumergen en un líquido tubos estrechos.

La elevacion ó depresion entre las dos láminas está en razon inversa de su distancia.

La elevacion ó depresion de un líquido en tubos estrechos está en razon inversa del diámetro del tubo, y es el duplo de la que tendría lugar entre dos láminas, cuya distancia fuese igual al diámetro del tubo.

72. DIFUSION Y ENDÓSMOSIS. Si colocamos en un vaso dos líquidos no susceptibles de mezclarse, por ejemplo, agua y aceite, se separan rigurosamente segun su peso específico; pero si los líquidos fueran capaces de mezclarse, por ejemplo, agua y espíritu de vino, aun cuando el más ligero se vierta con el mayor cuidado sobre el más pesado, tiene lugar poco á poco una recíproca penetracion y mezcla, que se llama *difusion* (a). Si ambos líquidos están separados por una membrana ó por un tabique poroso, la difusion se verifica á su través. Esta recíproca accion, llamada *endósmosis* (b), continúa hasta tanto que en ambos lados se encuentran líquidos de la misma composicion.

c) DETERMINACION DEL PESO ESPECÍFICO.

73. POR MEDIO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA. (c) Una de

(a) De la latina *diffundo*, derramar, esparcir.

(b) De las griegas *endon*, dentro y *osmos*, impulso.

(c) Sólo se diferencia de la balanza ordinaria por un ganchito soldado en la base de uno de los platillos.

las más importantes aplicaciones del principio de Arquímedes es la determinación del peso específico de los cuerpos sólidos y líquidos. Por medio de la balanza hidrostática se opera del siguiente modo.

a. Los cuerpos sólidos que no se disuelven en el agua, y son más pesados que ella, se atan con un hilo fino debajo de uno de los platillos, se determina su peso P , y después, haciéndole sumergir en el agua, se halla lo que pierde de peso en ella p , y el peso específico será $\frac{P}{p}$.

b. Si el cuerpo es más ligero que el agua, se ata con un cuerpo de mayor peso específico, por ejemplo, un trozo de plomo, después de haber determinado tanto el peso absoluto de este cuerpo como su pérdida de peso en el agua.

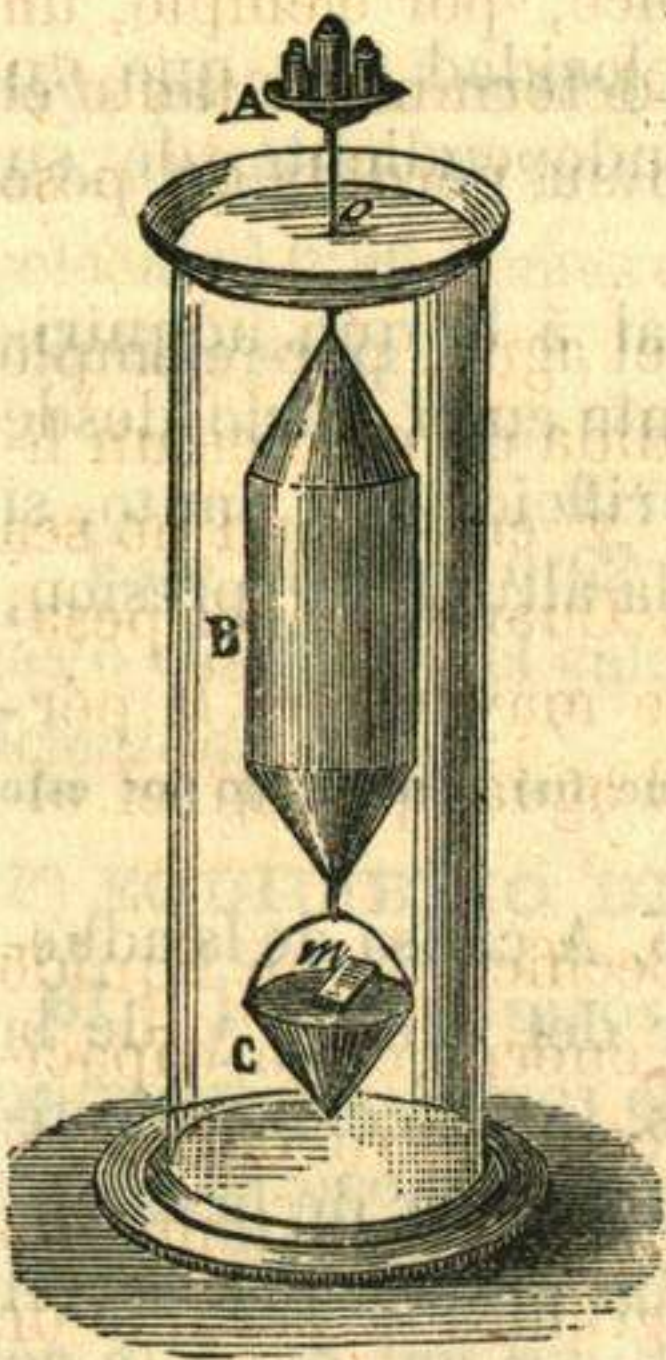
c. Si el cuerpo es soluble en el agua, por ejemplo la sal común, se determina su pérdida de peso en un líquido de peso específico conocido, y en el cual no sea soluble, por ejemplo en el alcohol. Cuanto menos pesado sea el alcohol que el agua, tanto mayor será la pérdida de peso de la sal común en el agua que en el alcohol.

d. Para determinar el peso específico de un líquido se ata á la balanza hidrostática un cuerpo cuya capacidad sea exactamente igual á un centímetro cúbico, y cuya pérdida de peso en el agua sea por lo tanto un gramo. Se determina entonces en gramos la pérdida de peso de este cuerpo en el líquido dado, y éste será su peso específico.

74. POR MEDIO DEL FRASQUITO. Se toma un frasquito con un tapon que ajuste exactamente y de una capacidad conocida, por ejemplo de 100 centímetros cúbicos, de modo que pueda contener 100 gramos de agua. Se

obtiene el peso específico de un líquido llenándole de él, determinando su peso en gramos y dividiéndole por el peso del agua que contendría, ó sea por 100 gramos.

Del mismo modo puede usarse para los sólidos que se encuentran en pequeños pedazos. Se pesa el cuerpo, sea su peso P , se coloca á su lado el frasco lleno de agua, hasta que la balanza quede en equilibrio añadiendo pesos en el otro platillo, se echa el cuerpo en el agua, y visto lo que pesaba el agua desalojada p , el peso específico del cuerpo será $\frac{P}{p}$.

(FIG. 9.^a)

Gravímetro de Nicholson.

lizo. Para esto se colocan pesos en el platillo A hasta

75. POR MEDIO DE LOS AREÓMETROS (a). Estos aparatos, que son unas balanzas de inmersión, pueden ser de peso y de volumen. El más común entre los primeros es el de Nicholson. Se compone de un cilindro hueco de metal B terminado por dos conos, del inferior pende otro C lleno de plomo, que sirve de lastre al aparato, y del superior sale una varilla que termina en un platillo destinado á recibir los pesos y el cuerpo. En la varilla hay una señal o llamada punto de enrase. Supongamos que deseamos encontrar con este aparato el peso específico de un trozo de espato calizo.

(a) De la griega *areios*, ligero y *metron*, medida; porque comunmente sólo se emplean *pequeños* pedazos en la determinación del peso específico.

que el punto de enrase o coincida con la superficie del líquido, en seguida se coloca el espato calizo en el platillo, los pesos (250 gramos) que hemos quitado para que el aparato enrarse serán el peso del cuerpo en el aire. Despues se pone el espato calizo en m , y se colocan pesos hasta que vuelva á enrasar el aparato, los pesos agregados (92 gramos) nos indicarán el peso del agua desalojada; luego el peso específico del espato calizo será $\frac{250}{92} = 2.717$.

E) MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS LÍQUIDOS.

76. VELOCIDAD DE SALIDA. La velocidad con que un líquido sale por un orificio es independiente de su peso específico.

La velocidad de salida es igual á la que adquiriría un cuerpo que cayese libremente en el vacío desde el nivel del líquido al borde del orificio. Por tanto, si llamamos v á la velocidad, y h á la altura de presión, tendremos $v = \sqrt{2gh}$.

Este teorema se llama de Torricelli, porque fué demostrado por este físico.

77. COEFICIENTE DE LA VELOCIDAD. A causa de la adhesión del líquido al borde interior del orificio y de la cohesión de las moléculas líquidas, la velocidad efectiva de salida es en la realidad algo menor de la calculada teóricamente. En los orificios practicados en el fondo de vasos de paredes delgadas es 0.96 y aun 0.98 de la teórica.

78. VENA LÍQUIDA. Se llama *vena líquida* el chorro que sale por un orificio practicado en una vasija de paredes delgadas.

Cuando el orificio está en el fondo, la vena es vertical; pero cuando es-

ta en las paredes laterales, la vena toma una forma curvilínea igual á la que describen los proyectiles, esto es, una rama de parábola.

79. CONTRACCION DE LA VENA LÍQUIDA. Cuando un líquido sale por un orificio circular practicado en el fondo de la vasija, el chorro no tiene debajo de la abertura la forma cilíndrica, sino que, en virtud de una contraccion que experimenta, es de forma cónica, y su seccion transversal á una distancia igual al diámetro del orificio es 0'64 de la magnitud de éste. El número 0'64 se llama *coeficiente de contraccion*.

80. GASTO. Si llamamos f á la extension del orificio, la cantidad de líquido que salga en el tiempo t será:

$$g = ft \sqrt{2gh}.$$

cuyo producto es el gasto teórico; pero como á causa de la contraccion de la vena 0'64 y de la disminucion de la velocidad 0'96 hemos de poner 0'62, resulta que el gasto práctico será:

$$g = 0'62 ft \sqrt{2gh}.$$

Este número 0'62 que expresa la relacion entre el gasto efectivo y el calculado teóricamente se llama *coeficiente de salida*.

F) EQUILIBRIO DE LOS CUERPOS LÍQUIDOS.

81. DE LOS CUERPOS GASEOSOS EN GENERAL. Entre todos los cuerpos gaseosos el más difundido y el mejor conocido es el aire atmosférico, y como las propiedades mecánicas que vamos á estudiar son las mismas para todos, por eso nos limitaremos al aire atmosférico en las siguientes investigaciones.

a. El aire es pesado. Un litro de aire seco á 0° y á la presion atmosférica de 0^m 76 pesa 1^{gr} 3.

Esto se demuestra por medio de un globo de vidrio, que se pesa primero lleno de aire, y despues vacio, la diferencia es el peso del aire que contenia.

b. El aire es expansivo ó elástico.

Esto se prueba por medio de una vejiga con aire colocada en el recipiente de la máquina pneumática, la cual se va hinchando á medida que se extrae el aire.

c. Como el aire es pesado, ejerce presiones en todos sentidos.

La presión de abajo arriba se hace ver invirtiendo un vaso lleno de agua, cubierto con una hoja de papel. La presión en todos sentidos se prueba por medio de los hemisferios de Magdeburgo.

d. La presión ejercida sobre una cantidad limitada de aire se trasmite en todas direcciones con la misma intensidad.

e. El aire ejerce en cada centímetro cuadrado una presión de 1'0328 kilogramos.

Para probar esto se hace el experimento de Torricelli, que consiste en tomar un tubo de vidrio de unos 780 milímetros cerrado por abajo, se llena de mercurio, se tapa la extremidad abierta con la yema del dedo pulgar y se invierte para sumergirle en un vaso con mercurio, se retira despues el dedo, el cual cesa de sostener el líquido en el tubo, y entonces se le ve descender, deteniéndose despues de algunas oscilaciones á una altura media de 760 milímetros sobre el nivel exterior. De lo cual se infiere que una columna vertical de la atmósfera pesa tanto como un cilindro de mercurio que tuviese la misma sección y una longitud de 760 milímetros.

82. BARÓMETROS (a). Se da este nombre á los aparatos que sirven para medir con la mayor exactitud la presión atmosférica. Pueden ser de cubeta, de sifon y metálicos.

El barómetro de cubeta se compone de un tubo recto de vidrio de unos 85 centímetros de largo, lleno de mercurio é introducido por su extremidad abierta en una cubeta de este metal. Todo el aparato va fijo á una escala graduada en milímetros á partir del nivel del mercurio en la cubeta. Se llama *altura* del barómetro la diferencia del nivel del mercurio en el tubo y en la cubeta.

El mercurio empleado debe ser completamente puro para evitar su ad-

(a) De las griegas *baros*, peso y *metron*, medida.

hesion á las paredes del tubo y los cambios de densidad; el espacio vacío situado sobre la columna de mercurio (*cámara barométrica*) y el mismo mercurio deben estar completamente libres de aire, lo cual se consigue haciéndole hervir, y además el tubo debe tener bastante diámetro para que la depresión capilar quede reducida á su mínimun.

(FIG. 10.)

Barómetro
de sifón.

La dificultad que ofrecían los barómetros de cubeta para ser trasportados, ha hecho que se introduzcan en ellos varias modificaciones, entre las cuales es la más notable la de Fortin, y que se haya ideado otra forma, la de los *barómetros de sifón*, que constan de un tubo doblemente encorvado de dos ramas desiguales; la más larga que está cerrada en su extremo está llena de mercurio, lo mismo que en el barómetro de cubeta, y la más pequeña, que está abierta, hace el oficio de cubeta. La diferencia de nivel en ambas ramas es la altura del barómetro.

El *barómetro metálico* se funda en la propiedad que tienen las varillas, las láminas y los tubos elásticos de doblarse bajo la acción de una fuerza exterior una porción proporcional á la fuerza misma.

83. VARIACIONES DE LA ALTURA BAROMÉTRICA. La observación del barómetro hace ver la diversidad de la presión atmosférica tanto en diversos parages como en el mismo lugar según el tiempo.

En los puntos elevados la presión es menor que en los más bajos. Al mismo nivel del mar la presión media no es en todas partes la misma, pues tiene su máximo de 30° á 40° de latitud, y disminuye tanto hacia el ecuador como hacia los polos.

En las variaciones que se observan en el mismo punto hay que distinguir las *regulares ó periódicas*, que son más notables en las regiones tropicales, y las *irregulares*, que dependen de la dirección y temperatura de los vientos.

84. LEY DE MARIOTTE. La densidad, el volúmen y la tension de un gas están en relaciones recíprocas muy sencillas que ha descubierto Mariotte.

La densidad de un gas está en razon directa de la presion. El volúmen está en razon inversa de la presion. Y la tension está en razon directa de la densidad é inversa del volúmen.

Recientes experimentos han hecho ver que esta ley sólo es aproximativa para ciertos gases.

85. APLICACION DEL BARÓMETRO Á LA MEDICION DE ALTURAS. La ley de Mariotte hace ver que la densidad del aire, ó lo que es igual, la presion barométrica decrece en progresion geométrica, cuando las alturas crecen en progresion aritmética. Así es, que por este medio puede determinarse la diferencia de alturas de dos parages por medio de las observaciones simultáneas del barómetro.

86. MANÓMETROS (a). Son unos aparatos destinados á medir las presiones ejercidas por los gases. Se fundan en la ley de Mariotte.

87. PÉRDIDA DE PESO DE LOS CUERPOS EN EL AIRE. Todo cuerpo pierde en el aire tanto de su peso cuanto pesa el aire que desaloja. (Principio de Arquímedes.)

Esta verdad se prueba con el dasímetro ó baróscopo.

88. GLOBOS AEREOSTÁTICOS (b). En virtud del principio anterior, un cuerpo ascenderá en el aire cuando pese ménos que el volúmen de aire que desaloje. En él se fundan los globos aereostáticos, los cuales se hacen de papel ó mejor de tafetan engomado, y despues de henchidos presentan una forma esferoidal, la parte superior está cubierta con una red de cuerdas, destinada á darle mayor resistencia y á sostener la barquilla donde

(a) De las griegas *manos*, poco denso, y *metron*, medida.

(b) De las griegas *aer*, aire, y *stao*, permanecer, sostenerse.

va el aeronauta. El globo debe llenarse con un gas ménos pesado que el aire. Los primeros, inventados por Montgolfier, se llenaron con aire caliente; pero actualmente se emplea el hidrógeno que es casi quince veces más ligero que el aire; y por ser más barato suele emplearse tambien el gas del alumbrado, que es ménos pesado que el aire. El globo lleva en la parte superior una válvula, que el aeronauta puede abrir para disminuir la fuerza ascensional, así como para aumentarla arroja el lastre que consiste en sacos de arena.

89. ACCIONES MOLECULARES ENTRE LOS GASES Y LOS DEMÁS CUERPOS. Los cuerpos sólidos y los líquidos tienen la propiedad de atraer los gases.

a. En virtud de esto, los cuerpos sólidos condensan en su superficie los gases, y resulta por tanto en ellos una atmósfera gaseosa, la cual puede modificarse ó separarse por medios mecánicos (frotándole ó tocándole con otro cuerpo) ó tambien por la elevacion de temperatura.

Musgo de platino.

b. Los líquidos absorben los gases. El volúmen de gas absorbido por un líquido, permaneciendo constante la temperatura, es proporcional á la presion.

Agua y gas amoniaco.

G) MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS GASEOSOS.

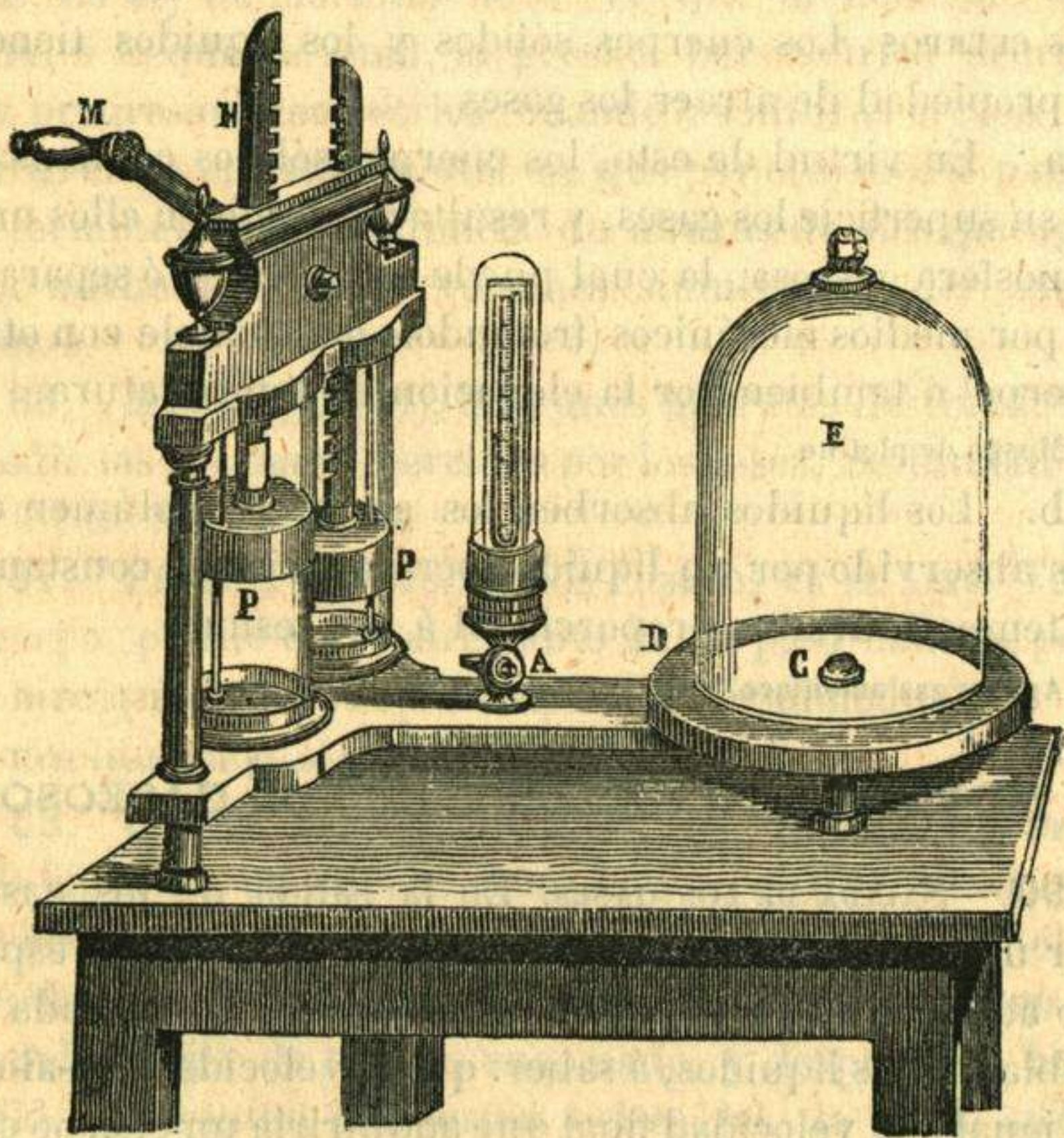
90. SALIDA DE LOS GASES. En la salida de los gases por un orificio de un vaso cerrado, si está vacío el espacio adonde pasa el gas, tiene lugar la ley demostrada al hablar de los líquidos, á saber: que la velocidad de salida es igual á la velocidad final que adquiriría un cuerpo cayendo libremente desde la altura de presion.

91. MÁQUINA PNEUMÁTICA (a). Se da este nombre á un

(a) De la griega *pneuma*, aire.

aparato destinado á enrarecer el aire. Se compone de dos cilindros de cristal PP, en cada uno de los cuales hay un piston cuyo vástago H es dentado y engrana en un piñon que se hace girar alternativamente de derecha á izquierda ó de izquierda á derecha, por medio de una palanca M, de modo que cuando un piston se eleva, el otro descende. Los dos cuerpos de bomba están unidos por su base á un plano de cobre,

(Fig. 11.)



Máquina pneumática.

que en la parte opuesta lleva un disco recubierto de un vidrio grueso y bien plano D, llamado *platina*,

donde se coloca el recipiente E en el que se quiere hacer el vacío. En el centro de la platina hay una abertura C que hace comunicar el interior del recipiente con los cuerpos de bomba. Los pistones son huecos; en su interior hay una cavidad cilíndrica, cerrada en su base con una pequeña válvula (a) que sostiene un débil resorte. Hay además otras dos válvulas en la base de los cuerpos de bomba, son cónicas y unidas cada una á una varilla de hierro, que pasa frotando suavemente por la masa de los pistones. Cuando un piston baja, arrastra consigo la varilla y cierra la válvula; pero cuando se eleva, la válvula se eleva tambien, pero á una altura muy pequeña, porque la varilla es de tal longitud que en seguida tropieza con la parte superior del cuerpo de bomba.

Cuando el piston se eleva, la válvula inferior se abre, y la superior permanece cerrada; producido el vacío en el cuerpo de bomba, el aire del recipiente, en virtud de su elasticidad pasa en parte á ocupar este vacío. Cuando el piston descende, la varilla baja y cierra el orificio inferior, y el aire del cuerpo de bomba no puede volver al recipiente, y comprimido cada vez más por el piston que sigue descendiendo, abre la válvula de éste y sale á la atmósfera. Siguiendo de este modo, el aire del recipiente se enrarece cada vez más, contribuyendo los dos pistones á la rapidez de la operacion.

El grado de enrarecimiento ó la fuerza elástica del aire, que queda en el recipiente, se mide por la diferencia de nivel que tiene el mercurio en las dos ramas de un tubo de vidrio A encorvado en forma de U, una de las cuales está cerrada y otra abierta. A este instrumento se le da el nombre de *barómetro truncado* ó *probeta* (b).

92. BOMBAS. Las bombas son unas máquinas que sir-

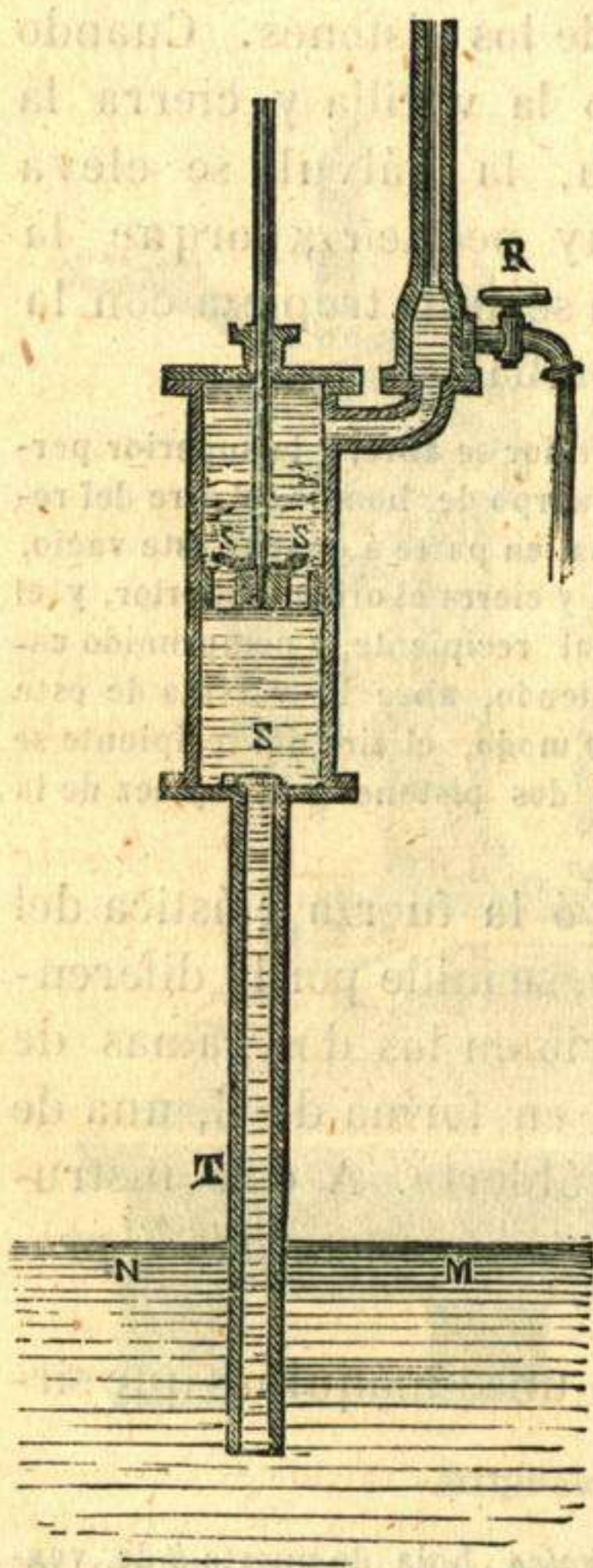
(a) De la latina *valvula*, diminutivo de *valva*, hoja de puerta ó de ventana.

(b) De la latina *probo*, probar, demostrar.

ven para elevar el agua por aspiracion, por presion ó por ambos medios.

La *bomba aspirante* se compone: 1.º De un cuerpo de bomba, en la base del cual hay una válvula S que se abre de abajo arriba; 2.º de un tubo de aspiracion T, que sirve de comunicacion entre la base del cuerpo de bomba y el depósito de donde se quiere elevar el agua

(Fig. 41.)



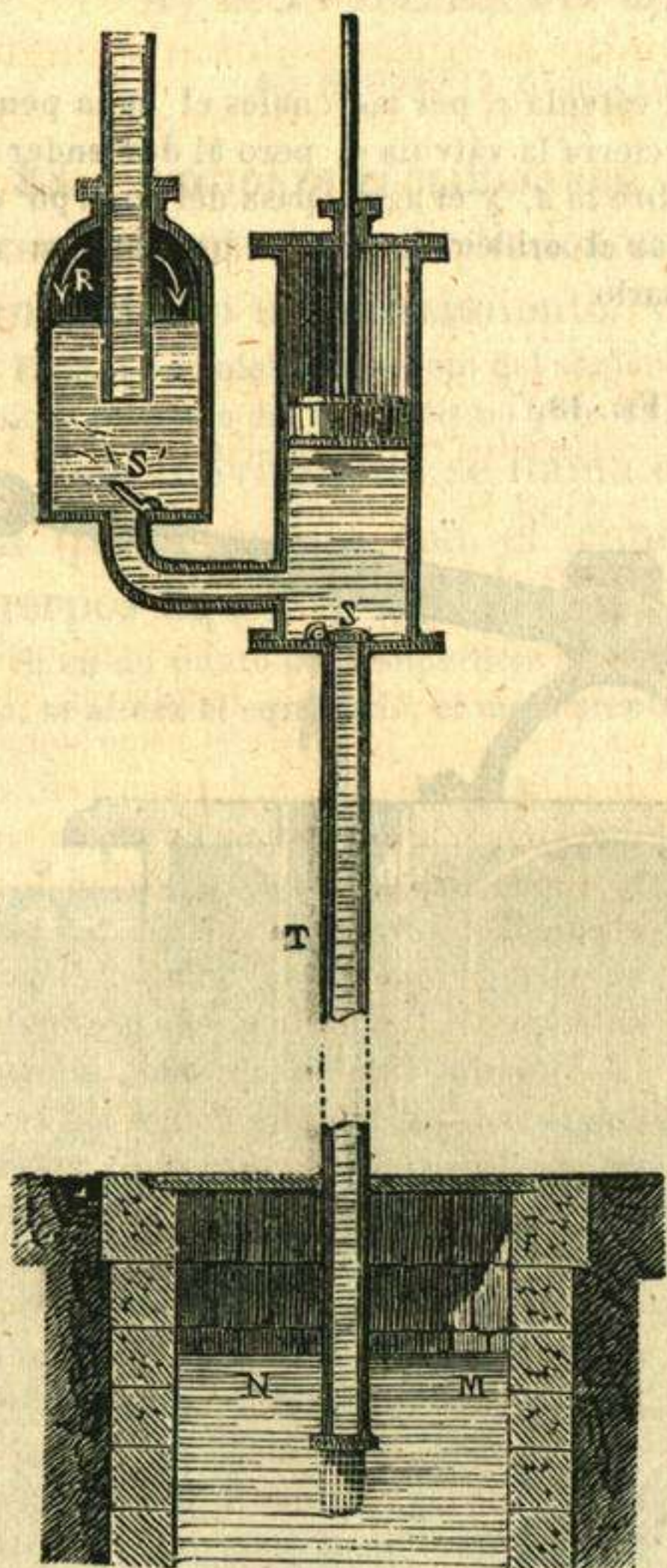
Bomba aspirante.

