

457-5  
CORTES MUNERA

NOCIONES  
DE  
FISICA Y QUIMICA

II



CISNEROS

46

1927



T24/46

@a 9-5

## S E G U N D A P A R T E

## CAPITULO I

## MATERIAL DE LABORATORIO

**1 Material químico.**—Componen el material químico los utensilios y aparatos usados en química.

Se comprende que en los laboratorios medianamente surtidos, se encontrará gran variedad de aparatos por la diversidad de operaciones a que se someten los cuerpos; pero el número de los indispensables es reducido, porque el químico sustituye unos medios por otros.

Entre tales utensilios están:



Fig. 1.-Morteros.

**2 Morteros.**—Son receptáculos cónicos (fig. 1) provistos de su correspondiente mano o *pistilo* destinados a quebrantar, triturar o pulverizar los cuerpos sólidos.

Los destinados a romper o quebrantar los minerales son de hierro; para pulverizarlos se utilizan

los de vidrio y cuando son muy duros, se sustituyen por los de ágata.

En los de hierro los cuerpos se golpean para reducirlos a pequeñas partículas, y la pulverización se termina en los otros sin levantar el *pistilo*.



Fig. 2.-Cápsulas.

**3 Cápsulas.**—Son vasijas (fig. 2) donde se ponen los cuerpos que han de ser sometidos a la acción de un foco calorífico.



Si se trata de sólidos, las cápsulas pueden ser metálicas, y para líquidos o disoluciones de sólidos, se fabrican especiales de porcelana con fondo semiesférico, provistas, generalmente, en el borde de un pico para verter, y a veces de mango de madera o aislador para su mejor manejo.

**4 Vasos de precipitados y copas**--Son vasos de vidrio o de cristal que tienen la particularidad de presentar un saliente o pico (fig. 3).

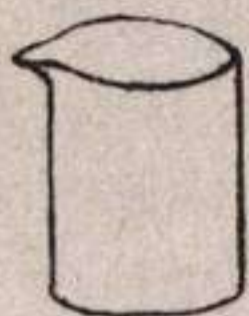


Fig. 3.-Vasos.

Sirven para hacer disoluciones de los sólidos, dejándolos el tiempo suficiente en contacto con los líquidos disolventes; disoluciones que después de filtradas y evaporando parte del líquido, se abandonan para que el cuerpo disuelto

cristalice, si bien en esta operación se eligen vasos de ancho fondo y poca altura que se llaman *cristalizadores*.

Para disoluciones de líquidos entre sí, se emplean vasos graduados.

La sal común, el alcohol y el anhídrido carbónico se disuelven en el agua.

**5 Cristalización.** — Si las disoluciones de los sólidos en los líquidos se abandonan o dejan en reposo, con tiempo, parte del líquido se evaporará y el sólido se irá separando, agrupándose en formas geométricas o *cristales*; esto es, en forma de cubos, octaedros, prismas, etc., según la naturaleza del cuerpo sólido. A este fenómeno se llama cristalización por disolución o vía húmeda, y explica los numerosos minerales cristalizados que presenta la naturaleza.

Para observar el fenómeno de la cristalización, se echa sulfato cúprico, por ejemplo, en agua, se agita mucho para que se disuelva; se calienta después en una cápsula de porcelana lo suficiente para que al evaporarse parte del agua, la disolución quede concentrada, y, por último, se deja la disolución en reposo. No tardarán, al enfriarse, en aparecer adheridos a la pared de la cápsula, preciosos cristales azules que van aumentando de volumen.

**6 Tubos de ensayo.**—Son estos tubos de vidrio (fig. 4) de 10 a 12 centímetros de longitud por 2 de diámetro, cerrados por uno de los extremos que termina con fondo esférico y abiertos por el otro.

Estos tubitos son de gran utilidad en el laboratorio, pues, además de destinarse a producir y examinar los precipitados que forman unos cuerpos con otros, son los que sustituyen a muchos utensilios y aparatos, cuando éstos faltan, pues en ellos se producen los cuerpos para su estudio con gran rapidez.

Se disponen los tubos de ensayo sobre sostenes de madera llamados *gradillas*.

**7 Crisoles.**—Son vasos de forma de tronco de cono (fig. 5) apoyados por su base menor y con su correspondiente tapadera, hechos con sustancias refractarias para someter los cuerpos sólidos a altas temperaturas.

Los hay de arcilla ordinaria, fina o de porcelana, de cuarzo y de platino.

La fusión, o tránsito del estado sólido al líquido, que experimentan los cuerpos por la acción del calor, se efectúa en los crisoles.

Conocer la temperatura a que se funde un cuerpo, es carácter de gran importancia, porque diferencia el cuerpo de los demás.