MN; 3.º de un pistón con su vástago que le hace subir ó bajar por el cuerpo de bomba, y que está atravesado por un agujero, cuyo orificio superior está cerrado por válvulas S' que se abren también de abajo arriba

Cuando el pistón partiendo del fondo del cuerpo de bomba se eleva, tiende á formarse el vacío debajo de él, y las válvulas S' permanecen cerradas por la presión atmosférica, en tanto que el aire del tubo, en virtud de su elasticidad, levanta la válvula S y pasa en parte al cuerpo de bomba; el agua sube en el tubo hasta que la presión de la columna líquida elevada, sumada con la tensión del aire contenido en él se equilibre con la presión atmosférica, que se ejerce sobre el agua del depósito. Cuando el pistón baja, la válvula S se cierra por su propio peso y se opone á que el aire del cuerpo de bomba vuelva al tubo de aspiración; pero el aire, comprimido por el pistón hace abrir las válvulas S' y se disipa en la atmósfera. Cada vez que el pistón asciende ó desciende, se verifican los mismos fenómenos hasta que el agua penetra en el cuerpo de bomba. Desde este momento, el efecto producido es modificado. Mientras que el pistón baja, la válvula S se cierra, el agua compri-

mida eleva las válvulas S' y se coloca encima del pistón que la levanta después cuando vuelve á subir. Esta bomba no eleva el agua á más de 10 metros de altura, porque ya hemos dicho que una columna de agua de esta altura se equilibra con la presión atmosférica.

(FIG. 12.)



Bomba aspirante impulsora.

Para hacer continua la salida se dispone una cavidad R llena de aire el cual se comprime cuando el pistón desciende, y reobra sobre el líquido cuando el pistón se eleva.

En la *bomba impulsora*, todo el cuerpo de bomba está sumergido en el agua, y esta pasa á la parte inferior del pistón, cuando este se eleva, por un orificio que tiene aplicada una válvula, la cual se abre por el peso del agua, y por su propio peso se cierra al descender el pistón; y el agua comprimida abre una válvula, que une el cuerpo de bomba con un tubo de salida y se eleva por éste.

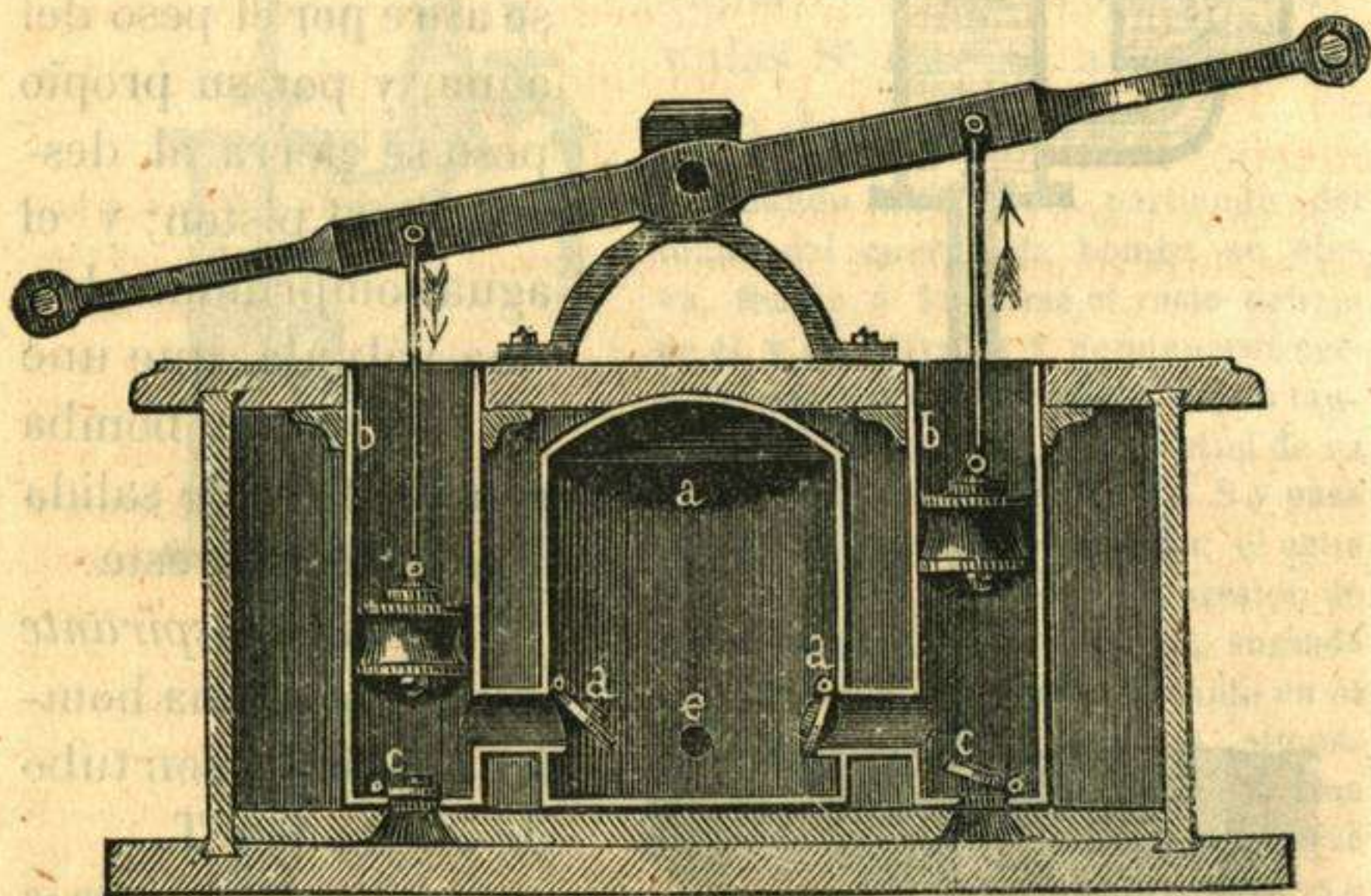
La *bomba aspirante impulsora* es una bomba impulsora con tubo de aspiración T.

En tanto que el pistón se eleva, el agua penetra en el cuerpo de bomba por la válvula S y le llena. Cuando el pistón desciende, la válvula S permanece cerrada, y el líquido anteriormente aspirado, abre la válvula S', y es lanzado á un tubo vertical. Para ha-

La *bomba de incendios* se compone de una cavidad de aire *a* y de dos bombas impelentes *b* y *b*, que están en un depósito de agua, y cuyos pistones se mueven por medio de una doble palanca. Estas bombas funcionan de una manera continua, gracias al juego alternativo de los pistones y á la reaccion del aire comprimido en la cavidad.

Al subir los pistones se abre la válvula *c*, por las cuales el agua penetra en los cuerpos de bomba, y se cierra la válvula *d*, pero al descender el piston se cierra la válvula *c* y se abre la *d*, y el agua pasa del cuerpo de bomba á la cavidad *a*, de la cual por el orificio *e* pasa á una manga de cuero que la dirige al punto necesario.

(FIG. 43.)



Bomba de incendios.

SEGUNDA PARTE.

TRATADO DEL MOVIMIENTO MOLECULAR
DE LOS CUERPOS.

A) MOVIMIENTO ONDULATORIO.

a) MOVIMIENTO ONDULATORIO EN GENERAL.

93. NOCIONES PRELIMINARES. Todos los fenómenos físicos, escepto los estudiados en la mecánica, tienen por fundamento un movimiento vibratorio ú ondulatorio.

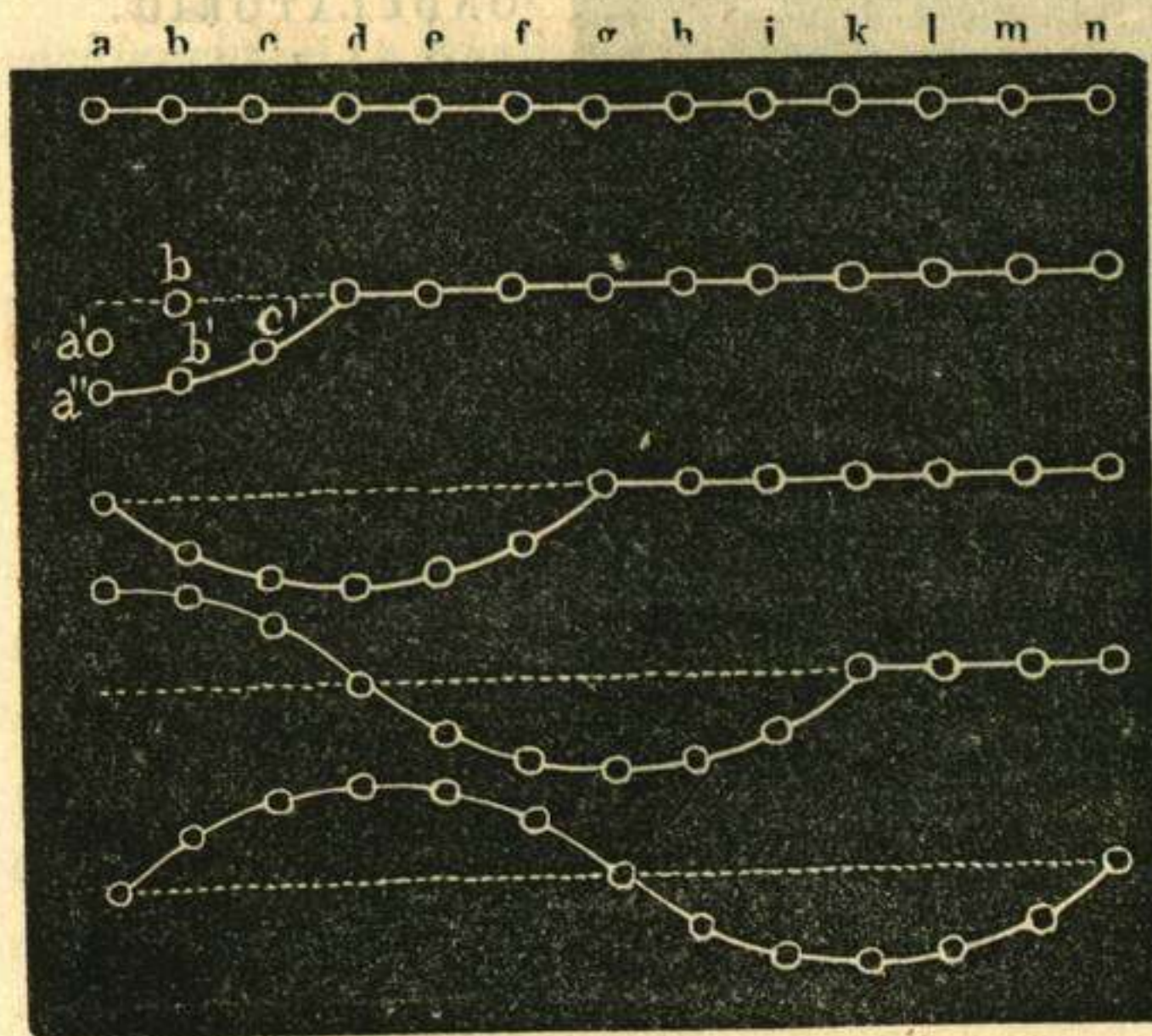
Esto es indudable respecto del sonido, de la luz y del calor, y muy verosímil respecto del magnetismo y de la electricidad.

Este movimiento se llama *ondulatorio* por la analogía que presenta con el conocido movimiento de los cuerpos líquidos, por ejemplo, del agua.

Si en un punto de la superficie de una masa líquida, que está en reposo, se altera el equilibrio, el movimiento excitado se comunica á las mo-

lécúlas inmediatas, y resultan alternativamente elevaciones y depresiones. La elevacion sobre el nivel del liquido en reposo se llama *elevacion de la onda*, la depresion, *depression de la onda*. Una elevacion forma con la depression inmediata una *onda*. La distancia vertical desde el punto más alto de la ele-

(FIG. 14.)



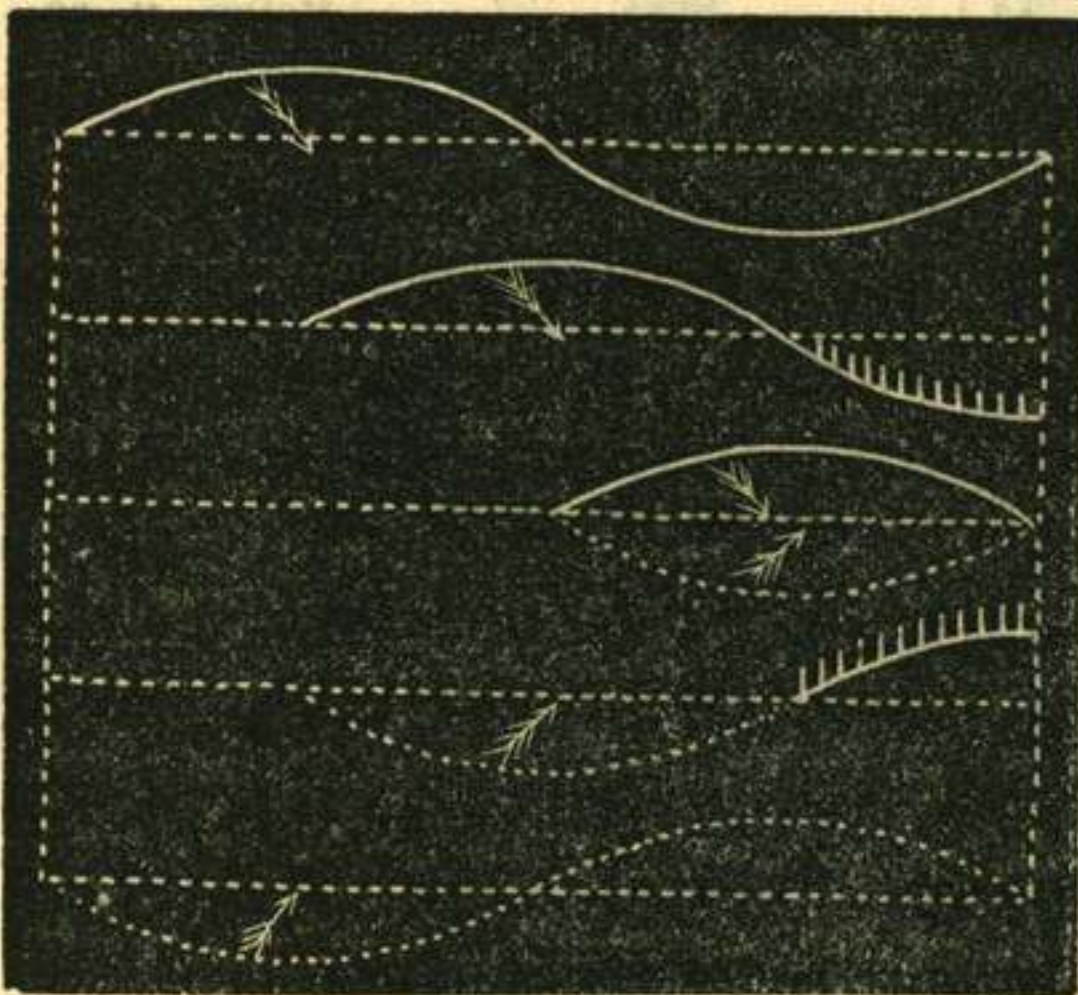
Vibracion de una série de puntos.

vacion hasta el más bajo de la depresion se llama *altura de la onda* y la distancia desde el principio de una elevacion hasta el fin de la depresion inmediata se llama *longitud de la onda*.

94. VIBRACION DE UN PUNTO. Cuando una partícula de la masa de un cuerpo es separada de su posicion de equilibrio por una fuerza cualquiera, procura recobrar su posicion de equilibrio, y resulta un movimiento como el del péndulo. Este movimiento se llama *vibracion ú ondulacion*.

95. VIBRACION DE UNA SÉRIE DE PUNTOS. Si una série de moléculas están en equilibrio en una posicion determinada, en cuya posicion las atracciones y repulsiones recíprocas son iguales entre sí; cuando una molécula es apartada de esta posicion de equilibrio, no entra ella sola en vibracion, sino que la vibracion se tras mite á la inmediata, y de ésta siguiendo la série hasta la última molécula.

(FIG. 45.)



Reflexion de las ondas.

96. INTERFERENCIA DEL MOVIMIENTO ONDULATORIO.

Quando se producen ondas en diversos puntos de una série de moléculas, la especie de ondulacion de cada molécula es modificada por la accion combinada de ámbos movimientos, y este fenómeno se

designa con el nombre de *interferencia* (a).

a) De la palabra inglesa *to interfere*, encontrarse.

97. REFLEXION DE LAS ONDAS. Toda molécula, que ha terminado su ondulacion en un medio homogéneo, vuelve nuevamente á quedar en reposo; pero si el movimiento pasa á un medio de distinta densidad, entonces las moléculas de las capas más exteriores conservan todavía una parte de su movimiento y son causa de un nuevo movimiento ondulatorio, que retrocede al medio primitivo con la misma velocidad, pero con una amplitud menor. Este fenómeno se llama *reflexion (a)*.

El radio de la onda incidente y el de la reflejada, ó más brevemente, el rayo incidente y el reflejado forman con la superficie reflectante ángulos iguales.

98. REFRACCION DE LAS ONDAS. Al pasar una onda á otro medio de diversa densidad la velocidad de los rayos se modifica en razon inversa de las raices cuadradas de las densidades, y por tanto se altera tambien la direccion de los rayos. Este fenómeno recibe el nombre de *refraccion (b)*.

El plano de refraccion coincide siempre con el de incidencia, y la razon del seno del ángulo de incidencia con el seno del ángulo de refraccion es constante para los mismos medios, é igual á la razon de las velocidades de propagacion.

b) MOVIMIENTO ONDULATORIO DE LOS CUERPOS SÓLIDOS.

99. DIVISION. En la produccion del movimiento ondulatorio hay que distinguir los cuerpos en que domina una dimension (cuerdas ó varillas) y aquellos en los cuales dominan dos (placas). En las primeras pueden producirse tanto vibraciones transversales como longitudinales, en las últimas sólo se consideran las vibraciones transversales.

(a) De las latinas *refringo*, penetrar rompiendo.

(b) De las latinas *re*, atras, y *flecto*, doblarse.

100. VIBRACIONES TRANSVERSALES DE LAS CUERDAS. Toda cuerda para vibrar es preciso que esté tirante; la tensión se mide por medio del peso que la produciría.

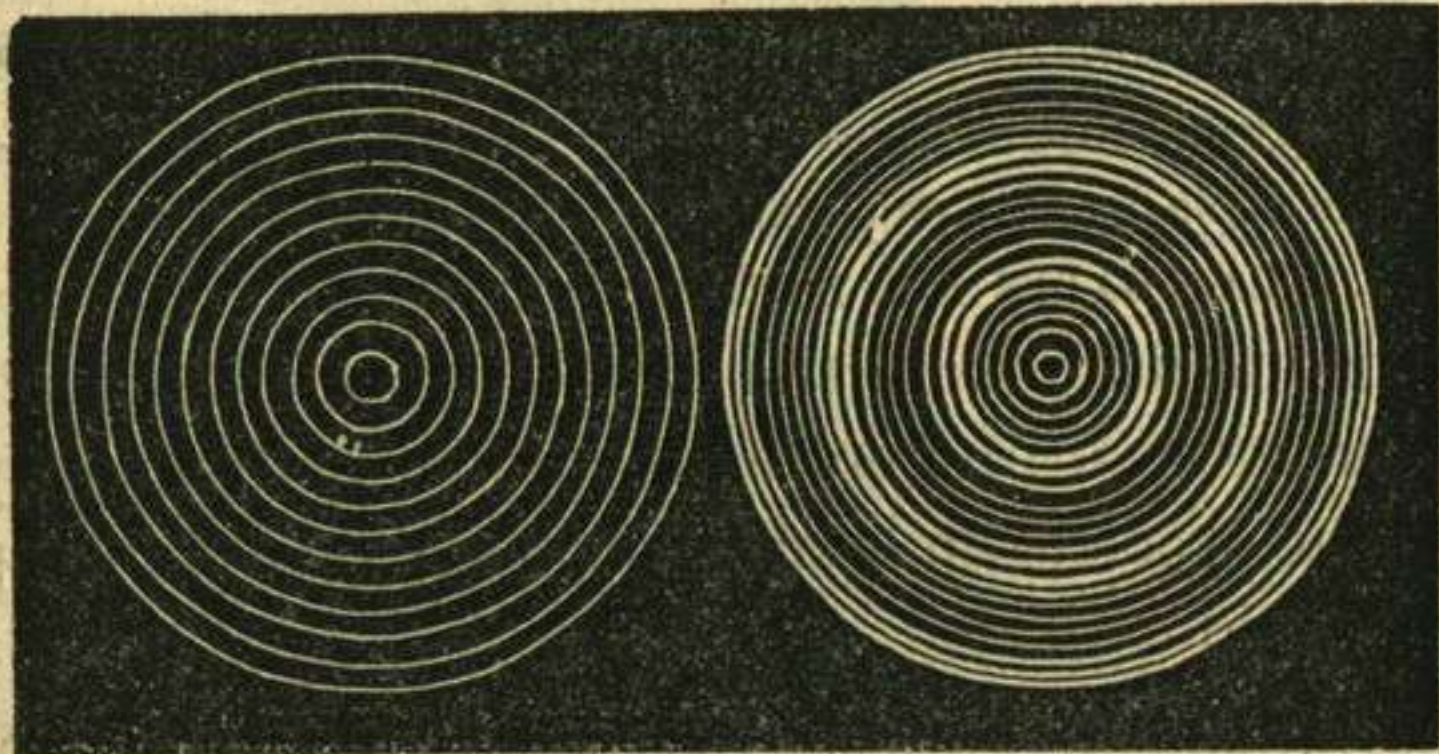
La duración de la vibración de una cuerda está en razón directa de su longitud, de su densidad y de la raíz cuadrada de su peso específico y en razón inversa de la raíz cuadrada de la tensión.

101. VIBRACIONES DE LAS VARILLAS Y DE LAS PLACAS. La duración de las vibraciones de este género *está en razón directa del cuadrado de su longitud é inversa de su grueso.*

c) MOVIMIENTO ONDULATORIO DE LOS LÍQUIDOS Y DE LOS GASES.

102. ONDAS LONGITUDINALES. Como los líquidos y los gases (cuyos representantes son el agua y el aire) no tienen figura alguna constante, tampoco tienen lugar en ellos ondas transversales, las cuales se producen por las modificaciones de la figura de los cuerpos, sino ondas

(FIG. 16.)



Movimiento ondulatorio en los líquidos.

longitudinales, debidas á una alteracion de la densidad. Si en lo interior del agua ó del aire se produce esta alteracion de la densidad, se propagará en todas direcciones en un medio homogéneo con la misma intensidad en ondas concéntricas, alternativamente con-

densadas y dilatadas. Si el líquido ó el gas se encuentran en un tubo, y en uno de sus extremos se produce una alteracion de la densidad, se forman en el tubo ondas dilatadas y condensadas alternativamente, que avanzan en la direccion del mismo.

B) ACÚSTICA.

103. DEFINICION. *Acústica* (a) es el tratado del sonido. El sonido es una impresion producida en el órgano del oido á causa del movimiento vibratorio de los cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos.

Una sola vibracion más ó ménos fuerte produce un *estampido* ó *estallido*, una continuacion irregular de las mismas un *ruido*, y una série regular un *sonido*.

104. PROPAGACION DEL SONIDO. Para trasmitirse el sonido desde el cuerpo que produce las vibraciones hasta nuestros oidos necesita un medio de propagacion elástico, capaz de comunicar el movimiento en pequeños intervalos. Comunmente este intermediario es el aire, pero pueden tambien serlo todos los cuerpos sólidos, líquidos ó gaseosos.

El sonido no se propaga en el vacío.

105. CUALIDADES DEL SONIDO. Son tres: la *intensidad*, que depende de la amplitud de las vibraciones; el *tono*, que resulta de su número en la unidad de tiempo; y el *timbre* que procede de la naturaleza del cuerpo que produce el sonido.

106. INTENSIDAD DEL SONIDO. Sus leyes son las siguientes:

a. Está en razon inversa del cuadrado de la distancia del cuerpo sonoro al órgano auditivo.

b. Depende de la densidad del aire en el punto en que se produce el sonido.

(a) De la griega *acouo*, oír.

c. Es modificada por la agitación del aire y por la dirección de los vientos.

d. Se aumenta por la proximidad de un cuerpo sonoro.

107. TONO. Los sonidos se llaman *graves* cuando son producidos por un pequeño número de vibraciones, y *agudos* cuando son el resultado de un gran número de ellas.

El número de vibraciones que corresponden á un sonido determinado se aprecia por la *rueda dentada de Savart* y por la *sirena*.

El límite inferior para los sonidos graves es de 16 vibraciones simples, y el límite superior para los agudos es 48,000 vibraciones simples por segundo.

108. TIMBRE. Por su medio podemos distinguir dos sonidos del mismo tono y de la misma intensidad producidos por dos cuerpos diferentes, y aun la voz humana presenta un timbre muy diverso según los individuos. Esta cualidad del sonido depende de los sonidos secundarios que acompañan al principal modificándole y variándole.

109. VELOCIDAD DEL SONIDO. En el aire el sonido se propaga con un movimiento uniforme, y recorre en cada segundo 340 metros. En el agua es cuatro veces y media mayor que en el aire. En los sólidos la velocidad es mucho mayor, distinguiéndose entre todos la madera.

110. Eco. El sonido está sujeto á las leyes generales del movimiento ondulatorio, y por tanto, en él puede haber interferencias, refracción y reflexión de las ondas sonoras. Esta última da lugar al *eco*, que se verifica cuando el obstáculo que refleja las ondas sonoras, está bastante lejos (más de 17 metros) para que el sonido reflejado y el directo se separen, y haya por lo tanto repetición.

III. INSTRUMENTOS MÚSICOS. Si consideramos las vibraciones que se utilizan en la música, veremos que proceden de los cuerpos sólidos y de los gaseosos, porque los líquidos, á causa de su poca elasticidad, no han recibido aplicacion alguna.

El aire es el cuerpo sonoro en los instrumentos de viento. Los cuerpos sólidos se dividen en dos grupos:

1.º Aquellos en que la longitud predomina sobre las otras dos dimensiones, los cuales á su vez pueden ser:

- a. Rígidos ó *varillas*, como las que se emplean en las cajas de música.
- b. Flexibles ó *cuerdas*, cuya elasticidad se manifiesta cuando están tirantes.

2.º Los cuerpos en que dos dimensiones predominan sobre la tercera, los cuales tambien pueden ser:

- a. Rígidos ó *placas*, bien sean planas ó curvas, como por ejemplo, las campanas.
- b. *Membranas tensas*, v. g. el tambor.

C) ÓPTICA. (a)

a) GENERALIDADES.

112. DEFINICIONES. *Óptica* es el tratado de la luz. La luz es el agente que hace visibles los cuerpos.

La luz está constantemente en movimiento, puesto que nos revela casi instantáneamente todos los cambios que se verifican en los objetos exteriores. En otro tiempo se creía que la luz estaba compuesta de una infinidad de moléculas emitidas en todas direcciones por los cuerpos luminosos (*hipótesis de la emision*); pero hoy se considera la luz como un cuerpo elástico (*eter*), que llena el espacio, penetrando la materia ponderable, y cuyas moléculas reciben y trasmiten vibraciones producidas por los cuerpos luminosos (*hipótesis de las ondulaciones*). Esta es la única que puede explicar todos los fenómenos.

113. DIVISION DE LA ÓPTICA. Comprende las siguientes secciones:

1.ª *Ortóptica* ó tratado de la propagacion de la luz en un medio homogéneo.

2.ª *Catóptrica* ó tratado de la reflexion de la luz.

3.ª *Dióptrica* ó tratado de la refraccion de la luz.

(a) De la griega *optomai*, ver.

- 4.^a *Cromática* ó tratado de la dispersion de la luz.
- 5.^a Instrumentos de óptica.
- 6.^a Difraccion, interferencias, doble refraccion y polarizacion.

b) ORTÓPTICA (a).

114. PROPAGACION RECTILÍNEA. Todo punto luminoso envia luz en todas direcciones.

La luz en un medio homogéneo se propaga en línea recta (*rayo luminoso*).

Este principio sirve para explicar los siguientes fenómenos:

a. Si por una pequeña abertura practicada en una pared opaca se hace pasar la luz que parte de un cuerpo luminoso, se obtiene en una pantalla colocada detrás una imágen invertida del cuerpo.

b. Si se encuentra un cuerpo opaco en el espacio iluminado, la luz no llega á una parte situada detrás de él. Este espacio se llama *sombra*. Si el origen de la luz es un *punto* luminoso, el límite de la sombra es la superficie de un cono truncado que envuelve al cuerpo opaco, y cuyo vértice se encuentra en el mismo punto luminoso. Pero si el origen de la luz es un *cuerpo* luminoso, trazando los conos tangentes interior ó exteriormente, ningun rayo de luz penetrará en este, en cuyo interior habrá una *sombra absoluta*; al paso que el espacio comprendido entre las dos superficies estará parcialmente iluminado, y tendremos una *penumbra* (b).

115. VELOCIDAD DE LA LUZ. Tanto los cálculos fundados en las observaciones astronómicas como los obtenidos por los experimentos hechos en la superficie de la tierra dan á la luz una velocidad de unos 300.000 kilómetros por segundo.

116. INTENSIDAD DE LA LUZ. La intensidad de la luz está en razon inversa del cuadrado de la distancia al origen de ésta.

La cantidad de luz recibida por una superficie depende:

- a. De la intensidad del cuerpo luminoso.
- b. De la inclinacion de la superficie luminosa respecto de los rayos de luz (*ángulo de irradiacion*).

(a) De las griegas *orthos*, recto y *optomai*, ver.

(b) De las latinas *pene*, casi y *umbra*, sombra.

c. De la inclinacion de la superficie iluminada respecto de los rayos luminosos (*ángulo de incidencia*).

d. De la distancia de la superficie iluminada al cuerpo luminoso.

117. FOTÓMETROS (*a*). Son unos aparatos por cuyo medio se comparan las intensidades de dos luces.

c) CATÓPTICA (*b*).

118. REFLEXION. Se da este nombre al fenómeno en cuya virtud una parte de la luz, que cae en la superficie de un cuerpo de diferente densidad, retrocede al medio en que antes se movia.

Todos los cuerpos, lo mismo los transparentes que los opacos, excepto los cuerpos negros mates, reflejan la luz; pero presentan una gran diferencia segun su composicion y el estado de su superficie. Si ésta se halla pulimentada, la reflexion es regular y se llama *resplandor*; y si no lo está, la reflexion es irregular, y se llama *difusion*; esto es, la luz es reflejada en distintas direcciones, de suerte que el cuerpo, bajo este punto de vista, se conduce como si fuese luminoso. Por medio de la reflexion regular resultan imágenes de los objetos luminosos, y por la irregular se hacen visibles los que están iluminados.

Cuando los cuerpos reflejan del mismo modo todas las especies de luz, se dice que son blancos; y cuando esto no sucede, se dice que son de color.

119. LEYES FUNDAMENTALES DE LA REFLEXION. El rayo reflejado está situado en el plano de incidencia, y el ángulo de reflexion es igual al de incidencia.

120. ESPEJOS. Se llama espejo toda superficie pulimentada que puede reproducir las imágenes de los objetos que reciben luz y están situados delante de ella.

Por su forma se dividen en planos y curvos.

121. ESPEJOS PLANOS. El rayo que cae perpendicularmente sobre un espejo plano, se llama *rayo principal*.

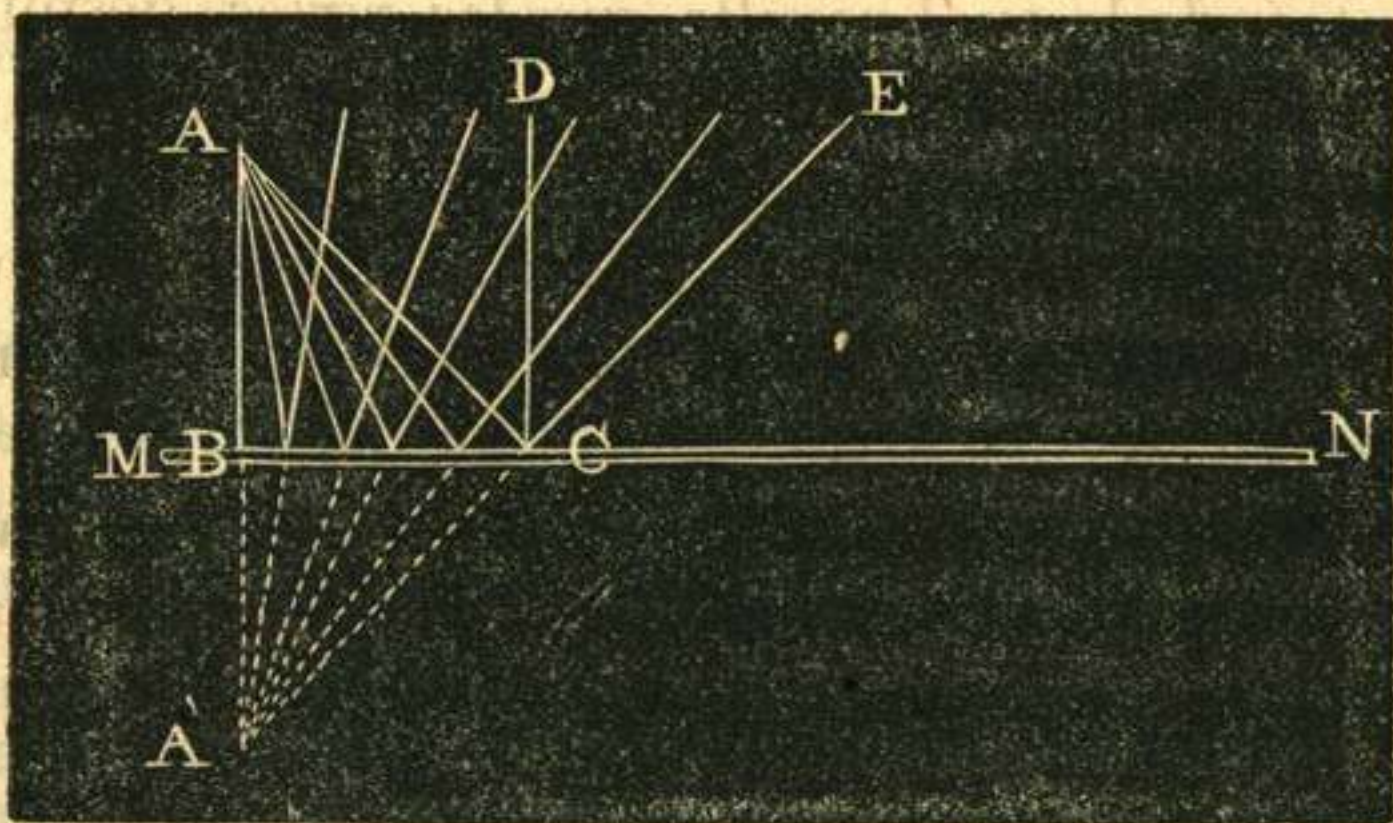
Los rayos que salen de un punto luminoso A se reflejan en un espejo plano MN como si procedieran del extremo A' situado á igual distancia del espejo en la prolongacion del rayo principal.

(a) De las griegas *fos*, luz y *metron*, medida.

(b) De la griega *catoptron*, espejo.

De lo cual resulta que la imágen de un objeto colocado delante de un espejo plano tiene iguales dimen-

(FIG. 15.)



Imágen de un punto en un espejo plano.

siones y figura que éste, pero su posición es simétrica respecto del espejo.

122. ESPEJOS ESFÉRICOS. Entre los espejos curvos, los más importantes son los *esféricos*, llamados así porque su curvatura es la de una superficie esférica.

Cuando la reflexión se opera en la cara interna, se llaman *cóncavos*, y cuando tiene lugar en la externa, se llaman *convexos*. El centro de la esfera de que forma parte el espejo, se llama *centro de curvatura*, el punto medio del espejo *centro de figura*, y *eje principal* la recta que pasa por estos dos puntos.

123. Focos (a). En estos espejos se llaman *focos* los puntos adonde van á concurrir los rayos reflejados ó sus prolongaciones. En los espejos cóncavos hay tres especies de focos: principal, conjugado y virtual.

El foco *principal* es formado por los rayos incidentes paralelos al eje principal, y se halla situado en este eje á una distancia sensiblemente igual del centro de curvatura y del de figura.

(a) De la latina *focus*, hogar, derivada de la griega *phogo*, quemar.

El foco *conjugado* (a) tiene lugar cuando el punto luminoso está situado en el eje principal á una distancia tal que los rayos incidentes no sean paralelos, sino divergentes, de lo cual resulta que los rayos, despues de la reflexion, encuentran al eje en un punto situado entre el centro de curvatura y el foco principal.

El foco *virtual* (b) tiene lugar en el caso en que el punto luminoso se halle colocado entre el foco principal y el espejo.

En los espejos convexos no hay más que focos virtuales.

124. IMÁGENES. Se llaman imágenes *reales* (c) las formadas por los mismos rayos reflejados, y *virtuales* las formadas por sus prolongaciones.

En los espejos cóncavos, cuando el objeto se halla colocado más allá del centro de curvatura, su imágen es real, invertida, más pequeña que él, y colocada entre el centro de curvatura y el foco principal; recíprocamente cuando el objeto se halla entre el foco principal y el centro, la imágen es real, invertida y mayor que el objeto; y cuando el objeto se halla entre el foco principal y el espejo, la imágen es virtual, directa y mayor que él.

En los espejos convexos la imágen es siempre virtual, directa y menor que el objeto.

d) DIÓPTRICA (d).

125. REFRACCION. Es el cambio de direccion que experimenta un rayo luminoso cuando pasa oblicuamente de un medio á otro de diferente densidad.

(a) De la latina *conjugatus*, compuesta de *cum*, con, y *jugum*, yugo; y se llama así porque si el punto luminoso pasara al foco, éste se hallaría en donde antes estaba aquel.

(b) De la latina *virtus*, potencia, porque tienden á producirse, pero en realidad no se producen.

(c) De la latina *res*, cosa; porque existen efectivamente.

(d) De las griegas *dia*, á través y *ptomai*, ver.

126. LEYES DE LA REFRACCION. El rayo refractado está situado en el plano de incidencia, y la razón del seno del ángulo de incidencia y del seno del ángulo de refracción es constante para los mismos medios.

Esta razón constante se llama *índice de refracción*.

Al pasar la luz de un medio menos denso á otro más denso, se acerca á la normal, y se aparta, al pasar de uno más denso á otro menos denso.

127. ANGULO LÍMITE. Es el ángulo incidente que da lugar á un ángulo refractado de 90° .

128. REFLEXION TOTAL. Es el fenómeno que tiene lugar cuando siendo el ángulo incidente mayor que el ángulo límite, el rayo refractado no pasa al otro medio y se refleja en totalidad.

El *espejismo*, ilusión óptica muy comun en los países cálidos y especialmente en las llanuras arenosas del Egipto, que consiste en ver invertidas las imágenes de los objetos lejanos, es un fenómeno que se explica por la reflexión total de la luz en las capas inferiores de la atmósfera.

129. PASO DE LA LUZ AL TRAVÉS DE UN CUERPO. Cuando la luz atraviesa un cuerpo diáfano tiene lugar una refracción de la luz en las dos superficies, de incidencia y de emergencia, originándose diversos fenómenos según la forma y la respectiva posición de ámbas superficies.

Hay que considerar tres casos: primero, que ambas superficies sean planas y paralelas entre sí; segundo que sean planas, pero formando ángulo (*prisma*); y tercero, que sean curvas (*lentes*).

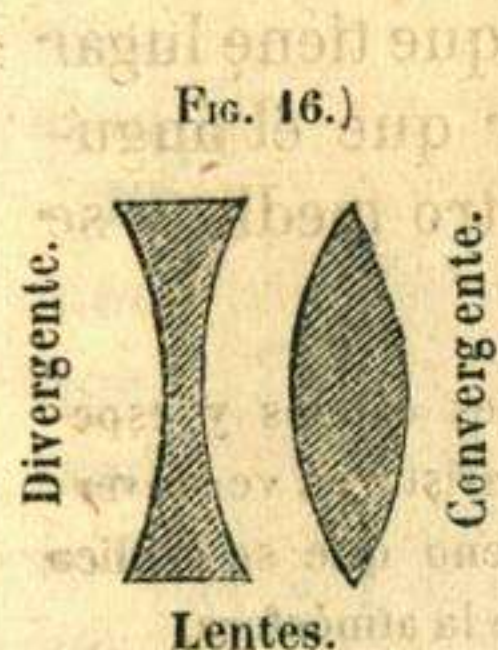
130. REFRACCION AL TRAVÉS DE SUPERFICIES PARALELAS. Cuando la luz atraviesa un medio de superficies paralelas, los rayos emergentes son paralelos á los incidentes.

131. PRISMA. Se llama *prisma*, en óptica, todo medio transparente limitado por dos caras planas inclinadas una

sobre otra. Los objetos vistos al través de un prisma, aparecen desviados hácia su vértice.

132. LENTES. Se llaman *lentes* unos medios transparentes que por la curvatura de su superficie tienen la propiedad de hacer converger ó divergir los rayos luminosos que los atraviesan.

Las que son más gruesas en el centro que en los bordes se llaman *convergentes* (a), y las que son más delgadas en el centro que en los bordes se llaman *divergentes* (b).



Las lentes *bi-convexas* (c) presentan foco principal, conjugado y virtual.

Las *bi-cóncavas* (d) no forman más que focos virtuales.

En las lentes *bi-convexas*, si un objeto, aunque sea muy grande, está bastante léjos de la lente, la imágen real invertida que se obtiene es muy pequeña; y al revés, si un objeto muy pequeño está colocado cerca del foco principal y un poco delante de él, la imágen se va á formar á una gran distancia, y es muy amplificada; si el objeto se halla colocado entre la lente y su foco principal, la imágen es directa, virtual y mayor que el objeto.

En las lentes *bi-cóncavas* la imágen es siempre directa y menor que el objeto.

(a) De la latina *convergo*, reunirse.

(b) De las latinas *di*, por acá y por allá y *vergo*, inclinarse.

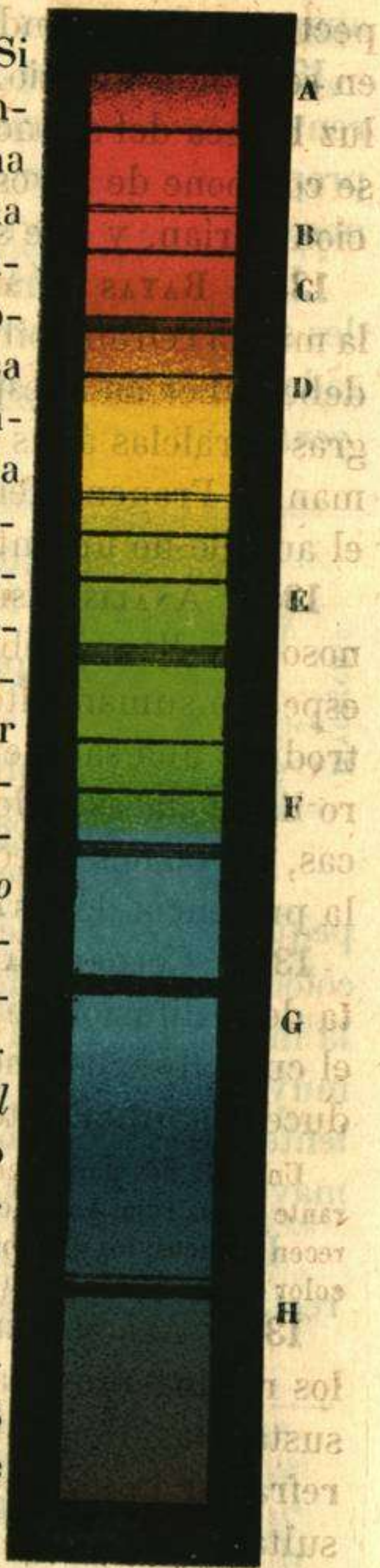
(c) De las latinas *bis*, dos y *convexus*, convexo, porque la limitan dos superficies convexas.

(d) De las latinas *bis*, dos y *concavus*, cóncavo, porque la limitan dos superficies cóncavas.

e) CROMÁTICA (a).

133. DISPERSION DE LA LUZ BLANCA. Si por una pequeña abertura se deja entrar un haz de rayos solares en una habitación oscura, y se recoge en una pantalla colocada perpendicularmente á la dirección de los rayos, se obtiene una imagen circular y blanca del sol; pero si se hacen pasar los rayos por un prisma, se observan en la imagen del sol tres cambios. Primeramente ha variado de posición, colocándose perpendicular á la cara refractante; en segundo lugar se ha dilatado longitudinalmente, y en tercer lugar ya no es blanca, sino coloreada. Esta imagen del sol desviada, prolongada y coloreada se llama *espectro solar* (b). En él se distinguen comunmente siete colores principales, llamados *colores del espectro*: rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul claro, azul oscuro y violado, de los cuales el rojo está más cerca de la imagen primitiva en tanto que el violado es el más lejano.

Si se recogen con una lente convergente los rayos solares, después de haber pasado por un prisma, se obtiene de nuevo á la correspondiente distancia una imagen redonda y



(a) De la griega *chroma*, color.

(b) De la latina *spectrum*, fantasma, vision.

blanca del sol; y lo mismo sucede cuando se recibe el espectro en un segundo prisma de igual ángulo y colocado en sentido contrario. De todo lo cual se infiere que la luz blanca del sol no es blanca ni homogénea, sino que se compone de rayos simples, cuyos índices de refracción varían, y que se separan por la refracción.

134. RAYAS DEL ESPECTRO. Como cada haz de rayos de la misma refrangibilidad forma su foco en un punto dado, debe haber en el espectro espacios oscuros, rayas negras paralelas á las aristas del prisma, las cuales se llaman de Fraunhofer, porque este físico las estudió con el auxilio de un anteojo.

135. ANÁLISIS ESPECTRAL. Si se toma como origen luminoso una llama débil (de espíritu de vino) se obtiene un espectro sumamente débil; pero si en esta llama se introduce una sal metálica, aparecen en el espectro oscuro listas claras y de color completamente características, las cuales pueden servir á su vez para reconocer la presencia de los diferentes metales en una llama.

136. COLORES NATURALES DE LOS CUERPOS. El color resulta de la difusión de los rayos que iluminan un cuerpo, el cual absorbe unos y refleja otros, cuya mezcla produce una tinta determinada.

Una tela nos parece encarnada, cuando refleja en proporcion preponderante la luz roja. Los cuerpos que reflejan todos los rayos solares nos parecen blancos; los que los absorben todos son negros. Por eso tambien el color de un cuerpo varía segun la luz que le ilumina.

137. ACROMATISMO. Combinando prismas, cuyos ángulos refringentes sean diferentes y que estén formados de sustancias desigualmente dispersivas, se ha llegado á refractar la luz blanca sin descomponerla. El mismo resultado se obtiene con lentes de sustancias diferentes, cuyas curvaturas estén convenientemente combinadas. Los contornos de los objetos vistos al través de los prismas y de las lentes formadas de este modo, no apare-

cen irisados, y por eso se dice que estos prismas y estas lentes son *acromáticos* (*a*), y se llama *acromatismo* el fenómeno de refracción de la luz sin dispersión.

138. ACCIONES DE LOS DIFERENTES COLORES. Las diversas partes del espectro se reparten de un modo desigual las acciones de la luz, entre las cuales ocupan el primer lugar la *iluminación*, la *elevación de temperatura* y las *acciones químicas*.

Los rayos amarillos entre D y E poseen la mayor actividad luminosa, la cual decrece muy rápidamente á uno y otro lado, y es sumamente débil en el violado.

La elevación de temperatura se empieza á notar primeramente en los rayos verdes, crece hasta la lista oscura A en el rojo, y á partir de este punto adquiere una intensidad enorme, decreciendo despues y no extinguiéndose, sino á una distancia del rojo doble de la que separa á éste del extremo del violado.

Las acciones químicas (la descomposición de las sales de plata) comienzan muy débilmente en el verde; alcanzan en el violado su mayor intensidad, y se observan con bastante intensidad mucho más allá.

139. ARCO IRIS. Es un meteoro luminoso, que se presenta en las nubes opuestas al sol, cuando se resuelven en lluvia; está formado de siete arcos concéntricos, que presentan sucesivamente los colores del espectro solar. La causa de este fenómeno es la descomposición de la luz blanca del sol en el momento en que penetra en las gotas de lluvia, y se refleja en la cara interna de las mismas.

f) INSTRUMENTOS DE ÓPTICA.

140. MICROSCOPIOS (*b*). Se da este nombre á los instrumentos que tienen por objeto amplificar las imágenes de los cuerpos que sus pequeñas dimensiones no permiten observar á simple vista. El *microscopio simple* está formado, bien de una sola lente convergente, bien de mu-

(*a*) De las griegas *a*, sin, y *chroma*, color.

(*b*) De las griegas *micros*, cosa pequeña y *scopeo*, mirar.

chas lentes sobrepuestas, que obran como una sola. El *microscopio compuesto*, en su mayor grado de sencillez, está formado de dos vidrios lenticulares convergentes, uno de foco corto, llamado *objetivo*, porque está dirigido hácia el objeto, y otro ménos convergente que se llama *ocular*, porque se halla cerca del ojo del observador.

141. ANTEOJO ASTRONÓMICO. Está destinado á la observacion de los astros. Se compone de un objetivo y de un ocular convergentes como en el microscopio.

142. ANTEOJO TERRESTRE Ó DE LARGA VISTA. No difiere del anteojo astronómico sino en que las imágenes aparecen directas, lo cual se obtiene por medio de dos lentes convergentes colocadas entre el objetivo y el ocular.

143. ANTEOJO DE GALILEO Ó DE TEATRO. No se compone más que de dos lentes, una objetiva convergente y otra ocular divergente, que da inmediatamente una imagen directa.

144. TELESCOPIOS (*a*). Son instrumentos que sirven para ver los objetos lejanos y particularmente los astros. En ellos se utiliza la reflexion al mismo tiempo que la refraccion por medio de espejos y lentes.

145. CÁMARA OSCURA. Es un aparato destinado á pintar sobre un plano la imagen reducida de un paisaje ó de un objeto cualquiera. Un espejo plano muy claro refleja los rayos de un objeto y los envia sobre una lente convergente, que lleva su imagen á un plano situado en la oscuridad, donde la imagen aparece con mucha limpieza y exactitud.

El *daguerrotipo* es un aparato que sirve para fijar sobre sustancias sensibles á la luz, las imágenes que forman las lentes convergentes en la cámara oscura.

El arte de producir así las imágenes de los objetos por la accion de la luz, ha recibido el nombre de *fotografia* (*b*).

(*a*) De las griegas *tele*, de léjos y *scopeo*, mirar.

(*b*) De las griegas *phos*, luz y *grapho*, pintar.

g) INTERFERENCIAS, DIFRACCION, POLARIZACION Y DOBLE REFRACCION.

146. INTERFERENCIAS. Cuando dos rayos luminosos, procedentes del mismo origen, se encuentran, formando un ángulo muy pequeño, y por tanto son casi paralelos, el resultado de su concurrencia no presenta una intensidad uniforme, sino que en unos puntos la luz es más fuerte y en otros más débil. Esta acción recíproca se llama *interferencia*.

Las interferencias se presentan del modo más sencillo empleando luz homogénea, y entonces consisten en listas claras y oscuras alternadas.

147. DIFRACCION (a). Se da este nombre á la desviación que experimenta la luz cuando pasa rozando por los bordes de un cuerpo opaco.

Por la difracción de la luz del sol y de la luna en las vesículas de vapor de agua flotantes en el aire se explica el cerco ó corona que rodea á estos astros, cuando están cubiertos por nubes ténues y la atmósfera cargada de vapores.

148. POLARIZACION. Se da este nombre al fenómeno que presenta la luz de no poderse reflejar ó refractar bajo un ángulo de 35° , cuando ha sido reflejada ó refractada con la misma inclinación.

149. DOBLE REFRACCION, Muchos cuerpos tienen la propiedad de dividir en dos un rayo incidente. Esta propiedad se llama *doble refracción*.

Uno de estos rayos sigue las leyes generales de la refracción, esto es, está situado en el plano de incidencia y el índice de refracción es constante; pero el otro no sigue esta ley. El primero se llama *ordinario* y el segundo *extraordinario*.

(a) De la latina *diffringo*, romper, quebrantar, porque parece que los rayos se quiebran ó rompen.

D) CALÓRICO.

a) GENERALIDADES.

150. CALOR. Entre las impresiones que las cosas que nos rodean producen en nuestro tacto, hay algunas que segun su intensidad se llaman frio, fresco, templado y caliente, los cuales atribuimos á una causa comun, que llamamos *calor*.

El frio no es más que un corto grado de calor.

151. EFECTOS DEL CALOR. Se dividen en *físicos* (cambios de volúmen ó del estado de agregacion, disminucion del magnetismo y desarrollo de la electricidad y de la luz), *químicos* (produccion de las combinaciones y descomposiciones de los cuerpos) y *fisiológicos* (su influencia en el reino animal y vegetal).

152. TEMPERATURA. Se da este nombre al estado de un cuerpo segun la cantidad de calor recibida por él. Aun cuando el tacto nos da cuenta de estas modificaciones, como en él influyen otras muchas circunstancias, no es un medio seguro para apreciar la temperatura; por lo cual se ha ideado un instrumento más á propósito para este fin, que se llama *termómetro*.

153. DIVISION. El tratado del calor se divide en las siguientes secciones:

1.^a Efectos del calor, á saber:

A. Cambios de volúmen; termómetro.

B. Cambios del estado de agregacion; máquinas de vapor.

2.^a Calor específico.

3.^a Propagacion del calor:

A. Conductibilidad.

B. Calórico radiante.

4.^a Orígenes del calor. Teoría del calor.

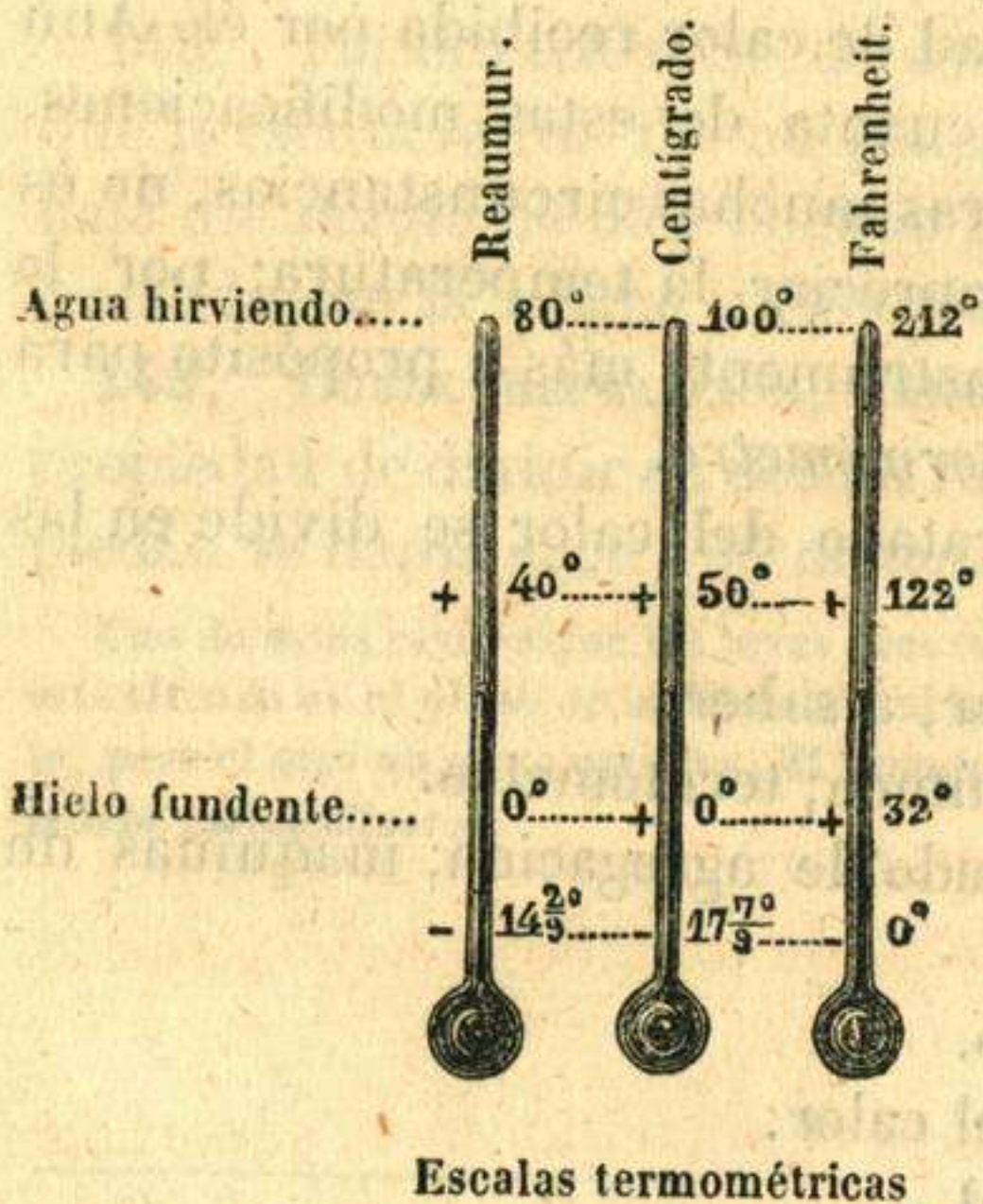
b) CAMBIOS DE VOLÚMEN.

154. CAUSA DE LOS CAMBIOS DE VOLÚMEN. Los cuerpos están compuestos de moléculas en movimiento, y el conjunto de estas moléculas posee en un momento dado una suma de fuerza viva, que es el calor que contienen; al calentarlos se aumenta esta fuerza, y al enfriarlos se disminuye.

En el primer caso, aumentándose los movimientos moleculares, los cuerpos *se dilatan*, en el segundo, disminuyéndose los mismos movimientos, los cuerpos *se contraen*.

La cantidad de la dilatacion de diferentes cuerpos con el mismo aumento de temperatura es diversa, pues los gases se dilatan más que los líquidos, y estos más que los sólidos.

155. TERMÓMETRO (a). El aumento de volúmen por la elevacion de temperatura suministra el mejor medio



para determinar los cambios de temperatura, y por tanto para la construcción del termómetro. Los termómetros comunes se fundan en la dilatacion del mercurio. Entre los diferentes termómetros de mercurio, el más difundido es el centígrado (C), que consiste en un tubo capilar de vidrio, bien calibrado; á uno de cu-

(a) De las griegas *thermos*, calor y *metron*, medida.

yos extremos se suelda un depósito (esférico, cilíndrico ó espiral) y el otro está cerrado. El depósito y una parte del tubo está lleno de mercurio, pero la otra parte está vacía. Acompaña al tubo una escala dividida en partes iguales, en la cual puede medirse el ascenso ó descenso del mercurio en el tubo.

En esta escala se marcan desde luego dos puntos fijos: el del *hielo fundente* y el del *agua hirviendo*. El primero se determina introduciendo el depósito y la parte del tubo llena de mercurio en nieve ó hielo fundente, y señalando en el tubo con una línea fina el punto hasta donde llega el mercurio. Y el segundo se halla también colocando el termómetro en el vapor de agua hirviendo, y señalando del mismo modo en el tubo el punto hasta donde ha subido el mercurio. El espacio intermedio se divide en 100 partes iguales que se llaman grados.

Esta division, que es la más apropiada, se llama *centesimal*. *Réaumur*, pone también 0° en el punto del hielo; pero en el agua hirviendo señala 80° . *Fahrenheit*, por último, coloca el número 32 en el hielo, y 212 en el agua hirviendo, y por tanto divide el espacio intermedio en 180 partes iguales.

En todas las escalas, los grados sobre cero se designan con el signo más (+), y los grados bajo cero con el signo menos (-).

156. DILATACION DE LOS CUERPOS SÓLIDOS. En los cuerpos sólidos se determina ante todo y principalmente la dilatacion en una direccion (*dilatacion lineal*).

Se llama *coeficiente de dilatacion lineal* la dilatacion que experimenta una regla de un metro de longitud al pasar de 0° á 1° .

Dilatacion superficial es el aumento de la superficie de un cuerpo que se calienta. Su coeficiente es el duplo del de la dilatacion lineal.

La *dilatacion cúbica* es el aumento del volúmen total de los cuerpos cuando se calientan. Su coeficiente es el triplo del de la lineal.