Los cuerpos se funden para que pierdan el agua que tienen de cristalización, *fusión acuosa*; y para dejarles enfriar lentamente con el fin de que cristalicen y examinar la forma de los cristales.

Si se echa azufre en un crisol y se calienta hasta que se funda, al enfriarse se formarán cristales amarillentos de este cuerpo; cristales que se apreciarán mejor rompiendo la costra superficial que se forma y vertiendo la parte líquida que todavía quede antes de su completa solidificación. A este fenómeno se le llama *cristalización por fusión*.



Fig. 5.—Crisoles.

Por fusión se logra obtener cristalizados muchos cuerpos.

Los metales se funden para echarlos, una vez fundidos, en moldes, y darles así la forma conveniente; como se funden en unión con otros para formar aleaciones.

**8 Filtros y embudos.**—Todo cuerpo poroso puede servir de filtro.

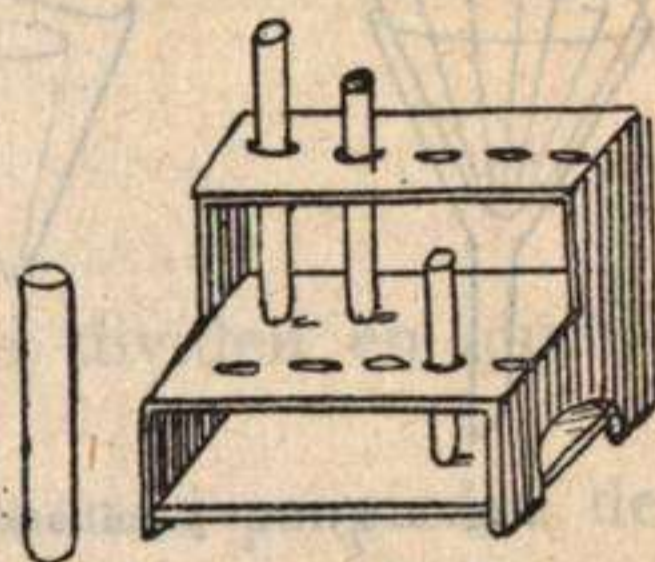


Fig. 4.—Tubos de ensayo.

Se destinan los filtros a separar de los líquidos los cuerpos sólidos que puedan contener en suspensión.

Con arena, carbón, pedacitos de vidrio, etc., se hacen filtros, como se hacen de tela, papel, etc., según la aplicación a que se destinen.

En los laboratorios se prefieren, por ser los mejores, los hechos con un papel especial llamado papel Berzelius (figura 6), y plegados o sin plegar se aplican convenientemente al embudo y se fijan con unas gotitas de agua destilada.

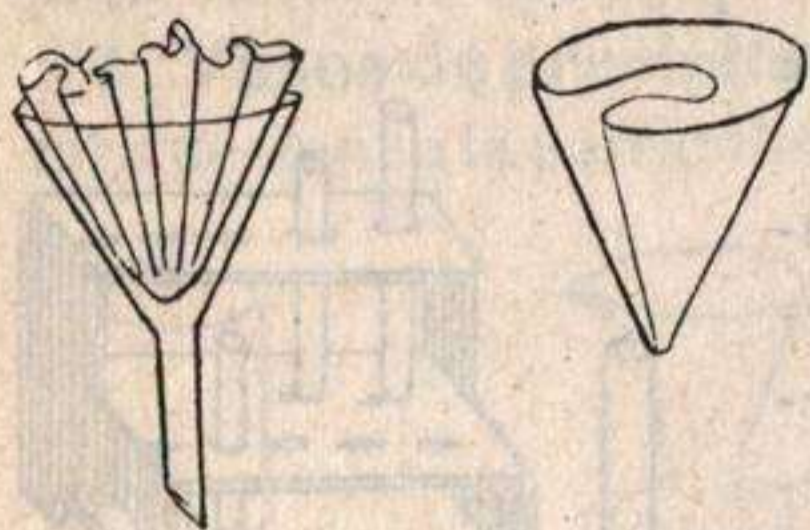


Fig. 6.-Filtros y embudo.

Filtros de esta clase de papel son los que deberían emplearse para filtrar el agua de beber, en sustitución a los demás,

que sólo la aclaran o quitan las partes gruesas.

Al través de carbón animal o de huesos, se filtran mostos, vinos y otros licores para decolorarlos.

## CAPITULO II

### METALOIDES

**9 Metaloides.** — Los cuerpos simples se dividen en química, en metaloides y metales.

*Metaloides* son los cuerpos simples que tienen la propiedad de combinarse con el hidrógeno formando compuestos estables, son malos conductores del calor y de la electricidad y los que son sólidos no tienen brillo metálico: como el azufre, el fósforo, etc.