Entre las aplicaciones de la dilatacion de los sólidos, son dignas de mencion la construccion de termómetros metálicos, la de los péndulos compensadores y la correccion de las *medidas*, las cuales solo á una determinada temperatura pueden dar unas dimensiones completamente exactas.

157. DILATACION DE LOS LIQUIDOS. En los líquidos solo se consideran las dilataciones cúbicas; pero hay que distinguir la dilatacion *aparente* de la dilatacion *absoluta*: la primera es el aumento de volúmen que toma un líquido sin tener en cuenta la dilatacion del vaso que le contiene; y la segunda es el aumento real que toma el volúmen del líquido.

La dilatacion aparente de un líquido en una vasija es la diferencia entre la dilatacion absoluta de este líquido y la de un volúmen igual de la materia de la vasija que le contiene.

Los coeficientes de dilatacion de los líquidos aumentan con la temperatura, y tienen su máximo cuando llegan al punto de ebullicion; y en pasando de éste, cambian de estado experimentando una dilatacion repentina y enorme al convertirse en vapores.

El agua, sin embargo, ofrece el notable fenómeno, cuando descende su temperatura, de no contraerse sino hasta 4° (ó más exactamente á $4^{\circ},1$), pues cuando el enfriamiento continúa más abajo de este punto, no solo cesa la contraccion, sino que el líquido se dilata hasta el punto de congelacion que tiene lugar á 0° ; por eso se dice que el agua tiene su máximo de densidad á 4° , propiedad que tiene una gran importancia en la economía de la naturaleza.

158. DILATACION DE LOS GASES. El coeficiente de dilatacion es casi igual para todos los gases.

El aire se dilata $\frac{1}{273}$ de su volúmen por cada grado que se eleva su temperatura, siempre que la presion permanezca la misma, y esta dilatacion tan considerable es la causa más frecuente tanto de las corrientes limitadas á un espacio determinado, el *tiro de las chimeneas* por ejemplo, como de las grandes corrientes atmosféricas, que llamamos *vientos*.

C) CAMBIOS DE ESTADO DE LOS CUERPOS.

159. ESPECIES DE CAMBIOS DE ESTADO. El estado de agregación de los cuerpos depende principalmente de la temperatura, y por tanto puede modificarse por las alteraciones de ésta. Por la elevación de temperatura los sólidos pueden pasar al estado líquido ó *fundirse*, y los líquidos pasar al estado gaseoso ó *evaporarse*. Y al contrario, por el descenso de temperatura los gaseosos pueden pasar al estado líquido ó *liquidarse*, y los líquidos al estado sólido ó *congelarse*.

(FIG. 18.^a)

Cambio de estado de los cuerpos.

160. FUSION (a). Se da este nombre al acto de pasar un cuerpo del estado sólido al estado líquido.

(a) De la latina *fundo*, derretir, liquidar.

Sus leyes son dos:

1.^a Que cada sustancia comienza á liquidarse á una temperatura determinada y constante que se llama *punto de fusion*.

2.^a Que la temperatura *permanece invariable* desde el momento en que comienza la fusion hasta que está terminada.

Toda fusion va acompañada de un fenómeno notable, la destruccion de calor, fenómeno que la antigua teoria del calor no podia explicar, contentándose con hacerle notar, dándole un nombre que hoy es preciso abandonar; pues se decia que durante la fusion, el calor se ocultaba y se hacia *latente* (a). La nueva teoria termodinámica explica este fenómeno del modo más sencillo, haciendo ver que en el estado sólido, las moléculas están unidas por efecto de una fuerza atractiva, la cohesion, para destruir la cual se necesita una fuerza contraria, que es el calor, el cual desaparece durante la fusion, que por esta razon se considera como un trabajo.

161. SOLIDIFICACION Ó CONGELACION. Es el tránsito del estado líquido al estado sólido. Este fenómeno está sometido á las dos leyes siguientes, recíprocas de las de la fusion:

1.^a La solidificacion se produce para cada cuerpo á una temperatura fija, que es precisamente la de la fusion.

2.^a Desde el momento en que comienza la solidificacion hasta que se completa, la temperatura del líquido es constante. Esta segunda ley resulta de que el calórico latente absorbido durante la fusion se hace libre en el momento de la solidificacion.

Para obtener la solidificacion se hace uso con frecuencia de las *mezclas rigorificas* (b), que tienen por objeto producir frio artificialmente. La más comun es la de hielo machacado y sal comun, que produce una temperatura de -17° .

162. VAPORIZACION. Es el tránsito de un líquido al estado de vapor.

(a) De la latina *lateo*, estar oculto.

(b) De las latinas *frigus*, frio y *facio*, hacer.

Toda vaporizacion vá acompañada de una desaparicion de calor, fenómeno inexplicable en la antigua teoria, y que la nueva explica con la misma facilidad que la fusion. En efecto, mientras las moléculas se hallan en estado liquido y mantenidas á una pequeña distancia, se repelen y se atraen; pero cuando se apartan para formar vapor, ejecutan á la vez un trabajo exterior, como los gases que se dilatan, y un trabajo interior que las separa, de lo cual resultan dos pérdidas de fuerza viva, y por consiguiente de calor.

La vaporizacion puede verificarse en diversas circunstancias, y por eso se divide en *evaporacion* y *ebullicion*; la primera se presenta á muy diversas temperaturas; la segunda á una temperatura fija en idénticas circunstancias.

163. PROPIEDADES COMUNES DE LOS VAPORES. Todos los vapores poseen ciertas propiedades comunes, las principales son:

a. Los vapores son *expansivos*, esto es, poseen una *tension* ó *fuerza expansiva*, por la cual tienden á dilatarse ejerciendo una presion sobre los cuerpos que impiden esta expansion.

b. A una temperatura fija, todo espacio puede recibir cantidades de vapor hasta un límite determinado; y por tanto hay para los vapores un *máximum* de densidad, que es á la vez el *máximum* de tension. Los vapores que poseen éste *máximum* de densidad, se dice que están *saturados*.

c. El *máximum* de densidad y de tension aumenta con la elevacion de temperatura, y disminuye con el descenso de la misma.

d. Los vapores de diferentes sustancias tienen diversa tension á la misma temperatura.

e. En el punto de ebullicion la fuerza expansiva de todos los vapores es igual á una atmósfera.

f. Si un espacio lleno de vapores tiene en varios puntos distinta temperatura, la tension total es la que correspondería á la temperatura mínima.

164. EVAPORACION. En un mismo líquido se verifica tanto más rápidamente,

- a. Cuanto más elevada es la temperatura.
- b. Cuanto menor es la presión del aire exterior.
- c. Cuanto más rápidamente son alejados los vapores que se forman.
- d. Cuanto mayor es la superficie de evaporación.

165. DIFERENCIAS ENTRE LA EVAPORACION Y LA EBULLICION (a). Son las siguientes.

1.^a La ebullición, en igualdad de circunstancias, tiene lugar constantemente á la misma temperatura; al paso que la evaporación se presenta á temperaturas muy diversas, inferiores al punto de ebullición.

2.^a En la ebullición, los vapores se forman en toda la masa líquida, en tanto que en la evaporación solo sucede esto en la superficie.

3.^a Durante la ebullición la temperatura permanece constante; y en la evaporación puede variar.

166. LEYES DE LA EBULLICION. Son dos: 1.^a Cada líquido tiene una temperatura determinada y fija, á la cual entra en ebullición (*punto de ebullición*).

2.^a Como toda formación de vapor lleva consigo una destrucción de calor, la temperatura permanece constante todo el tiempo que dura la acción.

En un mismo líquido el punto de ebullición depende:

- a. De la presión.
- b. De las materias disueltas en el líquido.
- c. De la mayor ó menor adhesión del líquido á las paredes del vaso.

167. ESTADO ESFEROIDAL. Si se echa una gota de un líquido sobre un metal calentado con igualdad, se eva-

(a) De la latina *ebullitio*, hervor; derivada de *ebullio*, cocer á borbotones.

pora rápidamente con un ruido estrepitoso; pero si se echa sobre un cuerpo fuertemente calentado, casi enrojecido, por ejemplo, una cápsula de plata ó de platino, entonces no se evapora sino con mucha lentitud, su temperatura es inferior al punto de ebullicion, no toca á la cápsula, gira rápidamente y toma en su virtud la forma de un esferoide muy aplanado (*estado esferoidal*).

La razon de estos fenómenos consiste en que por la elevada temperatura del cuerpo enrojecido se forman vapores de gran fuerza expansiva, los cuales hacen imposible el contacto inmediato y sirven de aisladores á causa de su poca conductibilidad.

En este estado y en la súbita y fuerte evaporacion de un enfriamiento hay que buscar la causa de muchas explosiones de las calderas de vapor.

168. CONDENSACION (*a*) Ó LIQUEFACCION (*b*). Es el tránsito del estado gaseoso al estado líquido.

Todos los vapores pueden liquidarse por un descenso de temperatura, por la presion ó por ambos medios á la vez.

Los gases pueden tambien liquidarse por el empleo simultáneo de ámbos medios en alto grado, y son contados los que hasta ahora (por la insuficiencia de nuestros medios) no han podido liquidarse.

De aquí se infiere que los vapores son gases y recíprocamente, puesto que unos y otros siguen la ley de Mariotte y se dilatan $\frac{1}{273}$ de su volumen por cada grado de temperatura.

169. VAPOR DE AGUA EN LA ATMÓSFERA. Como el aire está en contacto con la gran masa líquida, que ocupa más de las tres cuartas partes de la superficie terrestre, recibe continuamente los vapores formados por la evaporacion, los cuales son conducidos por la difusion y por los vientos á las regiones situadas sobre la superficie seca. Estos vapores rara vez están saturados; pero

(*a*) De las latinas *cum*, con y *densus*, espeso.

(*b*) De las latinas *liquidus*, líquido, y *facio*, hacer.

cuando lo están, todo descenso de temperatura debe producir naturalmente una condensacion.

170. HIGROSCOPOS (a). Son unos instrumentos que sirven para indicar el grado de humedad del aire, sin permitir una apreciacion exacta.

Se fundan en la influencia de la humedad en muchas sustancias animales y vegetales (cabello desengrasado, cuerdas de vihuela).

171. HIGRÓMETROS (b). Son unos instrumentos destinados á determinar el estado higrométrico del aire.

Se llama estado *higrométrico del aire* la relacion entre la cantidad actual de vapor de agua que contiene, y la que contendría si estuviese saturado, siendo la misma la temperatura.

172. METEOROS (c) ACUOSOS. Las *nieblas* son masas de vapor, que condensadas en la atmósfera ocupan las regiones bajas de ella y enturbian su transparencia.

Las *nubes* son tambien masas de vapores, como las nieblas, de las cuales no se diferencian sino porque ocupan las altas regiones de la atmósfera. Resultan siempre de la condensacion de los vapores que se elevan de la tierra.

Segun el aspecto que presentan se dividen en *cirrus (d)*, *cumulus (e)*, *stratus (f)* y *nimbus (g)*.

La *lluvia* es la caida, en el estado de gotitas, del agua de las nubes, cuando se liquidan por el descenso de temperatura.

La cantidad de lluvia que cae anualmente en un lugar se mide por medio de un aparato que se llama *udómetro (h)* que se compone de un vaso cilíndrico cerrado en su parte superior por medio de una tapa que tiene la forma de un embudo, en el cual cae el agua de la lluvia. Esta penetra des-

(a) De las griegas *hydor*, agua y *scopeo*, considerar.

(b) De las griegas *hydor*, agua y *metron*, medida.

(c) De la griega *meteoros*, alto.

(d) De la latina *cirrus*, bucle, mechon de pelo.

(e) De la latina *cumulus*, monton.

(f) De la latina *stratus*, lecho, colchon.

(g) De la latina *nimbus*, nube tempestuosa.

(h) De las griegas *hydor*, agua, y *metron*, medida.

pues en el interior del vaso por un pequeño agujero, con el objeto de sustraer la mayor cantidad posible á la evaporacion. De la base del aparato sale un tubo de vidrio, en el cual el agua se eleva á la misma altura que en el interior, la cual se mide por medio de una escala graduada en milímetros, colocada al lado del tubo.

El *rocío* es producido por el vapor que se deposita en gotitas sobre los cuerpos durante la noche.

Este fenómeno es debido al enfriamiento que experimentan los cuerpos colocados en la superficie terrestre por efecto de la radiacion nocturna.

La *escarcha* no es otra cosa que el rocío congelado.

La *nieve* es el agua solidificada en pequeños cristales en forma de estrella, diversamente ramificados y que flotan en la atmósfera.

Estos cristales provienen de la congelacion del vapor de las nubes, cuando la temperatura de estas desciende á bajo cero.

El *granizo* es un conjunto de glóbulos de hielo compactos, más ó ménos voluminosos, que caen de la atmósfera. La caida del granizo va siempre precedida de un ruido particular.

d) MÁQUINAS DE VAPOR.

173. DEFINICION. Se llaman *máquinas de vapor* las que se ponen en movimiento mediata ó inmediatamente por el vapor de agua.

El inventor de las máquinas de vapor como ahora se usan es *Watt* (1763), *Fulton* construyó (1807) el primer buque de vapor; y *Stephenson* inventó (1812) las locomotoras.

174. DIVISION. Las numerosas variedades de máquinas de vapor se pueden dividir bajo los siguientes puntos de vista.

1.º Segun su accion: en máquinas *de simple efecto*, en las cuales el vapor solo obra en una cara del piston; y *de doble efecto*, en las que el vapor obra alternativamente sobre ambas caras del piston.

A este último grupo pertenecen casi todas las máquinas usuales.

2.º Segun la tension del vapor: en máquinas *de baja presion* (hasta dos atmósferas), *de media presion* (de dos á cuatro atmósferas), y *de alta presion* (con una tension mayor).

3.º Segun el modo de hacer desaparecer el vapor despues de haber obrado: en máquinas *con condensador ó sin él*.

4.º Segun el punto en que obran: *máquinas fijas y movibles*.

175. PARTES DE LA MÁQUINA DE VAPOR. Las principales que se encuentran aun en las máquinas más sencillas son las siguientes: la caldera, el cuerpo de bomba, y la caja de distribucion.

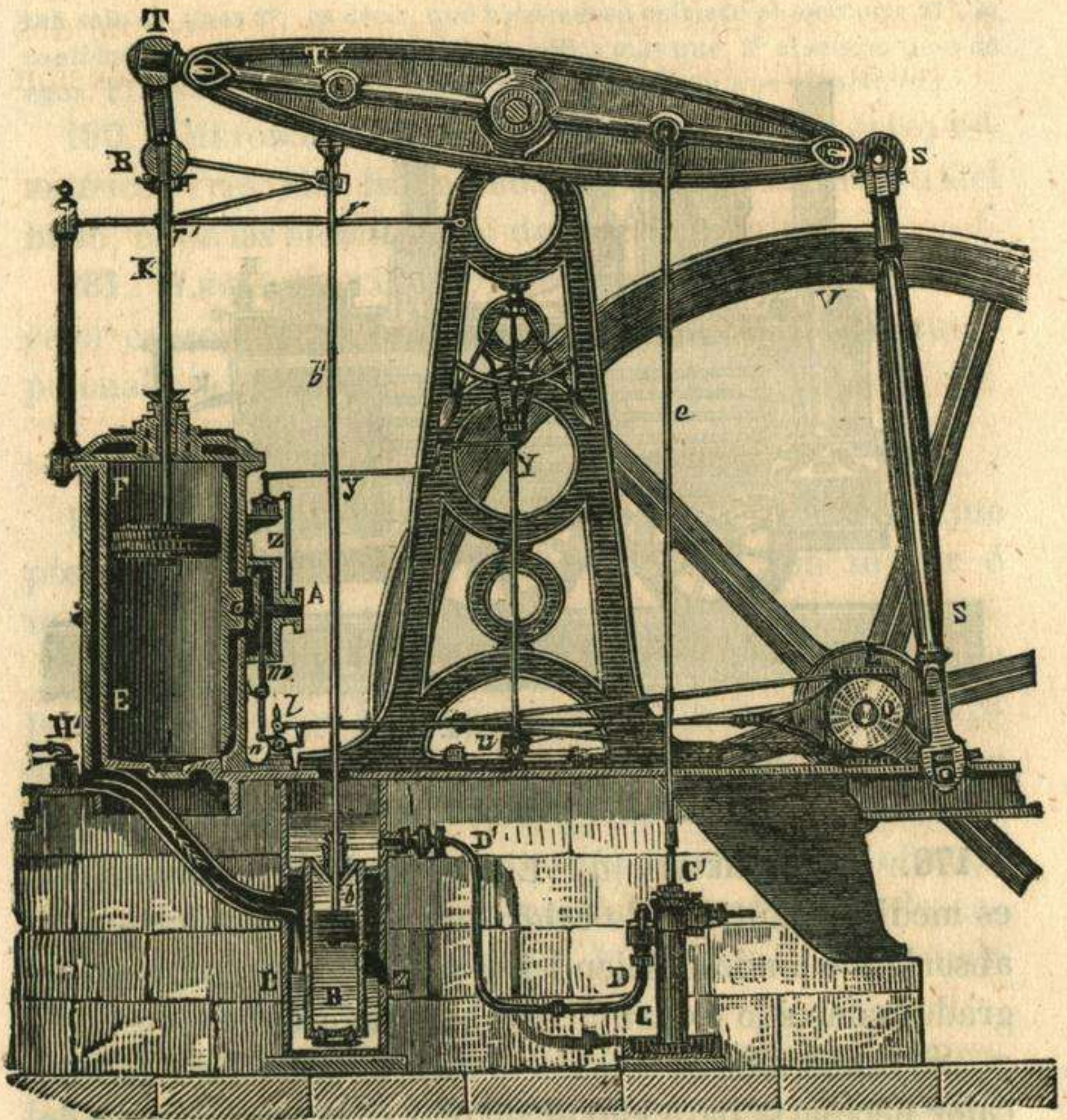
La *caldera* es un grueso cilindro de chapas de hierro terminado por dos hemisferios, el cual por medio de unos tubos comunica con dos cilindros más pequeños que se llaman *hervideros*.

El *cuerpo de bomba* es un cilindro de hierro fundido, trabajado con mucho esmero, que en la proximidad de las bases tiene dos aberturas para la entrada y la salida del vapor, y en cuyo interior se mueve un piston con su vástago.

La *caja de distribucion* se llama así porque sirve para dirigir el vapor, que llega de la caldera, unas veces encima y otras debajo del piston.

176. MÁQUINA DE DOBLE EFECTO DE WATT. Esta máquina es la que se emplea hoy de un modo general.

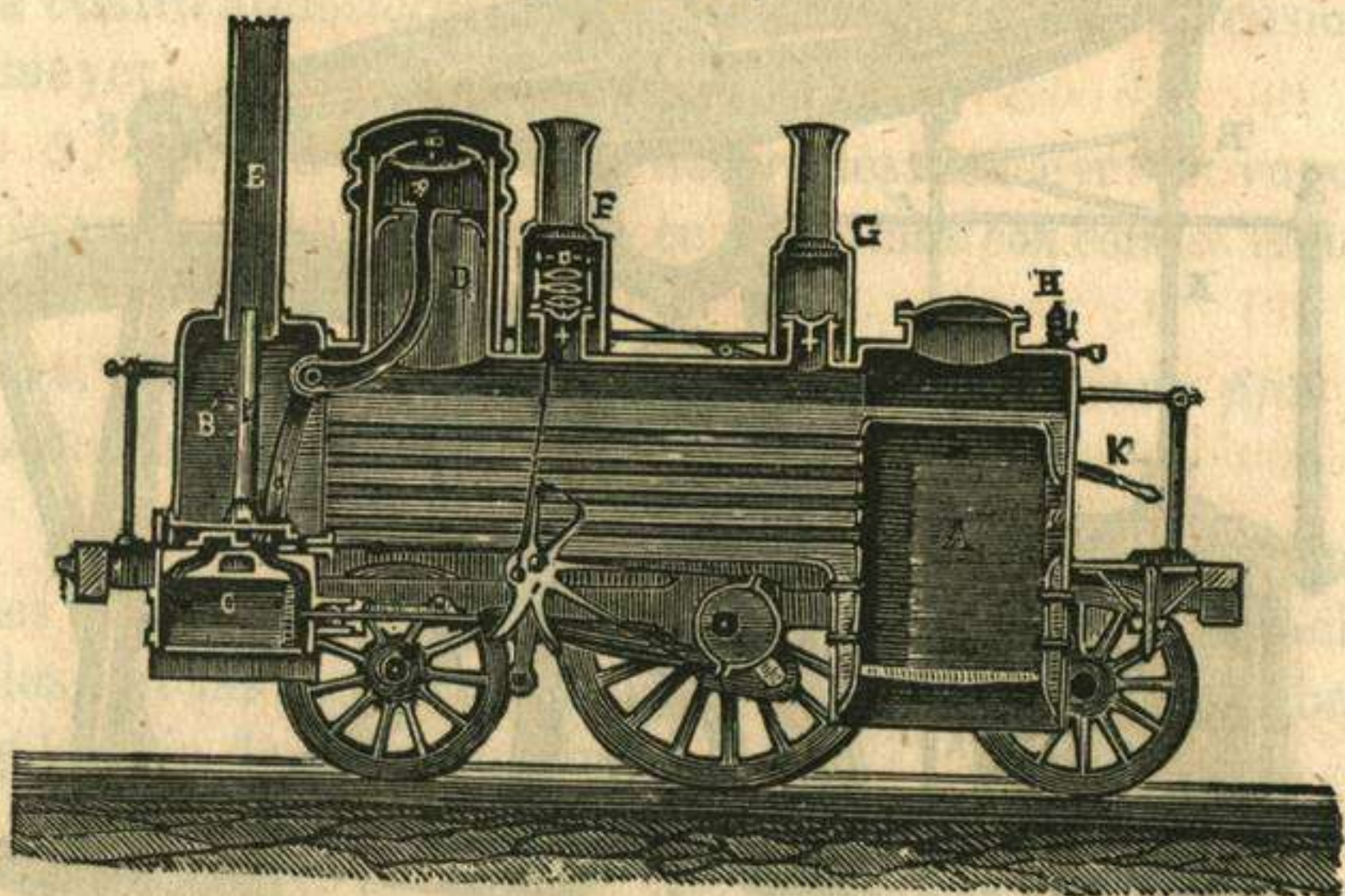
El piston se mueve en el cilindro EF, que recibe el vapor por el tubo A. En este tubo se vé una válvula que, por las articulaciones *zy* comunica con el *regulador de fuerza centrifuga* Y, el cual hace que la válvula se cierre en parte cuando la máquina vá muy de prisa. El vástago K' del piston obra sobre el balancin TS por el intermedio de un *paralelógramo de Watt* TTRr, articulado por la palanca rr' al punto fijo r' que le obliga á moverse perpendicularmente, en tanto que el punto T describe arcos de circunferencia. El balancin á su vez hace mover el vástago bb' de una bomba de aire, el vástago e de la bomba, que echa en la caldera el agua aspirada en el condensador, y la biella SS que rige el manubrio del volante V. El vástago mn de la *caja de distribucion* es puesto en movimiento por la excéntrica LL. El movimiento de rotacion del volante es trasmitido á otros órganos por correas sin fin. En LZ se vé el condensador, que recibe el agua fria inyectada por el tubo H'.

(FIG. 49.^a)

Máquina de doble efecto de Watt.

177. LOCOMOTORAS. Son máquinas de alta presión con dos cilindros C, sostenidos por ruedas movidas por los vástagos de los dos pistones. La caldera forma el cuerpo de la locomotora, y está atravesada por multitud de tubos rodeados de agua. La llama del hogar A pasa por estos tubos y evapora el agua en una superficie que equivale á un centenar de metros cuadrados. El tiro del hogar es activado por el vapor que al salir

del cuerpo de bomba es lanzado á la chimenea E y arrastra consigo el humo al exterior.

(FIG. 20.^a)

Locomotora.

e) CALÓRICO ESPECÍFICO.

178. CALORIMETRÍA (a). El objeto de la *calorimetría* es medir la cantidad de calor que los cuerpos ceden ó absorben cuando descienden ó se elevan un número de grados conocido ó cuando cambian de estado.

Se llama *unidad de calor* ó *caloría* (b) la cantidad de calor necesaria para elevar de 0° á 1° la temperatura de un kilogramo de agua.

179. CALÓRICO ESPECÍFICO Ó CAPACIDAD CALORÍFICA. Es la cantidad de calor que absorbe un cuerpo cuando su temperatura se eleva de 0° á 1° , comparativamente á la que absorbería, en el mismo caso, un peso igual de agua.

(a) De la latina *calor*, calor, y de la griega *metreo*, medir.

(b) De la latina *calor*, calor

Se hace ver fácilmente que todos los cuerpos no tienen el mismo calor específico. Mezclando, por ejemplo, un kilogramo de mercurio á 100° con un kilogramo de agua á 0° , se observa que la temperatura de la mezcla es tan solo de unos 3° , es decir, que habiéndose enfriado el mercurio 97° , la cantidad de calor que ha perdido no calienta más que 3° el mismo peso de agua. El agua absorbe, pues, unas 33 veces más calor que el mercurio.

180. MÉTODOS PARA LA DETERMINACION DEL CALÓRICO ESPECÍFICO. Tres son los principales: el de la fusion del hielo, el de las mezclas y el del enfriamiento.

181. LEYES DEL CALÓRICO ESPECÍFICO. El producto del calor específico por el equivalente químico de un cuerpo cualquiera, es un número constante.

f) PROPAGACION DEL CALOR.

182. CONDUCTIBILIDAD. Se llama así la propiedad que poseen los cuerpos de transmitir el calor con mayor ó menor facilidad al través de su masa.

Se admite que este género de propagacion se opera por una radiacion interna de molécula á molécula. Todos los cuerpos no conducen igualmente el calórico: se llaman *buenos conductores* los que le transmiten fácilmente, como los metales; *malos conductores* los que ofrecen una resistencia mayor ó menor á la propagacion del calor, como el vidrio, la resina, la madera y sobre todo los líquidos y los gases.

183. CALÓRICO RADIANTE. Cuando un cuerpo está colocado en un recinto cuya temperatura es más ó ménos elevada que la suya, se observa siempre que la temperatura del cuerpo se eleva ó desciende progresivamente hasta igualarse con la del recinto; de lo cual se infiere que el cuerpo ha ganado ó perdido cierta cantidad de calor, que ha recibido de los cuerpos próximos ó que les ha cedido. El calor se trasmite pues de un cuerpo á otro, á través del espacio, del mismo modo que la luz. El calórico que se propaga de este modo á distancia se llama *calórico radiante*. La radiacion tiene lugar en to-

das direcciones al rededor del cuerpo; en un medio homogéneo se verifica en línea recta, y se propaga en el vacío como en el aire.

La intensidad del calórico radiante es proporcional á la temperatura del foco calorífico, está en razon inversa del cuadrado de la distancia, y es tanto menor cuanto más oblicua es la direccion en que son emitidos los rayos respecto de la superficie radiante.

El calórico se refleja siguiendo las leyes de los cuerpos elásticos.

Se llama *poder reflectante* la propiedad que tienen los cuerpos de reflejar una porcion mayor ó menor del calor incidente. Este poder varía de una sustancia á otra, y es mucho mayor en los metales que en los demás cuerpos.

El *poder absorbente* de los cuerpos es la propiedad de dejar penetrar en su masa una porcion mayor ó menor del calor incidente. El poder absorbente de un cuerpo se halla siempre en un órden inverso de su poder reflector; pero estos dos poderes no son complementarios, porque además del calor absorbido y del reflejado, existe otra parte que se refleja irregularmente y que se designa con el nombre de *calor difuso*.

El *poder emisor* de los cuerpos es la propiedad de emitir una cantidad mayor ó menor de calor.

Los poderes absorbentes y emisivos son iguales, y varían con el color, el grado de pulimento, la densidad y el espesor de la sustancia radiante.

g) ORIGENES Y TEORÍA DEL CALOR.

184. ORIGENES DEL CALOR. Los orígenes más importantes del calor son: el sol, la tierra, las acciones mecánicas, físicas y químicas.

185. CALOR SOLAR. El sol es el origen más copioso de calor. La cantidad que un cuerpo recibe del sol, es proporcional al número de rayos incidentes, al seno del ángulo de incidencia, al poder absorbente del cuerpo y á la duracion de la accion de los rayos.

Las causas que hacen variar la temperatura del aire son principalmente la latitud, la altitud, la direccion de los vientos y la proximidad de los mares.

Se llaman *líneas isotermas* (a) las curvas que se obtienen cuando se unen entre sí en un mapa todos los puntos cuya temperatura media anual es idéntica.

Zona isoterma es el espacio comprendido entre dos líneas isotermas contiguas.

Clima es un cierto número de zonas isotermas caracterizadas por su temperatura media anual, y por sus temperaturas de verano y de invierno.

Se distinguen siete climas: *tórrido* (de 27° á 25°), *cálido* (de 25° á 20°), *suave* (de 20° á 15°), *templado* (de 15° á 10°), *frio* (de 10° á 5°), *muy frio* (de 5° á 0°), y *glacial* (inferior á 0°).

Los climas se dividen tambien en *constantés*, cuando la diferencia entre las temperaturas medias de invierno y verano no pasa de 6° á 8° (costa de Canarias); *variables*, cuando esta diferencia no excede de 16° á 20° (Madrid); y *excesivos*, cuando la diferencia es mayor de 30° (Pekin).

La temperatura del aire en la superficie del globo vá decreciendo desde el ecuador hasta los polos.

186. CALOR TERRESTRE. La accion del calor solar no se extiende más que á una pequeña profundidad en el suelo, á 24 metros de la superficie reina continuamente una temperatura constante. A una profundidad mayor (en las minas) domina una temperatura más elevada, la cual aumenta continuamente con la profundidad, si bien no sigue una ley fija (término medio de 1° por cada 33^m). De lo cual se infiere que la tierra debe poseer un calor central propio.

Las fuentes termales y los volcanes se relacionan con el calor central de la tierra. Hipótesis acerca del estado de fusion incandescente del interior del globo.

(a) De las griegas *isos*, igual, y *thermos*, calor.

187. ORÍGENES MECÁNICOS Y FÍSICOS DEL CALOR. Los principales orígenes mecánicos del calor son: la presión, el choque y sobre todo el rozamiento. También se desarrolla calor en la condensación y en la absorción de los gases por los cuerpos sólidos, lo mismo que en la solidificación.

Del calor desarrollado por la electricidad se hablará en su lugar respectivo.

188. ACCIONES QUÍMICAS. Los orígenes de calor más usuales empleados artificialmente son las combinaciones químicas.

Entre estas ocupa el primer lugar la combustión, esto es, la combinación de los cuerpos con el oxígeno.

El calor animal tiene su causa en las acciones químicas enlazadas con la fuerza vital, y sobre todo en la combinación de la sangre con el oxígeno en la función de la respiración.

189. NATURALEZA DEL CALOR. Sobre esta cuestión, como sobre la de la luz, hay dos hipótesis. La teoría de la *emisión*, la cual admite una materia especial imponderable, que eleva la temperatura de los cuerpos; y la *teoría termodinámica (a) del calor* que busca la causa de éste en los movimientos vibratorios de las moléculas de los cuerpos. En la actualidad es universalmente admitida como verdadera esta última.

E) MAGNETISMO (b).

a) FENÓMENOS FUNDAMENTALES DEL MAGNETISMO.

190. DEFINICIONES. Algunos trozos de piedra imán poseen la propiedad de atraer al hierro y en menor

(a) De las griegas *thermos*, calor, y *dynamis*, potencia, movimiento.

(b) De la griega *magnes*, imán; porque los primeros imanes naturales se encontraron en Magnesia.

grado algunas otras sustancias (níquel, cobalto, etc.) Esta propiedad ó esta fuerza, mediante la cual se ejerce la atracción, se llama *magnetismo*; *imanes*, los cuerpos que poseen magnetismo, y *sustancias magnéticas*, aquellos cuerpos que son atraídos por los imanes.

191. COMUNICACION DEL MAGNETISMO. El magnetismo puede ser comunicado (*imanes artificiales*) fácilmente al hierro (por simple contacto); y con mayor trabajo, pero por más tiempo al acero (por un contacto prolongado ó por fricción). La resistencia que el acero opone á toda modificación de su estado magnético, se llama *fuerza coercitiva* (a), la cual se debilita calentándole, y se anula cuando se expone al calor rojo.

192. POLOS. Todo imán presenta una fuerza atractiva muy diversa en los diferentes puntos de su superficie. Aquellos en que es más fuerte se llaman *polos*, y la serie de estos en que es nula forma la *línea neutra*.

Los imanes con dos polos y una línea neutra intermedia se dice que están *imantados regularmente*; y los que presentan más de dos polos y más de una línea neutra se dice que tienen *puntos consecuentes*.

Toda aguja imantada regularmente que se puede mover con libertad en un plano horizontal, toma constantemente una dirección fija, señalando aproximadamente uno de sus polos el polo Norte, y el otro el polo Sur. Este se llama polo *boreal* y aquel polo *austral*.

193. ATRACCIONES Y REPULSIONES. Si á los polos de una aguja imantada movable se acercan los de otro imán, los polos del mismo nombre se repelen y los de nombre contrario se atraen.

194. IMANTACION POR INFLUENCIA. Si se acerca al polo de un imán una barra de hierro dulce, queda imantada por la simple aproximación, aun cuando en el espacio

(a) De la latina *coerceo*, reprimir.

intermedio haya aire ú otra sustancia cualquiera no magnética. Su extremo más distante presenta el polo del mismo nombre, en tanto que el más próximo tiene el de nombre contrario.

195. DISPOSICION DE LAS MOLÉCULAS MAGNÉTICAS. Cada una de las dos mitades de un imán regular, presenta solo una especie de magnetismo; pero si aquel se hace dos pedazos, éstos presentan á su vez dos polos. Por eso se concibe cada imán como compuesto de moléculas, que poseen la misma polaridad, y cuyos polos están en la misma direccion á lo largo del mismo.

Segun esto una sustancia magnética sólo difiere de un imán en que el magnetismo de las moléculas está dispuesto con irregularidad, y la iman-tacion produce una colocacion regular del mismo.

b) MAGNETISMO TERRESTRE.

196. MAGNETISMO TERRESTRE. Si una aguja imantada se pone sobre una barra tambien imantada, aquella se coloca en la direccion del eje de ésta, pero con sus polos invertidos. De un modo análogo se explica la direccion fija, que toma constantemente una aguja imantada, considerando á la tierra como un imán, cuyos polos están dirigidos hácia los terrestres, y cuya línea neutra es paralela al Ecuador.

La accion de la tierra es directiva, pero no atractiva.

197. SU DIRECCION. Para hallar la direccion en que actúa el magnetismo terrestre, se emplea una aguja imantada movable al rededor de un eje horizontal que pasa por su centro de gravedad, el cual se apoya en una horquilla que pende de un hilo sin torsion. El plano vertical que pasa por la aguja (*meridiano magnético*) forma con el meridiano astronómico un ángulo que se

llama *declinacion*; y además la aguja forma con el horizonte otro ángulo, que se llama *inclinacion*.

198. SU INTENSIDAD. La intensidad del magnetismo terrestre crece desde el Ecuador hácia los polos.

c) IMANTACION.

199. PRINCIPALES MEDIOS DE IMANTACION. Son los siguientes: por la accion de la tierra, por medio de otros imanes y por la electricidad.

200. POR LA ACCION DE LA TIERRA. Si una barra de hierro dulce se coloca en la direccion de la aguja de inclinacion y en el meridiano magnético, los dos fluidos se separan; pero esta imantacion es muy instable, y solo puede hacerse duradera sometiendo la barra en esta posicion á una fuerte torsion ó á la percusion.

201. POR MEDIO DE OTROS IMÁNES. Esta especie de imantacion se puede obtener por tres métodos: el de simple contacto, el de contacto separado y el de doble contacto.

El método de *simple contacto* consiste en hacer pasar el polo de un fuerte imán de un extremo á otro de la barra que se quiere imantar, y en repetir muchas veces las fricciones, siempre en el mismo sentido.

El método de *contacto separado* consiste en colocar los dos polos contrarios de dos imanes de igual fuerza en medio de la barra que se ha de imantar, y en hacerlos pasar simultáneamente cada uno hácia uno de los extremos de ésta, manteniéndolas verticalmente. Se vuelven á colocar los dos imanes en la mitad de la barra, y luego se sigue del mismo modo. Despues de muchas fricciones semejantes en las dos caras, la barra queda imantada.

En el método de *doble contacto* los dos imanes que sirven para operar las fricciones, están tambien colocados en medio de la barra que se ha de imantar con los polos contrarios enfrente y separados por un pedazo de madera; pero en lugar de correr en sentido contrario hácia sus extremidades, resbalan juntos desde la mitad á un extremo, y desde este al otro; y así sucesivamente, de manera que cada mitad de la barra reciba el mismo número de fricciones.

202. APLICACIONES DE LA AGUJA IMANTADA. La constante direccion que toma la aguja de declinacion que se

mueve libremente, permite aplicarla á la orientacion y á la medida de los ángulos. Segun los diversos fines para que sirve, se llama brújula (a) de agrimensor, brújula de minero y brújula marina.

F) ELECTRICIDAD.

a) ELECTRICIDAD ESTÁTICA.

203. FENÓMENOS FUNDAMENTALES. Si un tubo de vidrio se frota con un pedazo de tafetan ó con un trozo de bandana untada con una amalgama de zinc y estaño, adquiere la propiedad, que antes no tenia, de atraer los cuerpos ligeros (las barbas de pluma), y de repelerlos despues de haberlos tocado. La causa de estos fenómenos se llama *electricidad* (b).

204. ELECTRICIDAD ESTÁTICA Y ELECTRICIDAD DINÁMICA. El estudio de la electricidad se divide en dos grandes secciones, comprendiendo la una los fenómenos que presenta la electricidad *estática* ó en reposo, y la otra, la electricidad *dinámica* ó en movimiento. En el primer estado tiene por causa la frotacion; se acumula en la superficie de los cuerpos y se mantiene en ellos en equilibrio en un estado de *tension* que se manifiesta por medio de atracciones y de chispas. En el segundo estado resulta principalmente de las acciones químicas, y atraviesa los cuerpos bajo la forma de *corriente*.

205. COMUNICACION DE LA ELECTRICIDAD. Si un cuerpo ligero pendiente de un hilo de seda (*péndulo eléctrico*) se pone en contacto con un cuerpo electrizado, éste

(a) De la palabra latina *buxola*, cajita.

(b) De la griega *electron*, ámbar amarillo, sustancia en que primeramente se observó la propiedad de atraer los cuerpos ligeros.

atrae igualmente un segundo cuerpo ligero que se le aproxime, y le repele despues de haberle tocado.

Por tanto, la electricidad puede comunicarse á los demás cuerpos.

206. BUENOS Y MALOS CONDUCTORES. Hay cuerpos en los que la propiedad eléctrica no se propaga de una parte á otra, como el lacre, y hay otros que así que han adquirido en uno de sus puntos la propiedad eléctrica, instantáneamente se propaga por toda su superficie, cualquiera que sea su extension, como los metales. Los primeros se llaman *malos conductores*, y los segundos *buenos conductores*. Los malos conductores son llamados tambien *cuerpos aisladores*, porque se los emplea como apoyos cuando se quiere conservar á un cuerpo conductor su electricidad. Estando la tierra formada de sustancias que conducen bien la electricidad, así que un cuerpo conductor comunica con ella, la electricidad pasa al suelo, que por esta razon se llama *depósito comun*.

207. ELECTRICIDADES OPUESTAS. Un péndulo eléctrico, despues de haberse puesto en contacto con un vidrio frotado, es repelido por éste, y atraído por una barra de lacre frotada, y vice-versa.

Segun esto, el vidrio y el lacre despues de frotados se conducen de un modo contrario, y por eso se les atribuyen electricidades opuestas, llamando á la una electricidad *vítrea ó positiva (+)* y á la otra electricidad *resinosa ó negativa (-)*. Los demás cuerpos, segun las circunstancias, unos se conducen como el vidrio y otros como el lacre.

Si se aproximan uno á otro dos péndulos, que tengan las mismas electricidades, se repelen mutuamente; pero si uno estuviese electrizado positiva y el otro negativamente, entonces se atraerían.

Dos cuerpos cargados de la misma electricidad se repelen mutuamente, y dos cargados de electricidades de distinto nombre se atraen.

Symmer imaginó un sistema hipotético que enlaza y explica estos hechos con bastante facilidad.

1.º Admite que todos los cuerpos en el estado natural contienen en sí una cantidad indefinida de una materia sutil y sin peso que se llama *fluido eléctrico neutro*.

2.º Este fluido está formado por la reunion de dos especies de moléculas, unas *positivas* y otras *negativas*, que cuando están combinadas, el cuerpo se halla en estado natural, y cuando hay un exceso mayor ó menor, el cuerpo está más ó menos electrizado, positiva ó negativamente.

3.ª Los dos fluidos pueden circular con una gran rapidez al través de ciertos cuerpos (*buenos conductores*), y permanecen fijos en las moléculas de otros (*malos conductores*).

4.º Cuando se frota un cuerpo con otro, el fluido neutro se descompone, las moléculas positivas pasan á un lado y las negativas á otro; entonces los dos cuerpos se cargan de electricidades contrarias, y si se los reúne despues de haberlos frotado, vuelven al estado natural, pues los dos fluidos se combinan para producir la electricidad neutra.

5.º Se admite que las moléculas del mismo nombre se repelen, y que los fluidos de nombre contrario se atraen, en virtud de una afinidad especial que tiende á combinarlos cuando están en presencia, y que puede vencerse por la frotacion.

Esta teoría puramente hipotética es una simple traduccion de las leyes de la electricidad, y se la conserva por la costumbre, aun cuando existen poderosas razones para dudar de su realidad.

208. INFLUENCIA. Si un conductor aislado se acerca á un origen eléctrico, aquel queda electrizado por la simple aproximacion, sin comunicacion de la electricidad, acumulándose el fluido contrario en el extremo más próximo al origen eléctrico, y el del mismo nombre en el extremo más lejano. Esta accion de la electricidad á distancia se llama *electrizacion por influencia*.

209. DISTRIBUCION DE LA ELECTRICIDAD. De la repulsion que ejercen entre sí las electricidades del mismo nombre, se sigue necesariamente que la electricidad de un conductor electrizado solo pueda encontrarse en la superficie y nunca en el interior.

210. TENSION ELÉCTRICA. En virtud de la misma repulsion tiene la electricidad la tendencia á escaparse de la superficie de los cuerpos; y si se lo impide la resistencia de un aislador (por ejemplo el aire) que rodea al cuerpo electrizado, resulta la tension eléctrica, la cual naturalmente, nunca puede ser mayor que la resistencia del aislador. Si á un cuerpo electrizado se acerca otro buen conductor, la tension se aumenta por la mútua atraccion de la primitiva electricidad y de la contraria, acumulada por la influencia en el extremo más inmediato al conductor que se aproxima. Por último, si acercándolos cada vez más, la tension se hace mayor que la resistencia del cuerpo aislador que separa las dos electricidades opuestas, estas se recomponen con violencia, bajo una forma luminosa que se llama *chispa eléctrica*.

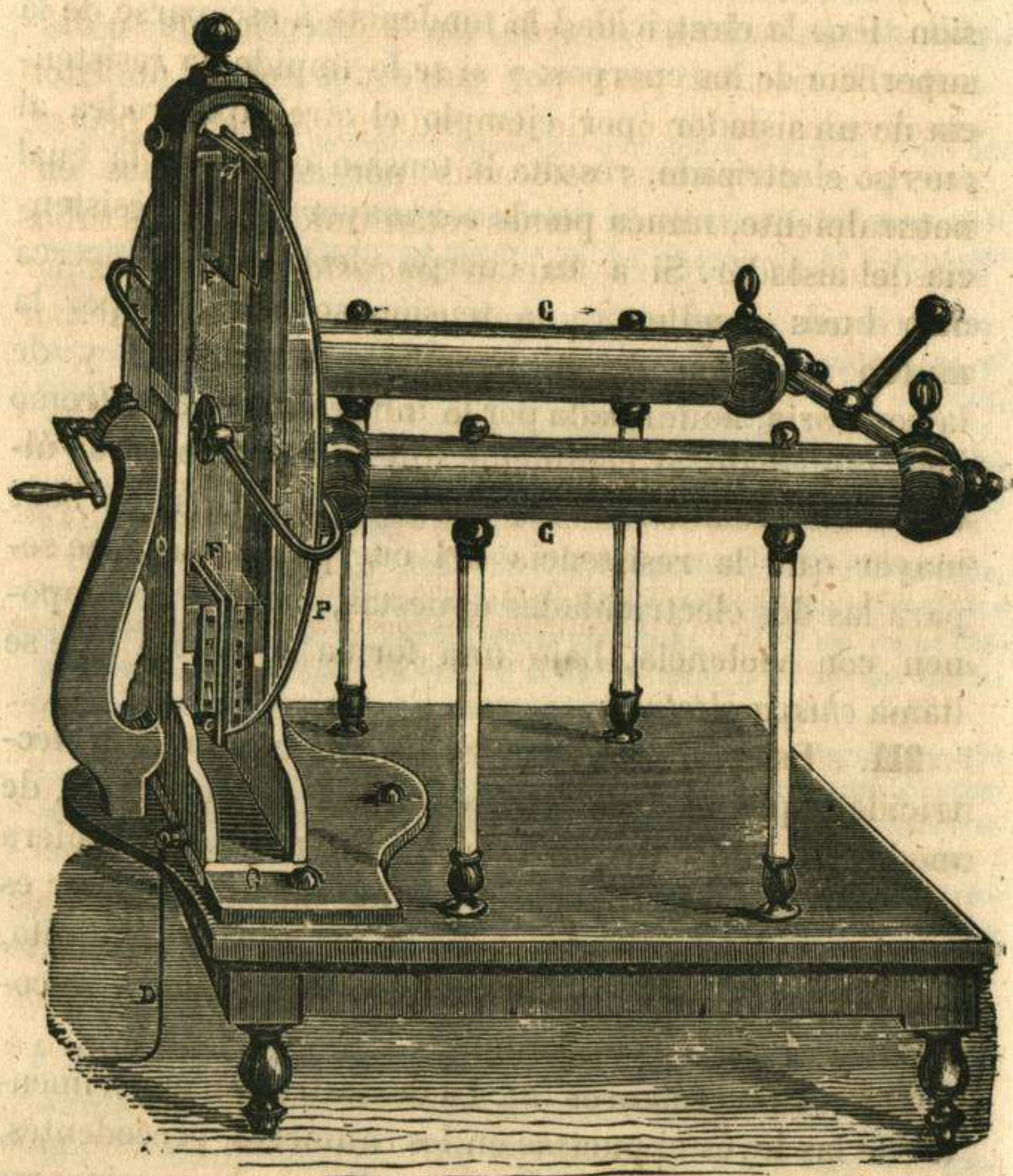
211. ESPESOR ELÉCTRICO. Se da este nombre á la electricidad que se halla en la unidad de superficie, de modo que esté en equilibrio en un punto cualquiera del cuerpo. En la superficie de una esfera el espesor es igual en todos los puntos; pero en las puntas es infinito, por lo cual la electricidad desaparece por ellas y se comunica al aire circundante.

212. ELECTRÓSCOPOS (a). La demostracion experimental de las leyes expuestas en los números precedentes, exige instrumentos por cuyo medio puede averiguarse bien la presencia y la especie de electricidad, bien su intensidad. Los primeros se llaman *electróscopos*: los segundos *electrómetros (b)*.

El electrómetro más comun es el de panes de oro.

(a) De las griegas *electron*, ámbar, cuerpo eléctrico y *scopeo*, descubrir.

(b) De las griegas *electron*, ámbar amarillo (electricidad) y *metron*, medida.



Máquina eléctrica de disco.

213. MÁQUINA ELÉCTRICA DE DISCO. Entre los diversos aparatos empleados para desarrollar y acumular mayores cantidades de electricidad, el más común es la máquina eléctrica de disco.

Esta se compone de un disco de vidrio P sostenido por su centro en un eje, que se hace girar por medio de un manubrio. El disco en la dirección de su diáme-

tro vertical pasa frotando por medio de cuatro *almohadillas* F de badana ó de seda. En la direccion de su diámetro horizontal pasa por entre dos tubos de laton encorvados en forma de herradura, llamados *peines*, provistos de puntas colocadas por ámbos lados enfrente del disco. Estos peines están unidos á otros tubos más gruesos C, que se llaman *conductores*, aislados por cuatro piés de vidrio, y que comunican entre sí por un tubo de menor diámetro.

En su movimiento de rotacion el disco se electriza positivamente, y las almohadillas negativamente; pero como estas comunican con el suelo por medio de una cadena metálica que las atraviesa, pierden inmediatamente su electricidad á medida que se produce. La electricidad positiva del disco obra por influencia sobre los conductores, y atrae el fluido negativo que, desprendiéndose por las puntas, viene á combinarse con la electricidad positiva del vidrio y la neutraliza. Los conductores, que pierden así su electricidad negativa, quedan electrizados positivamente.

214. ELECTRICIDAD LATENTE. Se designa con el nombre de *electricidad latente* ó *disimulada* al estado de neutralizacion que presentan los dos fluidos eléctricos cuando colocados uno en presencia del otro en la superficie de dos cuerpos conductores, se hallan separados por una lámina delgada mala conductora. Por efecto de esta misma neutralizacion la carga eléctrica puede llegar á ser muy considerable, y exceder con mucho á la que tendría lugar en un solo cuerpo.

Los aparatos que sirven para acumular de este modo la electricidad, se llaman *condensadores*. El más general es el de *Æpinus*. Está formado por dos discos de cobre y una lámina de vidrio que los separa. Estos discos, cada uno de los cuales lleva un péndulo eléctrico, están aislados sobre pies de vidrio, que pueden correr en una ranura sobre una tabla que sostiene todo el aparato. Para acumular las dos electricidades en los discos se los pone en contacto con la lámina de vidrio, y despues por medio de cadenas metá-

licas, se hace comunicar el uno de ellos con la máquina eléctrica, y el otro con el suelo.

El *condensador* puede descargarse de un modo lento ó instantáneo. Para lo primero se aplica alternativa y sucesivamente la mano á cada uno de los discos, empezando por el que estuvo en comunicacion con el origen eléctrico. Para lo segundo se tocan á un mismo tiempo los discos con las manos, en cuyo caso las electricidades se recompondrán al través del cuerpo del operador, ó tambien se usa el excitador, que es una especie de compás metálico, cuyos brazos terminan en unas esferitas, cada uno de los cuales lleva un mango de un cuerpo mal conductor.

La *botella de Leyden* no es más que un condensador. Consiste en una botella de vidrio delgado, cubierta exteriormente con una hoja de estaño, llamada *armadura exterior*, que se extiende hasta cierta distancia del cuello, llevando el resto una capa de barniz de goma laca. La parte interior de la botella está llena de panes de oro, que forman la *armadura interior*. Una varilla metálica encorvada á manera de gancho y terminada exteriormente en una esferita, atraviesa el tapon de la botella y comunica con la armadura interior.

La botella de Leyden se carga como el condensador de *Æpinus*, haciendo comunicar una de las armaduras con el suelo y la otra con un origen eléctrico; para esto se la tiene en la mano por la armadura exterior, y se presenta la armadura interior á la máquina eléctrica. Se descarga de los mismos modos que el condensador de *Æpinus*.

215. EFECTOS DE LA ELECTRICIDAD ESTÁTICA. Los efectos de la descarga eléctrica se dividen en *mecánicos*, *físicos*, (desarrollo de luz y de calor), *químicos* y *fisiológicos*.

Los efectos mecánicos de la descarga eléctrica, cuando pasa por el aire ó por un líquido, consisten en fuertes sacudidas de los mismos (lanzamiento de cuerpos ligeros, y ruptura de un tubo cerrado lleno de agua), perforacion de sólidos aisladores (carton, naípe, madera, lámina de cristal).

El efecto luminoso es la chispa eléctrica, que es limpia, pero pequeña, cuando se acerca al origen eléctrico un conductor aislado, y mucho más larga cuando

está en comunicacion con el suelo. Es rectilínea cuando es corta y sinuosa como el relámpago cuando es larga. Su color depende de los metales que forman el circuito.

Los efectos caloríficos consisten en la inflamacion de ciertas sustancias y en la fusion y volatilizacion de los metales á través de los cuales pasa.

Los efectos químicos, que hemos de ver en este sitio, son mucho ménos enérgicos que los que despues hemos de estudiar en el galvanismo, sin embargo, por medio de chispas puede combinarse el oxígeno con el hidrógeno, descomponerse el agua y formarse el ozono.

Los efectos fisiológicos se verifican cuando el hombre se halla en el punto en que tiene lugar la recomposicion de los dos fluidos, sintiendo la descarga principalmente en las articulaciones, pudiendo llegar á producir la parálisis de los miembros y aun la muerte.

216. METEOROS ELÉCTRICOS. Los primeros físicos que observaron la chispa eléctrica la compararon al resplandor del relámpago, y el chasquido, que produce, al ruido del trueno. Pero Franklin fué el primero que estableció un paralelo completo entre el rayo y la electricidad de las máquinas.

La atmósfera no solo posee electricidad en tiempo de tempestad, sino que siempre la contiene libre, ya positiva, ya negativa.

La causa principal de la electricidad atmosférica es la evaporacion del agua; cuando esta tiene en disolucion un álcali ó una sal, el vapor se electriza positivamente y la disolucion negativamente. En general las nubes están electrizadas ya positiva, ya negativamente.

El *relámpago* es una luz deslumbradora producida por la chispa eléctrica que estalla entre nubes cargadas de electricidad.

El *trueno* es la detonación violenta que sucede al relámpago en las nubes tempestuosas.

El relámpago y el trueno son siempre simultáneos; pero se observa un intervalo de algunos segundos entre la percepción de estos dos fenómenos, lo cual proviene de que el sonido no recorre más que unos 337 metros por segundo, al paso que la luz solo emplea un instante inapreciable para propagarse desde la nube al ojo del observador. El ruido del trueno resulta del sacudimiento que excita en la nube y en el aire la descarga eléctrica.

El *rayo* es la descarga eléctrica que tiene lugar entre una nube tempestuosa y el suelo.

La tierra bajo la influencia de la electricidad de la nube, se carga de electricidad contraria, y cuando el esfuerzo, que hacen las dos electricidades para reunirse, vence la resistencia del aire, la chispa estalla, lo que se expresa diciendo que el rayo *cae*.

Para-rayos es una barra de hierro terminada en punta, y destinada á presentar una salida fácil á la electricidad del suelo, atraída por la electricidad contraria de las nubes tempestuosas.

b) ELECTRICIDAD DINÁMICA Ó GALVANISMO (a).

217. FUERZA ELECTROMOTRIZ. Si dos metales (por ejemplo el zinc y el cobre) se ponen en contacto, los dos se electrizan (el zinc positivamente y el cobre negativamente). La fuerza que produce este fenómeno se llama *electromotriz* (b); los cuerpos por cuyo inmediato contacto se presenta la fuerza, se llaman *electromotores*.

Todos los metales, y entre los metaloides el carbono, pueden disponerse en una serie de tal manera, que cada uno puesto en contacto con el si-

(a) Se da este nombre al tratado de la electricidad dinámica, porque su descubrimiento se debe á Galvani, médico de Bolonia, el cual observó que las ancas de una rana recién preparada, sujetas por la columna vertebral con un gancho de cobre pendiente de una balastrada de hierro, se agitaban siempre que tocaban á esta.

(b) De la griega *electron*, ámbar amarillo (electricidad) y de la latina *moveo*, mover; esto es, que produce electricidad.

guiente, se electrice positivamente, y si lo es con el precedente, negativamente.

Tambien en el contacto de los metales con la mayor parte de los líquidos (agua, ácido sulfúrico, ácido nítrico, disoluciones de los álcalis y de las sales) se presenta una fuerza electromotriz.

La fuerza electromotriz entre los líquidos y los metales es muy diferente, y hay que determinarla para cada líquido en particular. En general es tanto mayor cuanto más fuertemente es atacado el metal por el líquido.

218. ELEMENTOS GALVÁNICOS. Si dos metales (zinc y cobre) se separan por un líquido y la fuerza electromotriz entre ámbos metales y el líquido es desigual, los dos toman electricidades iguales y opuestas en tanto que están aislados. Esta combinación de dos metales y un líquido conductor se llama un *elemento galvánico abierto*.

Si á uno de los metales se le priva de su electricidad, como la diferencia eléctrica entre ámbos metales es la misma, la tension de la electricidad en el otro es doble.

Si varios elementos se reúnen, ya estén completamente aislados, ya comuniquen con el suelo por uno de sus extremos, la tension en el elemento aislado es proporcional al número de elementos, y esto es lo que se llama un elemento galvánico compuesto ó una *pila (a)*.

Si se reúnen los dos extremos de un elemento galvánico simple ó compuesto por medio de un conductor, las dos electricidades contrarias se recomponen á su través; pero como la fuerza electromotriz en los puntos de contacto de los metales y del líquido conductor renueva inmediatamente la diferencia eléctrica, resulta una continua recomposicion al través del alambre con-

(a) De la latina *pila*, pilar, columna; porque Volta dió á la primera esta disposicion.

ductor. Este continuo movimiento de la electricidad se llama *corriente*, y el elemento galvánico se dice que está *cerrado*.

En este elemento la electricidad positiva se acumula en el zinc, por cuya razón el extremo zinc se llama *polo positivo*, y la negativa en el cobre cuyo extremo se llama *polo negativo*. *Reóforos* (a) ó *eléctrodos* (b) son alambres que se ponen en comunicación con los polos, y sirven para cerrar el circuito. Cuando se habla de dirección de una corriente se sobreentiende la dirección en que se mueve la electricidad positiva.

219. PILA DE VOLTA (c). Se compone de discos iguales de zinc y de cobre superpuestos alternativamente, y cada par separado del inmediato por una rodaja de paño ó de carton, empapado en agua salada ó acidulada.

La distribución de la electricidad en esta pila no es la misma, según que esté en comunicación con el suelo por uno de sus extremos ó que esté aislada. En el primer caso sólo el extremo que comunica con el suelo se halla en estado natural, y el resto de la pila no contiene más que una especie de electricidad; que es positiva, cuando un disco de cobre es el que comunica con el suelo, y negativa, cuando es un disco de zinc. En el segundo caso, la parte media de la pila se halla en estado natural, y la tensión crece desde la mitad hasta los extremos, estando cargada de electricidad positiva la terminada por el zinc y de negativa la terminada por el cobre.

220. PILAS DE CORRIENTE CONSTANTE. Según la teoría química de la pila, única hoy admitida, el origen de la electricidad es debido al agua acidulada, que obrando químicamente sobre el zinc se electriza positivamente, en tanto que éste se electriza negativamente, pero cediendo por su conductibilidad esta electricidad al cobre.

(a) De las griegas *reos*, corriente y *fero*, llevar.

(b) De las griegas *electron*, ámbar amarillo (electricidad) y *odos*, camino.

(c) Ha recibido este nombre de Volta, su inventor, profesor de Pavia, que echó las bases de esta parte de la física.

Por esta teoría se explica el grave inconveniente que presenta tanto la pila de Volta como sus diferentes modificaciones, pues la intensidad de la corriente decrece muy rápidamente, tanto por la disminución de las acciones químicas, como por las corrientes secundarias que se producen en sentido contrario de la corriente principal, debidas á la descomposición del agua y del sulfato de cobre que ésta tiene en disolución.

Para obviar este inconveniente se han ideado las pilas de corriente constante ó de dos líquidos, que son las que están más en uso.

La más general es la de Bunsen, que se compone: 1.º, de un bote de loza ó de vidrio, lleno de una disolución de diez á doce partes de agua para una parte de ácido sulfúrico; 2.º, de un cilindro hueco de zinc amalgamado, al cual está unida una lámina delgada de cobre, destinada á servir de electrodo negativo; 3.º, de un vaso poroso de tierra de pipa poco cocida, en el cual se pone ácido nítrico; y 4.º, un cilindro de carbon con una lámina de cobre, que hace el oficio de electrodo positivo.

Así que el zinc y el carbon comunican, el agua en que está sumergido el zinc es descompuesta por este metal y por el ácido sulfúrico con formación de sulfato de zinc; el hidrógeno puesto en libertad se dirige al ácido nítrico del vaso poroso y le descompone, trasformándole en ácido hiponítrico, una parte del cual se disuelve y la otra se desprende. En estas reacciones se producen dos corrientes, una de la descomposición del agua y otra de la descomposición del ácido nítrico, ambas en el mismo sentido, y que van por el conductor interpolar del carbon al zinc.

221. EFECTOS DE LA PILA. Los efectos de las pilas son mucho más notables que los de las máquinas, por la continuidad de la fuerza que los produce.

Los efectos fisiológicos de la pila, son los siguientes: 1.º, si se tocan con las manos humedecidas los polos de una pila, se experimenta una conmoción, que dura tanto como el contacto y que se hace insoportable por su continuidad; 2.º, poniendo los reóforos de la pila en contacto con las sienes, se siente una picadura más ó ménos viva, y á cada contacto pasa por delante de los ojos un resplandor muy vivo é instantáneo, y 3.º, algu-

nos conejos, despues de media hora de asfixiados, han recobrado la vida.

Los efectos físicos de la pila se dividen en caloríficos y luminosos.

Cuando una corriente voltáica atraviesa un hilo metálico, éste se calienta, se pone incandescente, se funde ó se volatiliza segun que es más ó ménos largo y de un diámetro más ó ménos grueso.

La pila eléctrica es, despues del sol, la fuente de luz más intensa que se conoce. Sus efectos se manifiestan por medio de chispas ó por la incandescencia de las sustancias, que reunen los dos polos. Para obtener chispas, cuando la pila es bastante poderosa, se aproximan los dos electrodos, dejando entre ellos un pequeño intérvalo, y se ven entonces brotar vivas chispas, que pueden sucederse con bastante rapidez para producir una luz continúa, y es mucho mayor cuando se hacen comunicar los dos reóforos con dos conos de carbon de coke bien calcinados.

Los efectos químicos dependen de la tension, esto es, del número de pares, así como los físicos dependen de la cantidad de electricidad, esto es, de la superficie de los pares.

Los principales efectos químicos son la descomposicion del agua, la de los ácidos, la de los óxidos y la de las sales.

Esta última ha recibido una importante aplicacion en la *galvanoplastia*, ó sea el arte de modelar los metales precipitándolos de sus disoluciones salinas por la accion lenta de una corriente eléctrica.

222. TEORÍA ELECTRO-QUÍMICA. La descomposicion de los cuerpos y la circunstancia de ir siempre acompañada la corriente voltáica de fenómenos químicos, indican la íntima dependencia de los fenómenos químicos y eléctricos. La opinion de que todas las reacciones químicas

micas tienen su fundamento en el modo de conducirse las materias bajo la influencia de la electricidad ha sido enunciada y desarrollada por Davy y Berzelius en su teoría electro-química. Según ella, todos los radicales en su mútuo contacto se cargan de electricidades contrarias, lo mismo que sucede con los metales electro-motores. La afinidad química, esto es, la fuerza que une entre sí los elementos de un cuerpo compuesto, no es, según esto, otra cosa que la mútua atracción de dos cuerpos cargados de electricidades contrarias, y el trabajo químico de la pila en las descomposiciones, solo consiste en superar esta atracción eléctrica por medio de la acción más poderosa de los electrodos.

c) ELECTROMAGNETISMO Y ELECTRODINÁMICA.

223. EXPERIMENTO DE OERSTEDT. Toda aguja imantada colocada cerca de una corriente situada en el plano del meridiano magnético, sufre una desviación y tiende á colocarse perpendicularmente á la corriente, pero á causa de la acción simultánea del magnetismo terrestre toma la dirección de la resultante de ambas fuerzas.

La dirección de la desviación se puede determinar del siguiente modo ideado por Ampere: «Imagínese una persona colocada de modo que la corriente entre por los piés y salga por la cabeza, y que tenga el rostro dirigido á la aguja, el polo austral de ésta se desvía á la izquierda.

224. GALVANÓMETRO Ó MULTIPLICADOR. En esta propiedad se funda el *galvanómetro ó multiplicador*, aparato sumamente sensible destinado á dar á conocer la existencia, dirección é intensidad de las corrientes. Se compone de un bastidor de madera sobre el cual se arrolla un hilo de cobre recubierto de seda en toda su longitud, á fin de aislar los circuitos unos de otros. Encima de este bastidor hay un círculo gradua-

do, cuyo cero coincide con el diámetro paralelo á la direccion del hilo de cobre en el bastidor; este círculo lleva dos graduaciones, una á la derecha y otra á la izquierda del cero, pero solo hasta 90° . De un hilo de seda súmamente fino y sin torsion está pendiente un sistema astático formado por dos agujas de coser, la primera de las cuales está sobre el círculo, y la segunda dentro del bastidor. Estas agujas están reunidas entre sí por un hilo de cobre.

225. ELECTRO-IMANES. Las corrientes obran no sólo sobre los imanes, sino que producen tambien fenómenos magnéticos. Un alambre de cobre por el cual pasa una fuerte corriente atrae las limaduras de hierro en tanto que pasa la corriente.

Un *electro-imán* es una barra de hierro dulce que lleva arrollado en espiral un alambre de cobre por el cual pasa una corriente, quedando imantada la barra mientras dura la corriente.

La fuerza magnética de los electro-imanés supera á la de los imanes, y por eso las corrientes voltáicas son el medio mas poderoso de imantacion.

226. ELECTRO-DINÁMICA. Tiene por objeto el estudio de las leyes de la accion de un imán ó de una corriente sobre otra movable.

Dos corrientes paralelas y de la misma direccion se atraen; dos corrientes paralelas y de sentido contrario se repelen.

Dos corrientes rectilíneas, que forman un ángulo entre sí, se atraen, cuando las dos se aproximan ó se alejan del vértice, y se repelen, cuando la una se aproxima al vértice y la otra se aleja de él.

La accion de una corriente sinuosa es la misma que la de una rectilínea igual en longitud á su proyeccion.

227. SOLENOIDES (a). Se da este nombre á un sistema de corrientes circulares, iguales y paralelas, formadas

(a) De las griegas *solen*, tubo y *eidos*, forma.

por un mismo hilo de cobre recubierto de seda replegado sobre sí mismo en forma de hélice y de suerte que una parte del hilo esté introducida en la dirección del eje por el interior de la hélice.

Cuando se hace pasar una corriente rectilínea por debajo de un solenoide movable, éste se coloca en cruz sobre la corriente.

Si dos solenoides atravesados por una corriente bastante poderosa obran mutuamente, se observan en sus extremos fenómenos de atracción y de repulsión, análogos á los que presentan entre sí los polos de los imanes.

Si un solenoide movable se coloca en una dirección distinta de la del meridiano magnético, se observa que así que pasa por él una corriente bastante enérgica, gira hasta colocarse en la dirección de la aguja de declinación.

Entre los imanes y los solenoides se presentan los mismos fenómenos que tienen lugar entre unos imanes con otros, y entre los solenoides entre sí.

Fundándose en esta semejanza entre los solenoides y los imanes, Ampère ha dado una teoría ingeniosa acerca de los fenómenos magnéticos. Según él existen corrientes voltáicas circulares al rededor de las sustancias magnéticas, las cuales tienen lugar en todas direcciones, cuando estas sustancias no están imantadas, y por tanto su resultante es nula; pero en los imanes, por el contrario, siendo todas las corrientes moleculares paralelas y en el mismo sentido, sus acciones concordantes tienen una resultante, que equivale á una corriente única dirigida circularmente por la superficie del imán; de modo que los imanes no son más que solenoides. En esta teoría, para explicar los efectos magnéticos terrestres se admite la existencia de corrientes eléctricas, que circulan continuamente al rededor de nuestro globo de Este á Oeste, perpendicularmente al meridiano magnético.

228. TELÉGRAFOS ELÉCTRICOS. La más importante aplicación del electro-magnetismo es la trasmisión telegráfica, la cual exige cuatro cosas: la *pila*, un *conductor* que una las dos estaciones, un *manipulador* que lance é interrumpa la corriente en condiciones determinadas,

y un *receptor* que reciba en la segunda estacion los signos enviados de la primera.

Las *pilas* han de ser de corriente constante.

El *conductor* consiste en un alambre que une las dos estaciones, el cual debe estar lo más aislado que sea posible para impedir que la corriente se debilite.

El manipulador y el receptor son muy variados. El sistema más comun es el de Morse, que deja escritos los despachos en una tira de papel conforme se trasmiten.

El *manipulador* se compone de una palanca conductora, por la cual se hace pasar ó se interrumpe alternativamente la corriente. Hay dos especies de señales que se producen oprimiendo la palanca más ó ménos tiempo.

El *receptor* se compone de una palanca que pone en movimiento un electro-imán, uno de cuyos brazos es atraído cuando pasa la corriente y separado por un resorte en cada interrupcion, de suerte que, lanzándose é interrumpiéndose en el electro-imán la corriente de la línea, los dos brazos de la palanca reproducen todos los movimientos del manipulador. Por encima del otro extremo de la palanca pasa una tira de papel, que se mueve con movimiento uniforme entre dos cilindros, los cuales giran al rededor de sus ejes por medio de un aparato de relojería. Cuando pasa la corriente, el primer brazo de palanca baja, y el otro se eleva, apretando la tira de papel contra una rueda cubierta de tinta grasa. Esta rueda imprime en el papel una raya corta ó larga, segun la duracion del contacto.

Combinando las rayas largas y cortas se representan las letras del alfabeto.

QUÍMICA.

A) NOCIONES PRELIMINARES.

229. DIVISION DE LOS CUERPOS. Los cuerpos pueden ser simples ó compuestos. Son *simples* ó *elementos* los que hasta ahora no han podido descomponerse (azufre, hierro); y *compuestos* aquellos de que pueden sacarse muchas sustancias diferentes (agua, huesos).

230. AFINIDAD (a). Es la fuerza que reúne los cuerpos simples para formar los compuestos. Su acción por lo comun va acompañada de una elevación de temperatura.

231. QUÍMICA (b). Es la ciencia que trata del conocimiento de los elementos y de los fenómenos que provienen de la composición y descomposición de los cuerpos, de los cuales resulta un cambio en su naturaleza íntima.

232. DIVISION DE LA QUÍMICA. Se divide en *pura* y *aplicada*. La primera se ocupa bien de las sustancias que se presentan en el reino mineral (*química inorgánica*) ó bien de aquellas otras que se encuentran en el reino animal y en el vegetal (*química orgánica*); la segunda se subdivide en diversas ramas según su aplicación: *química analítica*, que tiene por objeto hallar y determinar los elementos de una combinación química; la *médica*, que se aplica á la medicina; la *fisiológica* á la fisiología; la *agrícola* á la agricultura; la *industrial* á la industria.

(a) De la latina *affinitas*, derivada de *affinis*, próximo, pariente.

(b) De la griega *quemeia*, quizá derivada de *queo*, derretir.

233. ANÁLISIS Y SÍNTESIS. Hacer el análisis de un cuerpo es descomponerle en sus elementos (descomposición del agua por la pila); por el contrario, hacer la síntesis de un cuerpo es formarle de nuevo, haciendo uso de las sustancias de que se compone (síntesis eudiométrica del agua).

234. CUERPOS ELECTRO-NEGATIVOS Y CUERPOS ELECTRO-POSITIVOS. La pila puede ser empleada para el análisis de casi todos los cuerpos compuestos. El elemento que se dirige al polo positivo, se llama *electro-negativo*; y el que se dirige al polo negativo, *electro-positivo*.

Estas denominaciones, que emplearemos con frecuencia, solo indican propiedades relativas; así el azufre, es electro-positivo cuando se combina con el oxígeno, y electro-negativo cuando se une al cobre.

235. COMBINACION. Se dice que dos cuerpos se combinan cuando se unen formando un tercero que se diferencia en algunas propiedades de los elementos que han servido para formarle.

La combinacion no puede efectuarse sino cuando hay contacto íntimo en los diferentes cuerpos que se ponen en presencia. Por eso se reducen á polvo muy fino los cuerpos sólidos que han de obrar uno con otro.

En una *mezcla* las propiedades de los elementos se conservan; y en una *combinacion* son remplazadas por otras nuevas. El aire es una mezcla, el agua una combinacion.

236. CAUSAS QUE FACILITAN Ó RETARDAN LAS COMBINACIONES. Son las siguientes: la *disolucion*, el *calor* (al cual se refieren la *frotacion* y una *compresion brusca*), la *electricidad*, la *luz* y la *accion de presencia*.

237. LEYES DE LAS COMBINACIONES. 1.^a El peso de un compuesto es igual á la suma de los pesos de los componentes.

2.^a Dos cuerpos para formar un mismo compuesto, se combinan siempre en proporciones invariables.

3.^a Siempre existe una relacion sencilla entre las diferentes cantidades de uno de los cuerpos que se combinan con un mismo peso de otro.

238. NÚMEROS PROPORCIONALES. De la segunda ley resulta que en un mismo peso de un compuesto, entran siempre los mismos pesos de los cuerpos componentes, y por consiguiente que diferentes pesos de un compuesto contienen *pesos proporcionales* de los cuerpos componentes.

En el agua los pesos del oxígeno y del hidrógeno están siempre en la razon de 8:1.

Los pesos de los cuerpos que son susceptibles de combinarse han recibido el nombre de *números proporcionales*.

239. EQUIVALENTES. Tambien resulta de las mismas leyes que los pesos de los diferentes cuerpos que pueden *sustituirse* unos á otros, en presencia de un mismo peso de un cuerpo determinado, están entre sí en la misma relacion que los números proporcionales, puesto que forman con ellos compuestos definidos. Estos pesos susceptibles de *desempeñar el mismo papel*, se llaman *equivalentes (a)*.

240. NOMENCLATURA. Es el conjunto de reglas adoptadas para nombrar los cuerpos.

Lavoisier estableció la nomenclatura hoy seguida, que no solo designa con nombres análogos los cuerpos que gozan de propiedades parecidas, sino que indica en el nombre del compuesto la naturaleza de los cuerpos que en él entran.

241. NOMENCLATURA DE LOS CUERPOS SIMPLES. Los cuerpos simples han conservado por lo comun los nombres con que se designaban anteriormente, y los nuevamente descubiertos, ó bien han sacado su nombre de

(a) De las latinas *æquus*, igual y *valeo*, tener fuerza.

uno de sus compuestos más antiguamente conocido, ó de una propiedad considerada como característica.

METALOIDES Y METALES. Los cuerpos simples, que actualmente son 64, se dividen en dos grupos: *metaloides* y *metales*.

Bajo el punto de vista físico, los *metales* están caracterizados por un lustre particular llamado *lustre metálico*, son además buenos conductores del calor y de la electricidad, y su carácter químico esencial consiste en que *forman con el oxígeno al ménos un óxido básico*.

Los *metaloides* carecen en general de este lustre; son malos conductores del calor y de la electricidad, y *nunca forman bases al combinarse con el oxígeno, pues todos sus compuestos oxigenados son ácidos ó cuerpos neutros*.

En el cuadro siguiente de los *principales* elementos, van unidos los cuerpos que presentan propiedades químicas análogas, y al lado de cada uno se coloca el signo que le representa y el número que designa su equivalente referido á 1 de hidrógeno.

METALOIDES.

Oxígeno..... O.	8	Iodo..... Io.	127	Carbono C.	6
Azufre..... S.	16	—	—	Boro..... Bo.	11
Fluor..... Fl.	19	Nitrógeno.. N.	14	Silicio..... Si.	14
Cloro..... Cl.	35,5	Fósforo..... Ph.	31	—	—
Bromo..... Br.	80	Arsénico.... As.	75	Hidrógeno . H.	1

METALES.

Potasio..... K.	39	Hierro Fe.	28	Cobre..... Cu.	31,5
Sodio..... Na.	23	Nickel..... Ni.	29,5	Plomo..... Pb.	103,5
Calcio..... C.	20	Cobalto..... Co.	29,5	Bismuto Bi.	106
—	—	Cromo..... Cr.	26,25	—	—
Magnesio... Mg.	12	Zinc..... Zn.	33	Mercurio.... Hg.	100
Manganeso. Mn.	27,5	—	—	Plata..... Ag.	108
—	—	Estaño..... Sn.	59	Platino Pl.	98,5
Aluminio ... Al.	14	Antimonio.. Sb.	120	Oro..... Au.	92,2

242. NOMENCLATURA DE LOS COMPUESTOS OXIGENADOS. Estos pueden ser ácidos, óxidos básicos (bases) ó neutros y sales.

Los *ácidos* son unos compuestos binarios del oxígeno que se parecen al vinagre por sus propiedades químicas. Los que son solubles en el agua tienen el mismo sabor que él y como él enrojecen la tintura azul de tornasol.

Las *bases* ú *óxidos básicos* son también compuestos binarios del oxígeno, que neutralizan las propiedades de los ácidos; cuando son solubles devuelven el color azul á la tintura de tornasol enrojecida por un ácido.

Se llaman *óxidos neutros* los compuestos binarios oxigenados que no presentan las propiedades de los ácidos ni las de las bases.

Las *sales* son compuestos ternarios que resultan de la combinación de un ácido con una base.

243. ACIDOS. Cuando un cuerpo simple no forma con el oxígeno más que un solo compuesto ácido, se designa el compuesto haciendo terminar en *ico* el nombre latino del cuerpo simple.

Así *ácido carbónico* será la combinación del carbono y del oxígeno.

Si el cuerpo simple, como el fósforo, forma con el oxígeno dos ácidos, se conserva la terminación *ico* para el más oxigenado, y el otro toma la terminación *oso*.

244. OXIDOS. Cuando un cuerpo simple no forma con el oxígeno mas que un solo óxido neutro ó básico, se designa haciendo seguir á la palabra *óxido* el nombre del cuerpo simple unido por la preposición *de*.

Oxido de carbono (compuesto neutro)

Oxido de zinc (compuesto básico).

Si un mismo cuerpo forma con el oxígeno muchos óxidos, aquel que contiene un equivalente de metal para uno de oxígeno se llama *protóxido* (*a*), y se llaman

(a) De la griega *protos*, primero.

sesquióxido (*a*) y *bióxido* (*b*), los que para un equivalente de metal contienen $\frac{3}{2}$ ó 2 equivalentes de oxígeno.

<i>Protóxido</i> de manganeso	(8 de O para 27'5 Mn).
<i>Sesquióxido</i>	(12 — — —)
<i>Bióxido</i>	(16 — — —)

Cuando se encuentra un óxido ménos oxigenado que el protóxido se llama *subóxido* (*c*).

245. SALES. Se ponen uno á continuacion de otro el nombre del ácido y el de la base, uniéndolos con la preposicion *de* y modificando la terminacion del ácido, del modo siguiente:

Si el ácido termina en *ico* se reemplaza esta terminacion por *ato*.

El ácido sulfúrico forma con la potasa *sulfato* de potasa.

Si el ácido termina en *oso*, se cambia su terminacion en *ito*.

El ácido sulfuroso forma con la potasa *sulfito* de potasa.

246. NOMENCLATURA DE LOS COMPUESTOS NO OXIGENADOS. Para nombrar estos cuerpos se termina en *uro* el nombre del cuerpo electro-negativo y despues se coloca el nombre del cuerpo electro-positivo.

Así las combinaciones del cloro y del azufre con el carbono se llaman: *cloruro* de carbono y *sulfuro* de carbono.

Ciertas combinaciones de un metaloide con el hidrógeno gozan de propiedades ácidas, y esto se indica terminando en *ico* la palabra formada con el nombre del cuerpo electro-negativo seguido del electro-positivo.

Así las combinaciones del azufre ó del cloro con el hidrógeno se llaman:

Acido sulfhídrico (*sulf-hidr-ico*).

Acido clorhídrico (*clor-hidr-ico*).

(*a*) De la latina *sesqui*, vez y media.

(*b*) De la latina *bis*, dos veces.

(*c*) De la latina *sub*, debajo.

Las combinaciones de dos metales entre sí han recibido el nombre de *aleacion* (a) ó *liga* (b).

Cuando el mercurio es uno de los metales, la aleacion se llama *amalgama* (c).

247. SIGNOS. Berzelius ha completado la nomenclatura de Lavoisier, representando por medio de signos los cuerpos simples ó compuestos y las reacciones á que dan origen.

Los cuerpos simples se representan con la inicial del nombre latino, seguida de otra en el caso en que varios empiecen con la misma letra.

Los compuestos binarios se representan reuniendo los dos signos de sus elementos, poniendo primero el *electro-positivo*.

Si el compuesto contiene varios equivalentes de uno de los cuerpos simples, se coloca en forma de exponente al lado del signo el número de equivalentes.

Para representar una sal se escribe primero el signo de la base (electro-positivo) despues el signo del ácido (electro-negativo) separándolos por medio de una coma.

B) QUÍMICA INORGÁNICA.

a) METALOIDES.

248. Oxígeno (d) (O). Se encuentra en el aire atmosférico mezclado con el nitrógeno, combinado con el hidrógeno en el agua, y además se encuentra en la mayor parte de las sustancias inorgánicas y orgánicas. Es el elemento más difundido en la tierra, pues el peso del oxígeno se calcula en $\frac{1}{3}$ del peso de toda ella.

(a) De la latina *alligatio*, derivada de *alligo*, atar, unir.

(b) De la latina *ligo*, juntar.

(c) De la griega *ama*, juntamente, *l* expletivo y *gamo*, casarse.

(d) De las griegas *oxys*, ácido y *gennao*, engendrar.

Se obtiene por la calcinacion del bióxido de manganeso. Descomponiendo el bióxido de manganeso por el ácido sulfúrico. Y tambien descomponiendo el clorato de potasa por el calor.

El oxígeno es un gas permanente sin color, olor, ni sabor, algo más pesado que el aire y poco soluble en el agua. Es además eminentemente propio para la combustion, pues una bugía que presente algunos puntos en ignicion, se enciende de nuevo instantáneamente y con una pequeña explosion cuando se la introduce en una pequeña campana de cristal llena de oxígeno.

249. COMBUSTION (a). Todas las combustiones que se presentan en la vida comun resultan de la rápida combinacion de un cuerpo combustible con el oxígeno del aire. Sus condiciones son dos: eliminacion del humo (producto de la combustion) y mantener al cuerpo combustible á la temperatura á que debe arder.

(FIG. 22).



Corte vertical de una llama.

Al lado de las combustiones *vivas*, en las cuales los cuerpos son mantenidos en incandescencia, se colocan las lentas, fenómenos de oxidacion que no elevan notablemente la temperatura de los cuerpos (oxidacion lenta del hierro en contacto con el aire húmedo).

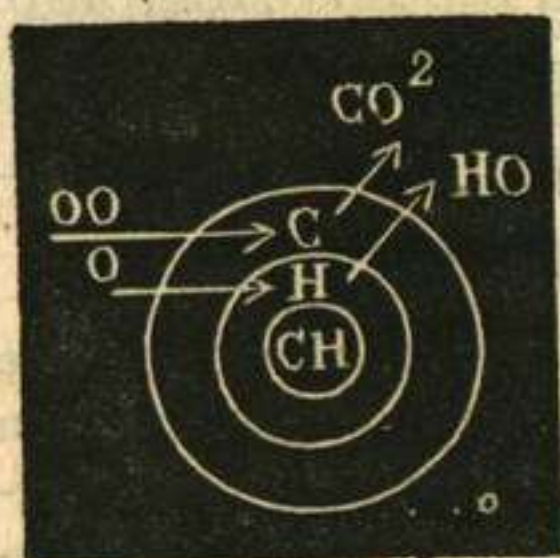
Lavoisier fué el primero que puso en evidencia el papel que hacia el oxígeno en la combustion.

250. LLAMA. La llama es siempre un gas en combustion. El resplandor de una llama depende por lo comun de la presencia de cuerpos sólidos que se ponen incandescentes.

En la llama de una bugía se pueden distinguir tres partes: en el centro, al rededor de la mecha una parte oscu-

(a) De la latina *comburo*, abrasar, quemar enteramente.

ra *a*, formada por los vapores producidos en la descomposicion de los materiales de combustion; al rededor de ésta el brillante cono luminoso *bb'* el cual se compone de hidrógeno en combustion íntimamente mezclado con carbono incandescente; y en la parte más exterior una capa muy tenue *cc'* apenas visible, en la cual arde el carbono. Si nos figuramos la llama cortada por el centro, la reaccion se explica del siguiente modo: el círculo central es una combinacion de carbono é hidrógeno CH ; éste arde primero, merced al oxígeno del aire O , produciendo agua HO , con cuyo calor se pone incandescente el carbono C , ardiendo en el círculo exterior, y dando lugar á la formacion de ácido carbónico CO^2 .



Corte trasversal de una llama.

251. OZONO (a). Sometido el oxígeno puro ó el contenido en el aire atmosférico á la accion de una serie de chispas eléctricas, adquiere un olor particular parecido al del fósforo, y un poder oxidante más enérgico que el del oxígeno ordinario. En este caso se le llama *ozono*, y sus principales propiedades son destruir (blanquear) los colores vegetales, los olores y miasmas de las sustancias en descomposicion del mismo modo que lo hace el cloro, así como tambien ejercer una accion muy fuerte en los órganos de la respiracion.

Parece que el ozono es el oxígeno condensado. Se encuentra en pequeña cantidad en el aire atmosférico.

252. NITRÓGENO (b) (N). Se halla mezclado con el oxígeno en el aire atmosférico del cual forma los $\frac{4}{5}$, y en estado de combinacion en un gran número de sustancias animales y en algunas minerales (el salitre).

Se obtiene del aire atmosférico utilizando la propiedad que tienen de combinarse con el oxígeno los cuerpos combustibles (fósforo, cobre enrojecido, etc.); pero es menester despojar antes al aire del vapor de agua y del ácido carbónico que contiene.

(a) De la griega *ozo*, oler.

(b) De la latina *nitrum*, salitre y de la griega *gennao*, formar; porque entra en la composicion de este cuerpo.

Este cuerpo se distingue por sus propiedades negativas; es un gas permanente, incoloro, inodoro, insípido, algo ménos pesado que el aire, poco soluble en el agua, impropio para la combustion y para la respiracion (a).

En los laboratorios se le emplea para remplazar al aire cuando se quieren conservar sustancias orgánicas que se alterarían en contacto con el oxígeno. Y aunque ignoramos la parte que tiene este cuerpo en las acciones ejercidas por la atmósfera sobre los diferentes cuerpos, no podemos decir que sea completamente inerte y únicamente destinado á moderar la accion comburente del oxígeno en la respiracion y en todos los fenómenos de oxidacion; pues interviene en realidad de un modo más activo, constituyendo uno de los elementos esenciales de cierto número de materias minerales y vegetales y de la mayor parte de las animales.

253. AIRE ATMOSFÉRICO. Es una mezcla de nitrógeno y oxígeno. No tiene color en pequeñas masas, pero en grandes cantidades presenta un color azulado, á causa de que sus moléculas reflejan este color con más intensidad que los demás de que se compone la luz blanca.

El análisis del aire dá los resultados siguientes:

EN PESO:		EN VOLUMEN:
Oxígeno. 23		Oxígeno.. . . . 20/8
Nitrógeno 77		Nitrógeno. 79/2
<u>100</u>		<u>100</u>

Tiene además una cantidad variable de vapor de agua, algo de ácido carbónico, un poco de amoniaco, vestigios de sustancias orgánicas y gérmenes, que en condiciones convenientes se desarrollan y producen el moho y todos los séres orgánicos, cuyo origen se atribuía sin razon á las generaciones espontáneas.

Se prueba que el aire es una mezcla, observando que el disuelto en el agua contiene unos 33 de oxígeno para 67 de nitrógeno.

Además de las numerosas aplicaciones *físicas* y *mecánicas* del aire, bajo el punto de vista *químico* es el sos-

(a) Por esta propiedad se le llama tambien *azoe*, de las griegas *a*, sin *zoe*, vida.

ten de la respiracion y la combustion, interviene en la germinacion de las plantas, en la fermentacion y en el desarrollo de los gérmenes trasportados por el aire.

254. HIDRÓGENO (a) (H). Se encuentra con mucha abundancia en la naturaleza, pero muy raras veces en estado de libertad. Combinado con el oxígeno forma el agua, que contiene $\frac{1}{9}$ de su peso y además en casi todas las materias orgánicas.

Se extrae del agua utilizando la propiedad que tienen ciertos metales de descomponerla para apoderarse de su oxígeno. Unos (el potasio) la descomponen en frío, otros (el hierro) la descomponen á la temperatura del rojo y otros (el zinc) en frío á presencia de un ácido.

Es un gas permanente, incoloro, insípido é inodoro, combustible, pues arde con una llama débil, pero que da mucho calor; y el cuerpo más ligero que se conoce.

Se emplea para reducir los óxidos metálicos y unido con el oxígeno para fundir los metales ménos fusibles. El mismo dardo del soplete de gas oxígeno é hidrógeno, dirigido sobre un cilindro de magnesia, le calienta hasta el rojo blanco dándole un resplandor (luz de Drummond), casi tan grande como el de la luz eléctrica. Y por último, por su poco peso específico se usa para llenar los globos aereostáticos.

255. AGUA (HO). Se encuentra en la naturaleza en tres estados: de hielo ó de nieve en las montañas elevadas, en todas las estaciones; líquida, en los rios, lagos y mares; en estado de vapor, en la atmósfera. Además se encuentra combinada químicamente en muchas sales y minerales, así como en la mayor parte de las sustancias orgánicas.

Como el oxígeno no se une directamente con el hidrógeno á la temperatura ordinaria, la combinacion de ambos gases se consigue bien por la combustion del hidrógeno, bien por la accion del musgo de platino ó tambien por chispas eléctricas. Igualmente se obtiene el agua haciendo pasar el hidrógeno sobre óxidos metálicos fuertemente calentados.

(a) De las griegas *hydor*, agua y *gennao*, engendrar.

Por medio de la *destilacion* se puede obtener agua químicamente pura de las aguas naturales, las cuales contienen siempre en disolucion materias minerales y vegetales.

Se entiende por destilacion el tránsito de un cuerpo del estado líquido al estado gaseoso por medio del calor, haciéndole pasar de nuevo al estado líquido por enfriamiento. El aparato que sirve para esta operacion se llama *alambique*.

El agua químicamente pura es incolora, inodora é insípida. Se compone de dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno, pues si estos gases se mezclan en esta proporcion y se les acerca un cuerpo enrojecido ó en ignicion ó se les somete á la accion de una chispa eléctrica, se combinan con una fuerte explosion resultando vapor de agua. Por esta razon esta mezcla se llama *detonante*.

El agua es notable por su poder disolvente que ejerce sobre los cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos.

La solubilidad de los sólidos ó líquidos aumenta por lo comun con la temperatura; y lo contrario sucede con los gases.

El agua no se encuentra nunca pura en la naturaleza; la de lluvia ó de rocío lleva en disolucion aire atmosférico; y despues de haberse filtrado en el suelo contiene además sustancias tomadas de éste, entre las cuales figuran las sales de cal, la sal comun y la sílice.

Una agua será buena para beber (potable) cuando sea fresca, no tenga olor, sea agradable al gusto, cuezca las legumbres y disuelva el jabon. Además es preciso que esté bien aireada, y que contenga materias minerales en la proporcion de $0^{\text{gr}}, 4$ á $0^{\text{gr}}, 5$ por litro.

El agua suministra á los animales y plantas la mayor parte de los principios minerales que les son necesarios; en la industria se utiliza en sus tres estados; y la medicina la aprovecha bien por su elevada temperatura (*aguas termales*), bien por las sustancias que lleva en disolucion (ácido carbónico, bicarbonato de sosa, ácido sulfhídrico, hierro, etc.)

256. CARBONO (C). Pertenece este cuerpo á aquellos que en la naturaleza se encuentran en gran cantidad. Se halla libre en tres estados alotrópicos diferen-

tes: diamante, grafito y amorfo (antracita, carbon de piedra, lignito, turba, carbon vegetal, carbon animal y negro de humo).

El carbono es un cuerpo sólido, infusible á la temperatura de nuestros hornos, insípido é inodoro, arde en el oxígeno ó en el aire atmosférico, y es insoluble en todos los líquidos, excepto en la fundicion de hierro.

Habiéndonos de ocupar en la Mineralogía de los carbonos naturales, sólo hablaremos aquí de los artificiales.

El *coke* es gris negruzco, comunmente de poco brillo, á veces de lustre metálico, poroso y con más ó ménos cavidades.

Se le prepara calcinando el carbon de piedra en vasos cerrados. Es bueno para los usos domésticos.

El *carbon vegetal* es el residuo de la destilacion de la leña; es negro, frágil y poroso, y absorbe los gases sin alterarlos.

Por esta razon se emplea para desinfectar las aguas.

El *negro de humo* es un polvo negro, muy ligero y muy fino que se produce por las combustiones incompletas. En la industria se obtiene de las resinas.

Se emplea en la pintura, en la fabricacion de la tinta de imprenta y litográfica y en el lápiz negro de los dibujantes.

El *negro animal* es el producto de la calcinacion de los huesos en vasos cerrados. Es un cuerpo negro y poroso, cuya propiedad más importante es la de absorber con mucha rapidez las materias colorantes.

Por esta propiedad se emplea en la refinacion del azúcar.

257. ACIDO CARBÓNICO (CO^2). Se presenta en la naturaleza unas veces libre y otras veces combinado. En estado de libertad se desprende en las hendiduras de los terrenos volcánicos (gruta del perro en Nápoles). Se encuentra en el aire atmosférico en la proporcion de 4 á 6 diez milésimas, procediendo en este caso de

la respiracion de los animales, de la combustion, de las fermentaciones y de todas las descomposiciones de las materias orgánicas. Tambien lo llevan en disolucion las aguas minerales acídulas. Y además se encuentra en combinacion con varias bases, principalmente con la cal.

Se obtiene descomponiendo el carbonato de cal (creta ó mármol) por medio de un ácido (el ácido clorhídrico).

El ácido carbónico es un gas incoloro, de olor picante y sabor ligeramente ágrío, vez y media más pesado que el aire, impropio para la respiracion y la combustion y soluble en el agua. Sometiéndole á una fuerte presion se le ha podido liquidar, obteniéndole tambien en el estado sólido.

Se emplea para la fabricacion de vinos espumosos y bebidas gaseosas.

258. GAS DEL ALUMBRADO. Se obtiene por medio de la destilacion del carbon de piedra, y en su composicion entran principalmente los carburos de hidrógeno. Para utilizarlo es menester someterlo á una depuracion *física* á fin de separar los productos que podrian obstruir los tubos al condensarse, y á otra *química* para privarle de los cuerpos que disminuyen la claridad de su luz, ó ejercen una accion deletérea en la economía.

Desde principios de este siglo se empezó á usar en Lóndres para el alumbrado de las calles.

259. ACIDO NÍTRICO (NO^5). Se encuentra combinado con la potasa, formando el *nitro* ó *salitre*. Unido con el amoniacó existe en las aguas llovedizas en pequeña cantidad.

Se prepara calentando en una retorta de vidrio pesos iguales de nitro y de ácido sulfúrico.

Es un líquido incoloro, de olor picante, que se descompone parcialmente por la accion de la luz y del ca-

lor, tomando un color amarillento, destruye las materias orgánicas y tiñe de amarillo la piel.

Se emplea en la preparación de los nitratos, en la fabricación del ácido sulfúrico, para limpiar los metales, para el grabado en cobre (*grabado al agua fuerte*) y también para teñir de amarillo la lana, la seda y la madera.

260. AMONIACO (a) (NH^3). Se encuentra en muy pequeña cantidad en el aire atmosférico y se produce en la descomposición espontánea de las sustancias orgánicas nitrogenadas. Arrastrado por la evaporación en estado de carbonato de amoniaco, se convierte en nitrato en las tempestades y la lluvia devuelve á la tierra el amoniaco útil para la vegetación.

Se prepara calentando una mezcla de sal amoniaco (clorhidrato de amoniaco) y de cal viva.

El amoniaco es un gas incoloro, de un olor vivo y picante que excita las lágrimas, de un sabor alcalino. Es tan soluble en el agua, que ésta á 15° disuelve más de 783 veces su volúmen. Esta disolución se llama *amoniaco ó álcali volatil* y goza de las propiedades de las disoluciones alcalinas, pues enverdece el jarabe de violetas, devuelve el color azul á la tintura de tornasol y neutraliza los ácidos más enérgicos.

El amoniaco es uno de los reactivos más usados en los laboratorios; en la industria se le emplea para disolver el carmin y desengrasar la lana; y en medicina contra las picaduras de avispa, vibora, etc.

261. FÓSFORO (b) (Ph). Existe en la naturaleza en estado de fosfato. Del suelo y de los abonos, el fosfato de cal, disuelto en el agua, merced á la presencia del ácido carbónico pasa á las plantas y de éstas á los animales herbívoros que lo transmiten á los carnívoros. Se en-

(a) De la palabra griega *Ammon*, sobrenombre de Júpiter, adorado en Libia porque la *sal amoniaco*, se preparaba en otro tiempo junto al templo de Júpiter Ammon.

(b) De las griegas *phos*, luz, y *fero*, llevar; porque dá luz en la oscuridad.

cuentra en el sistema nervioso, en la carne, en la sangre, en la leche, en la orina y en los huesos.

Se extrae de los huesos calcinándolos, pulverizándolos y pasándolos por un tamiz, mezclándolos con agua hirviendo y ácido sulfúrico. Después de haber decantado el fosfato ácido de cal soluble, se le evapora hasta que toma la consistencia de jarabe, se añade entonces á la masa carbon vegetal en polvo y por destilacion se obtiene el fósforo.

Este cuerpo es sólido, flexible, puede ser rayado por la uña, es incoloro ó de un color de ambar, su olor es parecido al de los ajos. Es más denso que el agua y se funde á 44° . En el oxígeno y en el aire arde con una llama muy intensa, cuando se eleva su temperatura á 60° . Este cuerpo es sumamente deletéreo; obra con suma violencia sobre el sistema nervioso y causa la muerte.

Se emplea en la fabricacion de las cerillas fosfóricas y tambien como veneno para extinguir los ratones.

262. ARSÉNICO (a) (As). Existe á veces en estado nativo pero por lo comun se le encuentra combinado con el azufre y con los metales. Tambien se encuentra, aunque en pequeña cantidad, en las tierras de labor y en algunas aguas minerales.

En la industria se obtiene de la pírta arsenical por sublimacion.

El arsénico es un cuerpo sólido, quebradizo, de color gris de acero y de un brillo metálico, que pierde expuesto al aire. Cuando se echa sobre las ascuas se volatiliza dando un fuerte olor de ajos.

Sus compuestos son todos venenosos.

263 AZUFRE (S). Se encuentra con abundancia en la naturaleza; unas veces puro, otras combinado con los metales; y tambien en muchas materias animales y ve-

(a) De las griegas *arsen*, hombre, y *nicao*, vencer, matar; porque sus compuestos son venenos muy activos.

getales (semillas de las legumbres, clara de huevo, cabello, plumas, etc).

Se obtiene comunmente de los depósitos en que se halla en estado nativo por medio de la fusión. También se extrae de las piritas.

A la temperatura ordinaria es un cuerpo sólido, de color amarillo de limón, inodoro, insípido, mal conductor del calor y de la electricidad, dos veces más pesado que el agua, adquiere por la frotación la electricidad negativa y arde con una llama azulada, produciendo ácido sulfuroso.

Este cuerpo, del cual se hace un gran consumo, se emplea en la fabricación del ácido sulfúrico y del sulfuroso, de la pólvora, en el azufrado de las viñas y en la medicina.

264. ACIDO SULFUROSO (SO^2), Se desprende de los volcanes en actividad y de las solfataras.

Se obtiene haciendo arder el azufre en el aire ó en el oxígeno.

Es un gas incoloro, de un olor vivo y penetrante que produce tos, muy soluble en el agua, se ha podido liquidar por enfriamiento, enrojece fuertemente la tintura de tornasol y blanquea las materias colorantes orgánicas.

Se emplea para blanquear la lana, seda, etc., para apagar los fuegos de las chimeneas, para destruir el insecto de la sarna y para impedir la fermentación del vino y de las bebidas alcohólicas

255. ACIDO SULFÚRICO. Puede existir anhidro é hidratado; el primero SO^5 , solo tiene un interés científico, el segundo SO^5, HO es el más importante. Este es muy común en la naturaleza unido con las bases, y también se encuentra libre en algunas aguas de los terrenos volcánicos (América del Sur).

Se obtiene determinando la combinación del ácido sulfúrico con el oxígeno del aire, empleando como intermedios el vapor de agua y los compuestos oxigenados del nitrógeno.

El cuerpo así obtenido es un líquido incoloro, inodoro, de una consistencia parecida á la del aceite (por

lo cual se llama *aceite de vitriolo*), es un ácido muy enérgico, que enrojece fuertemente la tintura de tornasol y tiene tal afinidad para con el agua, que al mezclarse con ella produce una considerable elevación de temperatura; en contacto con las sustancias orgánicas, las carboniza y destruye sus tejidos, apoderándose del oxígeno y del hidrógeno para formar agua.

Es de todos los ácidos el más empleado en los laboratorios y en la industria, tanto que puede apreciarse la importancia de ésta por la cantidad de ácido sulfúrico consumido.

266. ACIDO SULFHÍDRICO (HS). Se presenta en la naturaleza en las exhalaciones de algunos volcanes, en las aguas sulfurosas, y resulta además de la descomposición de las sustancias orgánicas que contienen azufre como sucede en las cloacas.

Se obtiene descomponiendo el sulfuro de hierro por medio del ácido sulfúrico.

Es un gas incoloro de un olor fétido, parecido al de huevos podridos, venenoso aun en pequeñas cantidades, soluble en el agua, arde con llama azulada, dando agua en vapor y ácido sulfuroso.

Se emplea en los laboratorios disuelto en el agua para el análisis de las disoluciones metálicas.

267. CLORO (a) (Cl). Se encuentra en la naturaleza combinado con los metales, principalmente con el sodio, formando la sal común.

Se prepara por medio del ácido clorhídrico y del bióxido de manganeso.

Es un gas verde amarillento, de un olor fuerte, que produce la tós, dos veces y media más pesado que el aire, soluble en el agua, tiene una grande afinidad con todos los elementos y especialmente con el hidrógeno, destruye las materias colorantes.

(a) De la griega *chloros*, amarillo verdoso, á causa de su color.

Se emplea para el blanqueo de los lienzos, tambien se usa para descomponer los miasmas mefíticos y el ácido sulfhídrico de los pozos inundados.

268. ACIDO CLORHÍDRICO (*HCl*) Se encuentra en las exhalaciones de algunos volcanes.

Se obtiene calentando la sal comun con el ácido sulfúrico.

Es un gas incoloro, de olor picante y sabor ácido, muy corrosivo, el agua disuelve 464 veces su volúmen de este cuerpo, enrojece fuertemente la tintura de tornasol, y en contacto con el aire húmedo esparce humos blancos.

Se utiliza para la fabricacion del cloro y de los hipocloritos decolorantes, para la extraccion de la gelatina de los huesos y mezcla o con el ácido nítrico forma el *agua régia*, empleada para disolver el platino y el oro.

269. BROMO (*a*) (*Br*). Es un cuerpo poco abundante, que se encuentra en pequeña cantidad en las aguas del mar, combinado con los metales.

Se extrae de las aguas madres de las sales marinas, tratando las combinaciones del bromo (bromuro de sódio y bromuro de magnesio) con el bióxido de manganeso y el ácido sulfúrico; obteniéndose el bromo por destilacion.

Es un líquido de color rojo pardo oscuro, pesado, muy volátil, que á la temperatura ordinaria produce vapores de color amarillo rojizo, de un olor irritante muy desagradable. En sus propiedades químicas presenta grande analogía con el cloro.

Unido con los metales se emplea en la medicina y en la fotografía.

270. YODO (*b*) (*Io*). Se encuentra en pequeñas cantidades, pero con mucha frecuencia en la superficie terrestre, pues se halla en muchos minerales, en casi todas las aguas minerales y en las aguas del mar, y por lo tanto en muchos animales marinos (esponjas, aren-

(*a*) De la griega *bromos*, hedor.

(*b*) De la griega *iodes*, violado, á causa del color de sus vapores.

ques, hígado de bacalao), y en gran cantidad en las cenizas de las *algas marinas*.

Se obtiene de las cenizas de estas plantas, haciéndolas, cocer en agua con un exceso de ácido sulfúrico, separándose el yodo por destilación.

Este cuerpo es muy parecido al grafito, de un olor análogo al del cloro, de un brillo casi metálico, es muy volátil, dando vapores de un hermoso color violado; pero su propiedad característica es la de dar color azul á las féculas.

Tanto el yodo como sus compuestos se emplean como medicina, y los últimos en la fotografía.

271. FLUOR (α) (*Fl*). Se encuentra siempre en combinación con otros elementos, principalmente con el calcio en el fluoruro de calcio ó espato fluor. Hasta ahora no se le ha podido obtener aislado.

272. ACIDO FLUORHÍDRICO (*HFl*). Se obtiene del espato fluor calentándole con ácido sulfúrico. Es un líquido blanco de un olor muy picante, de un sabor insupportable y el cuerpo más corrosivo conocido.

Se le obtiene por medio del espato fluor y del ácido sulfúrico concentrado.

Se utiliza la propiedad que tiene de corroer el vidrio para grabar por medio de su vapor.

b) METALES.

273. ESTADO NATURAL. Los metales existen en la naturaleza en tres estados diferentes:

- 1.º En estado nativo.
- 2.º En combinación con el azufre, el arsénico, el cloro ó uno de los metalóides análogos.
- 3.º En el estado de óxidos libres ó combinados con los oxácidos.

(α) Por extraerse del espato fluor

274. EXTRACCION. Si el mineral es un óxido, se obtiene el metal calcinándolo con carbono; si es un sulfuro se tuesta primeramente para desprender el azufre y oxidar el metal, que despues se reduce por medio del carbono.

275. PROPIEDADES FÍSICAS. Es muy importante conocerlas, pues se utilizan en la industria.

La mayor parte de los metales son de un blanco más ó ménos puro: la plata es blanca amarillenta; el zinc, blanco azulado; el hierro, blanco gris; pero hay algunos de color, como el oro y el cobre.

Todos los metales, excepto el potásio, sódio y litio son más pesados que el agua; pero muchos de ellos pueden aumentar su densidad, cuando se los somete á la accion del laminador ó cuando se los forja. El platino, que es el más pesado, fundido tiene una densidad de 21,15 y batido de 23.

Todos los metales se pueden fundir bajo la influencia del calor; pero algunos, como el platino exigen el calor del soplete de oxígeno é hidrógeno.

La mayor parte de los metales cristalizan en el sistema cúbico; pero el antimonio y el bismuto lo hacen en el romboédrico.

Aunque todos los metales conducen bien el calor y la electricidad, la plata lo hace mucho mejor que los demás.

El oro es muy maleable y muy dúctil; el plomo muy maleable, pero poco dúctil; el hierro poco maleable y bastante dúctil, en tanto que el bismuto y el antimonio son ágrios ó quebradizos.

Bajo el punto de vista de la tenacidad van los primeros el cobalto, el níquel y el hierro; el plomo ocupa el último lugar.

Su dureza es muy variable, pues en tanto que el manganeso raya al acero templado, el potasio y el sódio son blandos como la cera.

276. PROPIEDADES QUÍMICAS. Los metales pueden combinarse bien entre sí, bien con los metaloides. El potasio, sódio y demás metales análogos son atacados fácilmente por los metaloides, en tanto que el oro y el platino son inalterables.

La acción del aire sobre los metales es la misma que la del oxígeno, sólo se diferencia de ella en que su intensidad es menor. El potasio puede oxidarse en el oxígeno seco á la temperatura ordinaria; todos los demás, excepto el oro y el platino, se oxidan á una temperatura más ó menos elevada en el oxígeno ó en el aire secos.

A la temperatura ordinaria el oxígeno no obra sino sobre los metales que descomponen el agua en frío; pero si se hace intervenir un ácido, todos, excepto los de la última sección, se oxidan, uniéndose al ácido la base que se forma. Todo el mundo ha observado la rapidez con que se altera la hoja de un cuchillo que ha servido para cortar una fruta ácida).

Para evitar la oxidación del hierro, se le recubre de pintura, de esmalte ó de otro metal menos oxidable (*hoja de lata, hierro galvanizado*).

277. CLASIFICACION DE LOS METALES. La más general es la de Thenard, que se funda en la acción que el oxígeno libre ó combinado ejerce sobre los metales.

1.^a Sección. Metales que descomponen el agua en frío (potasio, sódio, calcio).

2.^a Sección. Metales que descomponen el agua á una temperatura de más de 50° (magnesio, manganeso).

3.^a Sección. Metales que descomponen el agua al rojo sombra ó en frío á presencia de los ácidos (hierro, zinc, níquel, cobalto).

4.^a Sección. Metales que descomponen el agua al rojo vivo ó á 100° en presencia de bases energicas (estaño, antimonio).

5.^a Sección. Metales que no descomponen al agua más que al rojo blanco (cobre, plomo, bismuto).

6.^a Sección. Metales que no descomponen el agua á ninguna temperatura (mercurio, plata, oro, platino).

278. ALEACIONES. Son para la industria como verdaderos metales que poseen propiedades especiales diferentes de las de los elementos que los forman.

El oro y la plata en estado de pureza, son muy blandos para emplearse en la fabricacion de la moneda, pues la acuñacion se desgastaría muy pronto, pero se les dá dureza uniéndolos á una pequeña cantidad de cobre.

Para obtener las aleaciones se funden juntos en un crisol los metales que se quieren alear, teniendo cuidado de recubrir la masa con polvo de carbon para evitar toda oxidacion.

Las aleaciones son verdaderas combinaciones en proporciones definidas. Son siempre más fusibles que el más fusible de los metales que la forman; más duras, pero ménos ductiles, maleables y tenaces que los metales de que están formadas.

El cobre es uno de los metales que entran en mayor número de aleaciones. A los metales preciosos les dá dureza; unido con el estaño forma el bronce, con el zinc, el laton. El plomo y el antimonio forman los caracteres de imprenta.

279. POTASIO (*a*) (*K*). Se encuentra en la naturaleza con mucha abundancia en estado de combinacion, especialmente en el feldespato y otros silicatos parecidos por cuya descomposicion vá á parar á las tierras de labor; y las plantas toman las combinaciones solubles del potasio, las cuales se encuentran nuevamente en sus cenizas. En algunos puntos del globo se presentan las sales de potasio en gran cantidad en la superficie del suelo. Tambien las aguas del mar contienen el potasio en estado de combinacion.

Se obtiene descomponiendo el hidrato de potasa por la accion de una corriente eléctrica poderosa.

Se le dió este nombre por haberlo extraido de la *potasa*.

El potasio es un cuerpo sólido, blando como la cera, que se funde á 66° , menos pesado que el agua, con un brillo y color parecido al de la plata, el único metal que se oxida en frío en presencia del aire seco, por lo cual hay que conservarle en aceite de nafta; desarrolla mucho calor al combinarle con el oxígeno, y es un reductor muy enérgico, pues descompone el agua y un gran número de compuestos oxigenados.

Entre sus compuestos merecen citarse el *hidrato de protóxido de potasio* (KO,HO); el *hidrato de potasa* (a) ó *potasa cáustica* que se emplea en medicina para abrir fuentes; el *carbonato de potasa* (KO,CO^2) (*potasa del comercio*), que se extrae de las cenizas de los vegetales; y el *nitrato de potasa* (KO,NO^3) que se emplea en la fabricación de la pólvora.

280. SÓDIO (b) (Na). Como el potasio se encuentra con abundancia en estado de combinación. Con el cloro formando la sal común, se halla en las minas y también en las aguas del mar, por lo cual las plantas marinas contienen esta sustancia, en tanto que las terrestres llevan las sales de potasa.

En sus propiedades es muy parecido al potasio, del cual se diferencia en que sus reacciones son menos violentas.

Entre sus compuestos figuran el *cloruro de sodio* ($NaCl$) ó *sal común*, el *carbonato de sosa* ($NaO.CO^2$) ó *sosa del comercio*, que se emplea en la fabricación del vidrio y de los jabones duros.

281. CALCIO (c) (Ca). Es muy abundante en estado de combinación y forma uno de los elementos más con-

(a) De la holandesa *potasche*, cenizas de puchero, porque antiguamente se la guardaba en pucheros.

(b) De la palabra *soda*, nombre de la planta de cuyas cenizas se extrae la *sosa*.

(c) De la latina *calx*, cal.

siderables de la corteza sólida del globo. Es un metal amarillo dotado de gran brillo.

282. CAL (CaO). Se halla en la naturaleza en estado de carbonato (creta, mármol, etc.), en estado de sulfato (yeso), y también en estado de fosfato y de silicato.

Se prepara descomponiendo el carbonato de cal por la acción de una elevada temperatura.

La cal es blanca, amorfa, infusible é indescomponible por el calor, y tiene tal afinidad para con el agua, que se combina con ella desprendiendo un calor considerable.

Se emplea para preparar la potasa y la sosa cáustica, el amoníaco y el cloruro de cal. Apagada y mezclada con arena, forma las argamasas usadas en la construcción. También se utiliza como abono en la agricultura.

283. MAGNESIO (*a*) (Mg). Se encuentra en la naturaleza unido con el cloro en las aguas de mar, y con el oxígeno forma la magnesia, la cual se presenta en estado de carbonato, de sulfato y de silicato.

Se obtiene descomponiendo el cloruro de magnesio por el potasio.

Es un metal de color blanco de plata, maleable, pero poco tenaz. Calentado en el aire ó mejor en el oxígeno, se inflama y arde con una luz blanca deslumbradora.

Por razón de su intensidad se ha empleado esta llama para iluminar las minas; y su riqueza en rayos químicos la hacen muy útil para la fotografía en todos los casos en que no puede emplearse la luz solar.

284. MAGNESIA (*b*) (MgO). Se obtiene calcinando el hidrocarbonato de magnesia. Es un polvo blanco muy ligero.

Se emplea en la medicina como purgante y como contraveneno.

(*a*) De la palabra *magnesia*, porque se extrae de ella.

(*b*) De una ciudad del mismo nombre en Tracia.

285. ALUMINIO (a). Se encuentra con mucha abundancia en la naturaleza combinado con otros cuerpos.

Se obtiene haciendo reaccionar á una elevada temperatura el sódio con el cloruro doble de sódio y aluminio.

Es un metal de color blanco azulado, muy dúctil y maleable, inalterable al aire á todas las temperaturas.

Se emplea en todos los casos en que se necesita poco peso y mucha tenacidad. Aleado con el cobre forma el bronce de aluminio que tiene el brillo del oro y la tenacidad del hierro.

286. ALÚMINA (Al^2O^3). Se encuentra en la naturaleza pura (corindon), y tambien combinada con la silice (arcillas y feldespatos).

Se obtiene vertiendo carbonato de amoniaco en una disolucion de alumbre, el ácido carbónico se desprende y la alumina se va al fondo.

Es blanca, suave al tacto y se adhiere á la lengua.

Esta sustancia tiene la propiedad de retener enérgicamente las materias colorantes orgánicas, por lo cual se emplea en la confeccion de lacas para la pintura.

287. ARCILLA. Es un silicato de alumina hidratado. Es blanca, compacta, suave al tacto, difícilmente fusible, forma con el agua una pasta fácil de amasar y trabajar, la cual al secarse se contrae y se resquebraja.

La arcilla forma la base de todas las obras de barro (*cerámica*) (b), gracias á su plasticidad que permite darle todas las formas, y á la dureza que adquiere despues de cocida; pero no puede emplearse pura, porque se rompería al secarse, y por eso se la mezcla con un cemento que disminuyendo su plasticidad, impide al mismo tiempo su contraccion.

La *porcelana* (c) ó *china* se fabrica con caolin (arcilla pura), mezclado con arena para disminuir su contraccion, y con feldespato que experimentando un principio de fusion, hace la masa trasluciente.

La *loza* se fabrica con arcilla plástica y cuarzo reducido á polvo impalpable. Despues de formar las piezas se las cuece por primera vez para

(a) De la latina *alumen*, alumbre, que se compone de alumina, potasa y ácido sulfúrico.

(b) De la griega *ceramos*, tierra arcillosa secada al sol ó cocida al fuego.

(c) De la italiana *porcelle*, porcelana (concha); á causa de la semejanza de su lustre con el barniz de la concha.

darles dureza, y luego se las recubre de un barniz fusible formado de cuarzo, carbonato de potasa y óxido de plomo.

Los *vidrios* son silicatos dobles que resultan de la union de un silicato alcalino (de potasa ó de sosa) con un silicato de cal para los vidrios ordinarios, y con un silicato de plomo para el cristal.

288. HIERRO (*Fe*). Es el metal más abundante en la naturaleza, pues se encuentra en todas las rocas, bien como principio esencial, bien como principio accidental, y además se halla en proporciones apreciables en los órganos de las plantas y de los animales; pero nunca se le encuentra puro, pues no existe en el estado metálico más que en las *piedras meteóricas*, en las que está unido con el níquel, el cobalto y el cromo. Los principales compuestos de que se extrae el hierro, son los óxidos y el carbonato.

La metalurgia del hierro consiste en la reduccion del óxido de hierro por el carbon.

Es un metal de un blanco agrisado, dúctil, maleable y muy tenaz, se funde á 1500°; pero antes se pone blando y pastoso, pudiendo tomar todas las formas bajo la accion del martillo y tambien soldarse consigo mismo sin el intermedio de otro metal. Puede unirse directamente con todos los metaloides, ménos con el nitrógeno; á la temperatura ordinaria es inalterable al aire seco, pero en contacto con el aire húmedo se transforma lentamente en *orin* ó *herrumbre*, bajo la influencia del oxígeno, del ácido carbónico y del vapor de agua. Esta oxidacion se evita recubriendo el metal de una capa de zinc (*hierro galvanizado*), ó de una capa de estaño (*hoja de lata*), ó en fin, de muchas manos de pintura.

La perfeccion de su trabajo y la multiplicidad de sus aplicaciones permite juzgar de la civilizacion de un pueblo.

289. ACERO. Es hierro combinado con una proporcion de carbono que puede variar entre 0,8 y 1,8 por

400. Es un cuerpo blanco, brillante, susceptible de tomar un hermoso pulimento, más fusible y maleable que el hierro, pero menos dúctil. El carácter esencial que le distingue de él es la aptitud de adquirir nuevas propiedades, cuando se le enfria bruscamente (*temple*) en un líquido frio (agua, aceite, mercurio) despues de haberle enrojecido. Entónces se hace elástico, quebradizo y tan duro que raya al vidrio y resiste á la accion de la lima.

290. ZINC (*Zn*) (*a*). Es un metal de un blanco ligeramente azulado, quebradizo á la temperatura ordinaria, pero dúctil y maleable entre 400° y 450°. Inalterable al aire seco, en contacto con el aire húmedo se recubre de una capa impermeable de hidrogenocarbonato de zinc, que preserva de toda alteracion al resto del metal.

Se le extrae de la blenda y de la calamina, tostando la primera y calcinando la segunda para convertir las en óxidos, que se reducen despues por el carbon. En planchas delgadas sirve para cubrir los tejados, hacer canchales, librillos y baños.

291. ESTAÑO (*Sn*). Es un metal blanco, de brillo parecido al de la plata, el más fusible de todos los metales usuales, muy flexible y muy maleable, que no se altera en contacto con el aire frio.

Se extrae del bióxido de estaño (*casiterita*), que se tuesta y se reduce despues por medio del carbon. Se emplea en la construccion del bronce, para estañar las vasijas de cobre y hierro que se usan en las cocinas, y reducido á hojas muy delgadas se usa para envolver el chocolate y el té.

292. PLOMO (*Pb*). Es un metal gris azulado, muy pesado y maleable, sumamente blando, pues se le raya con la uña y es el menos tenaz de todos los metales usuales. Muy brillante cuando está recién cortado, se empa-

(*a*) De la alemana *zinken*, derivada de *zacke*, agujas; porque en los hornos se condensa en pedazos de esta forma.

ña en presencia del aire formando una capa de subóxido de plomo; en contacto con el agua *pura y aireada* absorbe el oxígeno del aire y dá un óxido que combinándose con el agua y con el ácido carbónico forma una costra blanca de hidrato y de carbonato de plomo. Este metal es sumamente venenoso.

Se emplea para cubrir los tejados, para la construcción de tubos y de balas, y también entra en la composición de los caracteres de imprenta.

293. COBRE (*Cu*). Es un metal rojo, susceptible de un hermoso pulimento, exhala un olor particular y desagradable, cuando se le frota; es uno de los metales más dúctiles y maleables y el más tenaz después del hierro. En contacto con el aire húmedo se recubre de una costra verdosa de hidrocarbonato de cobre (*cardenillo*). El cobre no es venenoso en estado metálico; pero sí en estado de óxido, por lo cual se cuida de estañar las vasijas de este metal.

Sirve para hacer alambiques, calderas y utensilios de cocina. Reducido á hojas delgadas se usa para forrar los buques; pero en la industria y en las artes se emplean principalmente sus aleaciones.

294. MERCURIO (*Hg*). Es blanco y muy brillante, el único metal líquido á la temperatura ordinaria, 13 veces y media más pesado que el agua, se solidifica á -40° , y entra en ebullición á 350° . El mercurio es un veneno muy violento, en grandes dosis puede ocasionar una muerte rápida; pero absorbido lentamente, en forma de vapores, ocasiona un envenenamiento crónico.

Se emplea en medicina y en física, para azogar espejos y en la metalurgia para beneficiar el oro y la plata.

295. PLATA (*Ag*). Es el metal más blanco y el que más brillo puede obtener por el pulimento, el más dúctil y maleable después del oro, más blando que el cobre y más duro que el oro. No se oxida en el aire á la temperatura ordinaria.

Se emplea en la fabricacion de la moneda y de alhajas, aleado con el cobre, que le da mayor dureza.

296. Oro (*Au*). Es un metal de un hermoso color amarillo característico; su densidad es de 19'5; es el más dúctil y maleable, inalterable al aire á todas las temperaturas y se disuelve en el mercurio á una temperatura elevada.

Se emplea en la fabricacion de la moneda y de alhajas, aleado con el cobre, que le da más dureza.

297. PLATINO (*Pt*). Es un metal blanco agrisado, muy dúctil, maleable y tenaz, su densidad, cuando está forjado, es 23; es muy poroso y se calienta al condensar los gases, solo se funde á los más altos fuegos de forja ó al soplete de oxígeno é hidrógeno; y no se altera al contacto del aire.

Se emplea en química para la construccion de crisoles, cápsulas, tubos y retortas, cuando hay que actuar á temperaturas muy elevadas ó con ácidos muy enérgicos.

QUÍMICA ORGANICA.

a) MATERIAS ORGÁNICAS EN GENERAL.

298. DEFINICION. Se llaman en general *materias orgánicas* los numerosos compuestos que se hallan en los órganos de los vegetales y de los animales.

299. COMPOSICION. Estas sustancias contienen carbono, y por eso se ha dicho que la química orgánica es el *estudio de los compuestos de carbono*. Un gran número de estos no contiene más que carbono é hidrógeno, por ejemplo, el aguarrás. Otros, como el azúcar, contienen carbono, hidrógeno y oxígeno. Por último, hay otros cuaternarios, como la quinina, que contienen nitrógeno además del carbono, oxígeno é hidrógeno.

300. ANÁLISIS INMEDIATO. Las sustancias orgánicas raras veces se presentan aisladas, pues por lo comun se encuentran combinadas ó mezcladas unas con otras. Si se quieren analizar ó determinar sus propiedades físicas y químicas, es menester separarlas unas de otras y obtenerlas en estado de pureza. Tal es el fin que se propone el *análisis inmediato*.

Este análisis es muy difícil, exige el empleo de medios y reactivos que no puedan alterar los principios inmediatos que se quieren aislar. Esto se consigue algunas veces por una simple separacion mecánica ó por la compresion, como sucede en la extraccion de los jugos contenidos en diversos vegetales. El empleo de un calor moderado permite separar las sustancias desigualmente volátiles. El uso de los disolventes neutros (agua, alcohol, éter, aceites esenciales, sulfuro de carbono), hace posible la separacion de las sustancias resinosas, los cuerpos crasos, las materias colorantes. Se emplean las bases diluidas para extraer las sustancias ácidas y los ácidos diluidos para obtener los compuestos capaces de hacer el papel de base.

301. ANÁLISIS ELEMENTAL. El análisis elemental de una sustancia orgánica tiene por objeto dar á conocer la naturaleza y las proporciones relativas de los cuerpos simples que la forman.

El principio del método actualmente empleado se debe á Lavoissier. Consiste en quemar por medio del oxígeno el carbono y el hidrógeno que pasan al estado de ácido carbónico y vapor de agua. Del peso de estos compuestos se infiere el peso del carbono y el del hidrógeno; el oxígeno se calcula por diferencia. En cuanto al nitrógeno, se le determina en una nueva operacion bien en el estado libre, bien en el estado de amoniaco.

302. ISOMERÍA (a). La identidad de composicion centesimal no basta para establecer propiedades físicas ó químicas idénticas. Así el aguarrás y la esencia de limon, que poseen propiedades tan diferentes, tienen la misma composicion centesimal. Esta propiedad se llama *isomería*.

b) MATERIAS VEGETALES.

303. CELULOSA (b). ($C^{12} H^{10} O^{10}$). Se da este nom-

(a) De las griegas *isos*, igual y *meros* parte.

(b) De la latina *cellula*, celdilla.

bres á la materia que forma las paredes de las celdillas nuevas de todas las plantas.

Esta sustancia diáfana en un principio, toma consistencia poco á poco cuando se desarrolla la planta. Entre las diversas materias que han venido á aumentar el espesor de la pared y á darla rigidez, se encuentran las materias que constituyen las fibras leñosas ó el leño. La celulosa se encuentra casi pura en la médula de sauco, en el algodón, en el papel, en los trapos viejos y en general en todas las fibras que se han lavado muchas veces.

Se emplea en la fabricacion del papel para la cual se usa el trapo y diversas plantas en que abunda la celulosa.

304. LEÑO. Es el último grado de organizacion de las materias celulosas. Se compone de muchas sustancias, de las cuales las principales son la celulosa y la materia incrustante; esta última las recubre por completo, y es más abundante en las capas leñosas que en la albura.

El leño expuesto á la accion del aire húmedo, experimenta con el tiempo una verdadera combustion lenta y se convierte en una masa fácilmente reducible á polvo. Descomposicion que se activa por los insectos y por los vegetales inferiores, que encuentran en las materias nitrogenadas los alimentos necesarios para su desarrollo. Para preservar á la madera de estas causas de destruccion, se hacen penetrar en sus tegidos materias antisépticas (*a*), (sulfato de cobre, brea, etc.), que la hacen incorruptible y venenosa.

305. MATERIA AMILÁCEA (*b*). ($C^{12}O^{10}H^{10}$). En el interior de las celdillas, en los órganos más diversos de los vegetales se encuentra una sustancia de la misma composicion que la celulosa, pero que se diferencia de ella por sus propiedades; y á la cual se da el nombre de *materia amilácea*. Es muy abundante en las semillas de los cereales y de las legumbres, en los tubérculos de la patata y en algunos frutos y raíces. Se llama más especialmente *almidon* la obtenida de los cereales y *fécula* (*c*) la que se extrae de la patata.

(*a*) De las griegas *anti*, contra y *sépticos* que engendra putrefaccion.

(*b*) De la griega *amylon*, almidon.

(*c*) De la latina *fæces*, heces, porque se va al fondo.

Los tubérculos de patata bien lavados se someten á la accion de un rallo que desgarrá las celdillas. Los fragmentos de éstas caen sobre un tamiz con la fécula puesta en libertad. Una corriente continua de agua determina la separacion de los granos de fécula, que pasan al través del tamiz quedando los fragmentos de las celdillas casi por completo sobre la tela.

El trigo contiene almidon, azúcar y una materia nitrogenada, llamada *gluten* (a), al cual deben los cereales sus propiedades esencialmente nutritivas.

Para extraer el almidon se deslie la harina en un poco de agua, de modo que forme una masa, la cual se somete á la accion de un chorro fino de agua, amasándola continuamente encima de un tamiz. El agua se lleva los granos de almidon y el gluten se queda en la mano bajo la forma de una pasta gris, la cual hace un papel muy importante en la panificacion, dando á la masa su elasticidad y favoreciendo la fermentacion.

306. DEXTRINA (b). ($C^{12}H^{10}O^{10}$). Resulta de la trasformacion del almidon. La cebada en germinacion, puesta en suspension con el almidon en agua caliente á 70° , determina esta trasformacion, debida á la influencia de un principio, llamado *diástasa* (c), desarrollado en la germinacion de la cebada.

307. GOMAS. Son sustancias de la misma composicion que la dextrina, muy abundantes en el reino vegetal, las cuales al disolverse en el agua la dan una consistencia mucilaginosa.

308. AZÚCARES. Son sustancias de sabor dulce, capaces de dar alcohol y ácido carbónico, cuando se ponen en contacto con la levadura de cerveza recién fermentada.

Hay dos especies de azúcares: 1.º azúcares fácilmente cristalizables ó *sacchorosas* (d), cuyo tipo es el azúcar de caña ($C^{12}H^{11}O^{11}$); y 2.º azúcares difícilmente crista-

(a) De la latina *gluten*, engrudo, porque es la base del engrudo.

(b) De la latina *dextra*, derecha; porque desvia á la *derecha* el plano de polarizacion de la luz.

(c) De la griega *diistemi*, disolver.

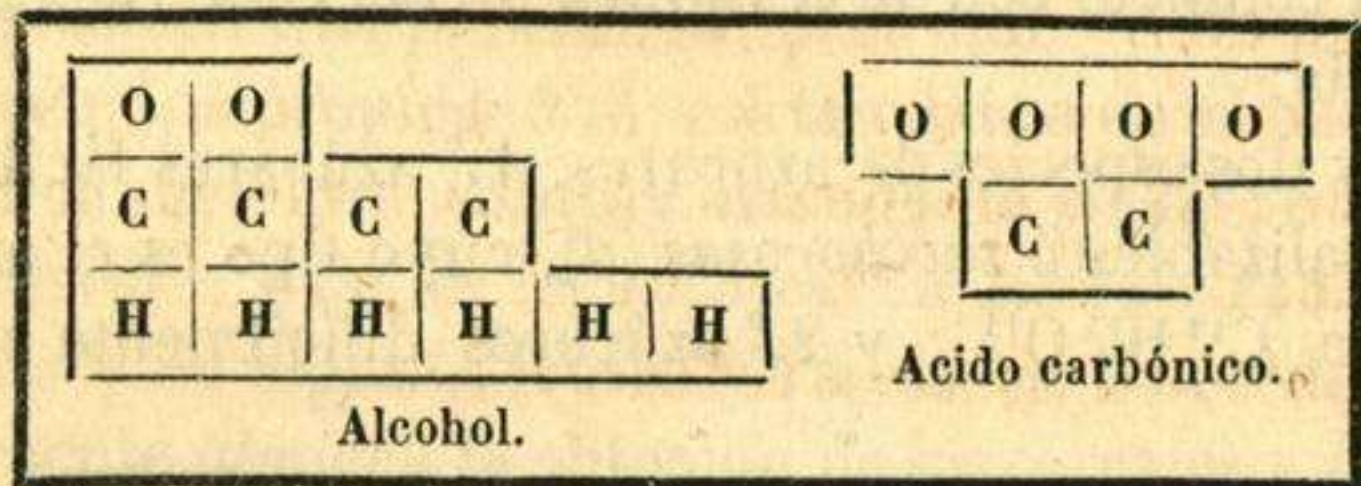
(d) De la griega *saccharon*, azúcar.

lizables ó *glucosas* (a), cuyo tipo es el azúcar que forma las eflorescencias blancas en la superficie de las pasas ($C^{12}H^{12}O^{12} + 2HO$).

309. FERMENTOS. Son séres organizados que, colocados en condiciones favorables, viven y crecen á expensas de ciertas sustancias orgánicas, descomponiéndolas en un pequeño número de principios definidos que siempre son los mismos. Los fermentos se encuentran en estado de gérmenes en el aire.

310. FERMENTACION ALCOHÓLICA. Es el tipo de las demás fermentaciones. Para realizarla se pone en un frasco una disolucion de azúcar, añadiendo algunos gramos de levadura de cerveza húmeda; bien pronto se vé claramente desprenderse el ácido carbónico, en tanto que el líquido pierde su sabor azucarado y toma un olor de vino, conteniendo alcohol que se puede separar por medio de la destilacion.

Para comprender bien esta descomposicion, pondremos la siguiente figura:



311. VINO. Resulta de la fermentacion del mosto de las uvas. La fabricacion del vino comprende cuatro

(a) De la griega *glycys*, dulce.

operaciones; produccion del mosto, fermentacion, trasiago y envasamiento.

312. CERVEZA. Es una infusion de cebada germi-
nada, sometida á la fermentacion despues de haberla
adicionado el principio amargo y aromático del lúpulo.

313. AGUARDIENTE. El producto de la destilacion
del vino recibe el nombre de *aguardiente*, cuando con-
tiene ménos de 59 por 100 de alcohol; *espíritu de vino*,
cuando tiene 60 á 90 por 100; y *alcohol*, en el caso de
contener 90 por 100 al ménos de alcohol purificado
($C^4 H^6 O^2$).

314. VINAGRE. ($C^4 H^4 O^4$). Procede de la oxidacion
del vino ó del alcohol en contacto con el aire.

315. RESINAS. Son cuerpos sólidos de fractura con-
coidea, de color amarillo ó pardo por lo comun, más ó
ménos transparentes, insolubles en el agua, pero solu-
bles en el alcohol. Se obtienen como resíduos de la des-
tilacion de los jugos recogidos haciendo incisiones á los
vegetales.

316. CUERPOS GRASOS NEUTROS. Son materias untuo-
sas al tacto, que dejan en el papel una mancha traslu-
ciente, la cual no desaparece bajo la influencia del ca-
lor. Comprimidas entre hojas de papel sin cola dan *olei-
na* (a) líquida, y una materia sólida que tratada por el
éter se separa en *margarina* (b) ó *palmitina* (c) soluble
y fusible á 47° y en *estearina* (d) insoluble que se funde
á unos 64° .

Se emplean en la fabricacion de bujías y jabones.

(a) De la latina *oleum*, aceite.

(b) De la latina *margarita*, perla; por razon de su brillo.

(c) De la latina *palma*; palma: porque forma la base del *aceite* de palma.

(d) De la griega *stear*, sebo; porque forma la parte principal del sebo.

317. ALCALIS ORGÁNICOS. Los álcalis naturales existen combinados con ácidos vegetales en las plantas de diversas familias, como las papaveráceas, las solanáceas las umbelíferas, etc. Ejercen una acción enérgica sobre la economía animal. Son venenos muy violentos; ciertas plantas deben á su presencia sus propiedades venenosas. La medicina utiliza algunos que en pequeñas dosis obran favorablemente en muchas enfermedades.

La *morfina* se saca del ópio, la *nicotina* del tabaco; la *estricnina* de la nuez vómica, la *quinina* de la corteza de la quina, etc.

318. MATERIAS COLORANTES. La mayor parte pertenecen al reino vegetal; provienen de materias colorables, cuyo color se desarrolla al contacto del aire y de la luz.

c) MATERIAS ANIMALES.

319. MATERIAS ALBUMINOIDEAS. Son sustancias que por su composición y propiedades se parecen á la albúmina contenida en la clara de huevo y en la sangre. Las principales son: la *albúmina*, la *fibrina* y la *caseína*. Todas ellas tienen casi la misma composición centesimal:

$$\left. \begin{array}{l} \text{C} = 54,3 \\ \text{H} = 7,4 \\ \text{N} = 15,8 \\ \text{S} = 1,8 \\ \text{O} = 21,0 \end{array} \right\} 100$$

Estas sustancias pueden hallarse en dos estados: *soluble* en los jugos vegetales, en la sangre, en la leche, y en los demás líquidos animales; é *insoluble*, cuando han sido coaguladas por los ácidos, por el calor ó de otro modo.

Todas ellas sometidas en el organismo á la acción de los líquidos de la economía se trasforman en *peptona* (a) capaz de atravesar las membranas animales y por consiguiente de asimilarse.

(a) De la griega *pepto*, cocer, digerir.

320. ALBÚMINA (a). Es la materia transparente é inodora que forma la clara de huevo.

Tambien existe en el suero de la sangre, en la linfa, en el quilo, en todos los líquidos serosos, y en las semillas de los cereales y de las legumbres.

321. CASEINA (b). Es una parte nutritiva esencial de la leche.

Una gota de leche vista al microscopio tiene el aspecto de un líquido trasparente en medio del cual nadan pequeños sacos llenos de manteca. Cuando se la deja reposar algun tiempo, los sacos suben á la superficie y forman la *nata*. Estos sacos batidos en la mantequera, dejan reunirse la grasa que contienen y forman la manteca. La leche desnatada contiene aún caseina, azúcar de leche, albúmina y materias minerales.

Para extraer la caseina de la leche, se desnata despues de haberla dejado reposar 24 horas y se le añade despues ácido sulfúrico diluido.

322. FIBRINA (c). Existe en el *suero* de la sangre, en la *carne muscular* y en el *gluten* de los cereales.

Para obtener la fibrina pura se bate con una escobilla la sangre todavía caliente (al salir de los vasos sanguíneos); la fibrina se adhiere á ella bajo la forma de filamentos blanquecinos, que se lavan primero con agua y despues con alcohol y con éter para quitarla las materias grasas y otras impurezas.

323. GELATINA (d). Es una sustancia sólida, transparente, incolora é inodora; se reblandece é hincha en el agua fria; y se disuelve en el agua hirviendo. Su disolucion se cuaja en forma de jalea por enfriamiento aun cuando no contenga más que $\frac{1}{400}$ de gelatina.

Para prepararla se cuecen por mucho tiempo con agua, pellejos, tendones, ternillas, etc. Cuando la disolucion es completa se filtra, se concentra y despues se vierte en moldes, donde toma la forma de estos.

(a) De la latina *albumen*, clara de huevo.

(b) De la latina *caseum*, queso.

(c) De la latina *fibra*, hebra; porque constituye la fibra muscular.

(d) De la latina *gelu*, hielo, por la propiedad que tiene de cuajarse como una jalea.

324. UREA (a). ($C^2 H^4 N^2 O^2$). Es una sustancia que se encuentra en la orina, y que es el último término de la trasformacion en el interior del organismo de las materias que deben ser eliminadas.

Puede extraerse directamente por medio del alcohol de la orina humana evaporada hasta la sequedad.

325. FERMENTACION PÚTRIDA. Las materias animales ó vegetales abandonadas á sí mismas se alteran espontáneamente. Esta *putrefaccion* ó *fermentacion pútrida* es debida á un animal microscópico del género *vibrion*, cuyo gérmen es trasportado por el aire y que no se desarrolla sino en el oxígeno.

326. CONSERVACION DE LAS MATERIAS ANIMALES. Muchos medios pueden emplearse para conservar las sustancias orgánicas. Unos (la desecacion y el descenso de temperatura) impiden el *desarrollo* de los gérmenes que pueden producir la fermentacion, y otros (la coccion, la coccion con privacion de aire y los antisépticos), tienen por objeto *destruir* estos gérmenes.

1.º *Desecacion*. Las carnes y las legumbres secas pueden ser conservadas y remitidas á grandes distancias. Asi se preparan las plantas para los herbarios, y tambien las frutas secas (pasas).

2.º *Descenso de temperatura*. En esto se funda el uso de poner en un paraje fresco (la cueva) las sustancias que se quieren preservar de la fermentacion. El uso del hielo para conservar los pescados se apoya en igual razon.

3.º *Coccion*. Destruyendo los gérmenes se retarda la fermentacion, pero solo por algun tiempo, porque el aire trae nuevos gérmenes.

4.º *Coccion y privacion de aire*. En esto consiste el procedimiento de Appert, que pone las materias que se quieren conservar en latas que se introducen en agua hirviendo, se cierran despues herméticamente y se las calienta de nuevo.

5.º *Antisépticos*. La *creosota*, que existe en el humo, conserva las cecinas. Tambien se emplean el alcohol, el cloruro de mercurio y el acetato de sosa.

(a) De la griega *ou^{ron}*, orina.

ÍNDICE.

FÍSICA.

INTRODUCCION.

	<u>Págs.</u>
A) Nociones preliminares.....	5
B) Propiedades generales de los cuerpos...	8
C) Diferencias exteriores de los cuerpos.....	10

PRIMERA PARTE.—MECÁNICA.

A) Nociones preliminares.....	11
B) Equilibrio de los cuerpos sólidos.....	13
a) <i>De la composicion y descomposicion de las fuerzas.....</i>	13
b) <i>Centro de gravedad.....</i>	15
c) <i>De las máquinas.....</i>	17
C) Movimiento de los cuerpos sólidos.....	22
a) <i>Leyes de los diferentes movimientos.....</i>	22
b) <i>Del choque de los cuerpos sólidos.....</i>	25
c) <i>Resistencias pasivas.....</i>	27
D) Equilibrio de los cuerpos líquidos.....	28
a) <i>Equilibrio de los cuerpos líquidos en general.....</i>	28
b) <i>Equilibrio de los cuerpos sólidos y líquidos..</i>	29
c) <i>Determinacion del peso específico.....</i>	31
E) Movimiento de los cuerpos líquidos.....	34
F) Equilibrio de los cuerpos gaseosos.....	35
G) Movimiento de los cuerpos gaseosos.....	39

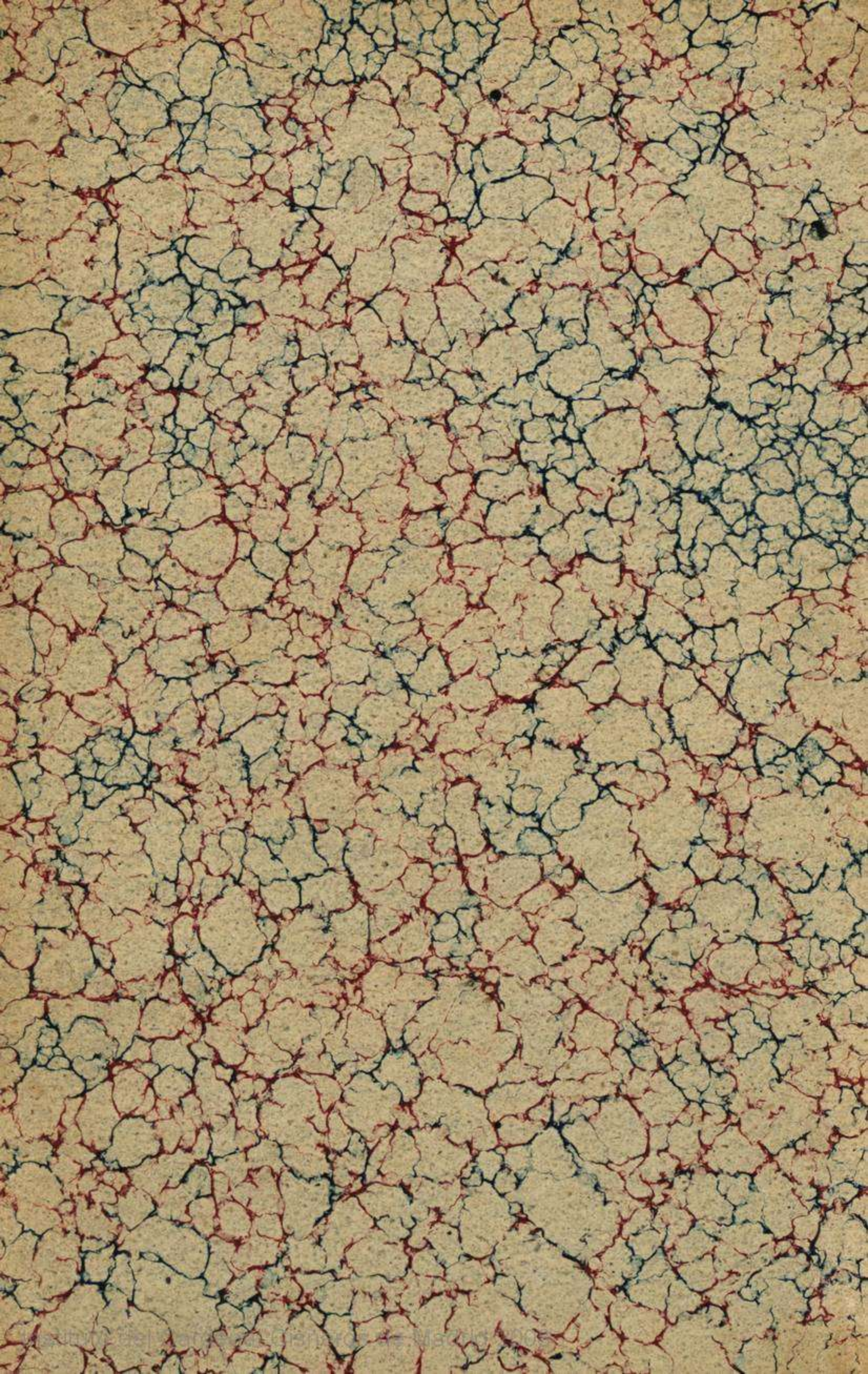
SEGUNDA PARTE.—TRATADO DEL MOVIMIENTO MOLECULAR DE LOS CUERPOS.

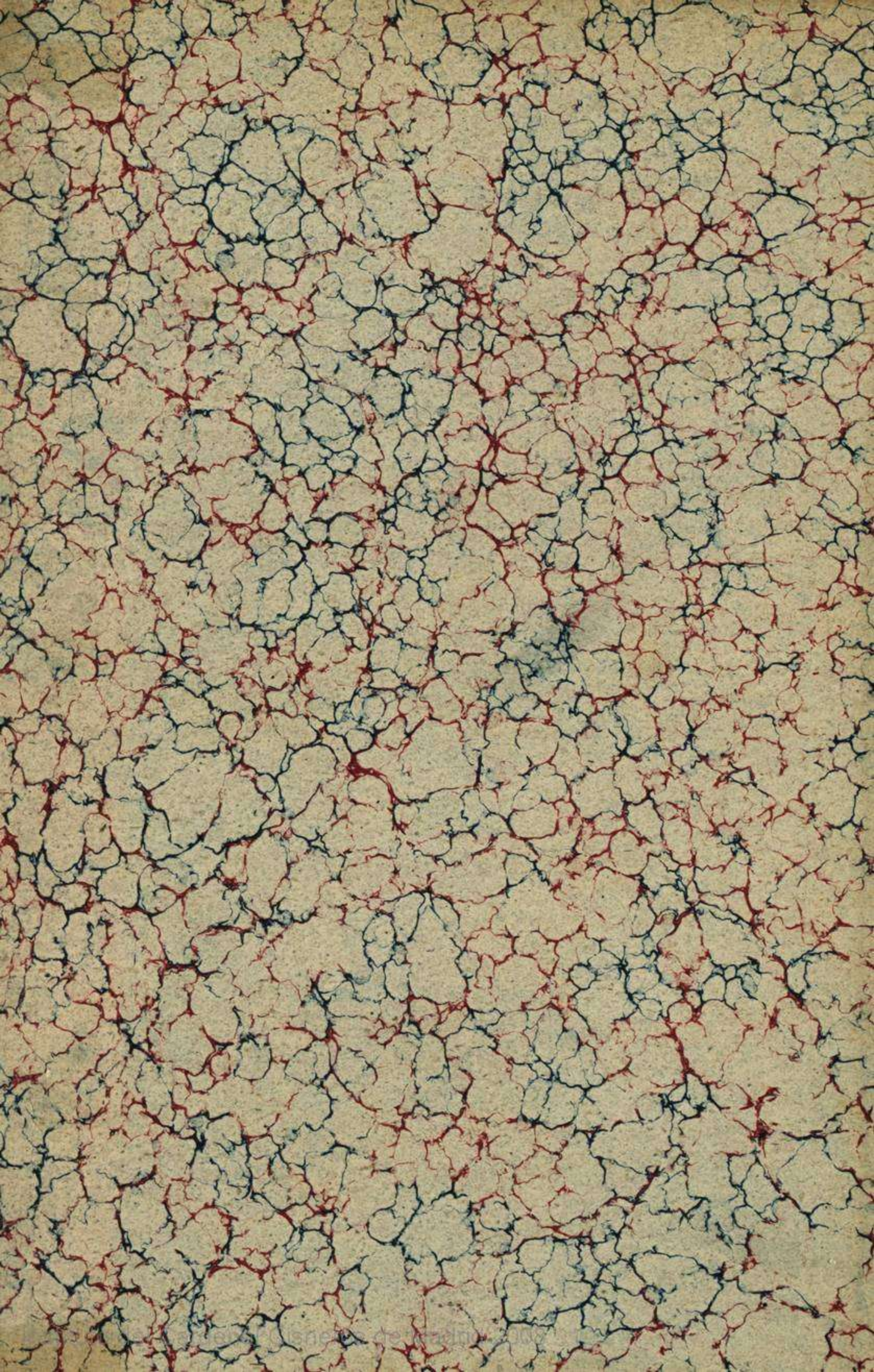
A) Movimiento ondulatorio.....	45
a) <i>Movimiento ondulatorio en general.....</i>	45
b) <i>Movimiento ondulatorio de los cuerpos sólidos.....</i>	47
c) <i>Movimiento ondulatorio de los líquidos y gases.....</i>	48
B) Acústica.....	49
C) Óptica.....	51
a) <i>Generalidades.....</i>	51

	<u>Págs.</u>
b) <i>Ortóptica</i>	52
c) <i>Catóptrica</i>	53
d) <i>Dióptrica</i>	55
e) <i>Cromática</i>	55
f) <i>Instrumentos de óptica</i>	60
g) <i>Interferencias, difraccion, polarizacion y doble refraccion</i>	62
D) Calórico	63
a) <i>Generalidades</i>	63
b) <i>Cambios de volúmen</i>	64
c) <i>Cambios de estado</i>	67
d) <i>Máquinas de vapor</i>	73
e) <i>Calórico específico</i>	76
f) <i>Propagacion del calor</i>	77
g) <i>Orígenes y teoría del calor</i>	78
E) Magnetismo	80
a) <i>Fenómenos fundamentales del magnetismo</i> ...	80
b) <i>Magnetismo terrestre</i>	82
c) <i>Imantacion</i>	83
F) Electricidad	84
a) <i>Electricidad estática</i>	84
b) <i>Electricidad dinámica ó galvanismo</i>	92
c) <i>Electro-magnetismo y electro-dinámica</i>	97

QUÍMICA.

A) Nociones preliminares	101
B) Química inorgánica	107
a) <i>Metaloides</i>	107
b) <i>Metales</i>	120
C) Química orgánica	130
a) <i>Materias orgánicas en general</i>	130
b) <i>Materias vegetales</i>	131
c) <i>Materias animales</i>	136





1878.

I. CARDE
B
FO
S.

CASADO

GUIA DEL BACHILLER

—
CIENCIAS

Madrid

CARDENAL CISNEROS

BIB- 33

FONDO ANTIGUO

S. XIX-XX

I. del C. C.

Instituto del Cardenal