*Metales* son los que no se combinan con el hidrógeno, o de conseguirse la combinación, los compuestos que resultan son muy inestables; son buenos conductores del calor y de la electricidad, y presentan directamente o al pulimentarlos un brillo especial llamado metálico: como la plata, el oro, etc.

**10 Caracteres generales de los metaloides.** — Los metaloides son cuerpos sólidos, excepto el bromo que es líquido, y el hidrógeno, cloro, fluor, oxígeno y nitrógeno, que son gaseosos.

Se disuelven poco en el agua, y los sólidos son insolubles.

Se combinan fácilmente con los metales, excepto el hidrógeno, que sólo se combina con algunos de ellos.

Se dividen en cuatro grupos:

*Halógenos:* Fluor *Fl*, Cloro *Cl*, Bromo *Br*, Iodo *I*.

*Anfígenos:* Oxígeno *O*, Azufre *S*, Selenio *Se*, Teluro *Te*.

*Nitrogenoideos:* Nitrógeno *N*, Fósforo *P*, Arsénico *As*, Antimonio *Sb*, Boro *B*.

*Casbonoideos:* Carbono *C*, Silicio *Si*.

Los *metaloides halógenos* se caracterizan por la propiedad de combinarse con el hidrógeno en volúmenes iguales, formando los ácidos hidrácidos clorhídrico *ClH*, bromhídrico *BrH*, yodhídrico *IH* y fluorhídrico *FH*.

Los *metaloides anfígenos*, son los que se combinan con dos volú-

menes de hidrógeno, combinación que se efectúa con disminución de un tercio de volumen, dando lugar el agua  $H_2O$ , cuerpo neutro, y a los hidrácidos, sulfhídrico  $SH_2$ , etc.

Los *metaloides nitrogenoideos* se combinan con tres volúmenes de hidrógeno, originando los hidruros de nitrógeno  $NH_3$ , fósforo  $PH_3$ , arsénico  $AsH_3$  y antimonio  $SbH_3$ , de carácter básico.

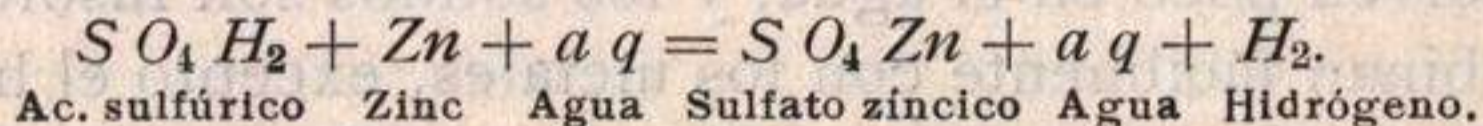
Los *metaloides carbonoideos* son los que al combinarse con cuatro volúmenes de hidrógeno forman los hidruros de carbono  $CH_4$  y de silicio  $SiH_4$ .

Entre los metaloides principales están:

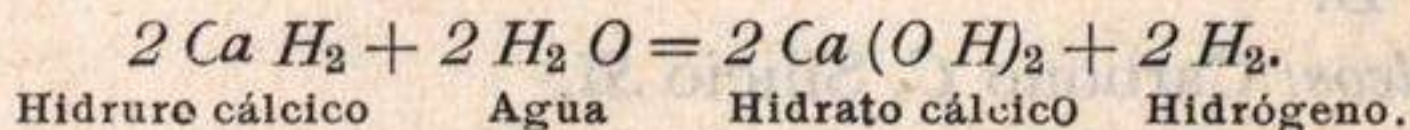
**11 Hidrógeno  $H$ .**—Es un cuerpo que puede estar en libertad, y se encuentra mezclado con los gases que se desprenden de la destilación seca de la hulla en la obtención del gas del alumbrado.

El hidrógeno es gaseoso, poco pesado, arde con llama azulada apenas visible, pero de mucho calor. (Fig. 7.<sup>a</sup>) Es reductor, apoderándose fácilmente del oxígeno que tienen algunos cuerpos para formar agua, y del cloro con el que forma ácido clorhídrico, por la gran afinidad que tiene con uno y con otro cuerpo.

Se obtiene en los laboratorios por la reacción entre el *ácido sulfúrico* y el *zinc*, de la que resulta sulfato zíncico e hidrógeno (Fig. 8.<sup>a</sup>)



No existe procedimiento industrial para obtenerlo, por carecer de aplicaciones de este orden. Como tal podría emplearse el de la *hidrolita* o *hidruro de calcio*, compuesto que por el agua se descompone en hidrato cálcico e hidrógeno



Por su poca densidad, pues es 14,44 veces menos pesado que el aire, se empleó para llenar los globos; por la temperatura que desarrolla al combinarse con el oxígeno ( $1500^\circ$ ), en el soplete oxhídrico.



Fig. 7.-Combustión del hidrógeno.



Hoy se emplea exclusivamente en los laboratorios por su propiedad reductora.

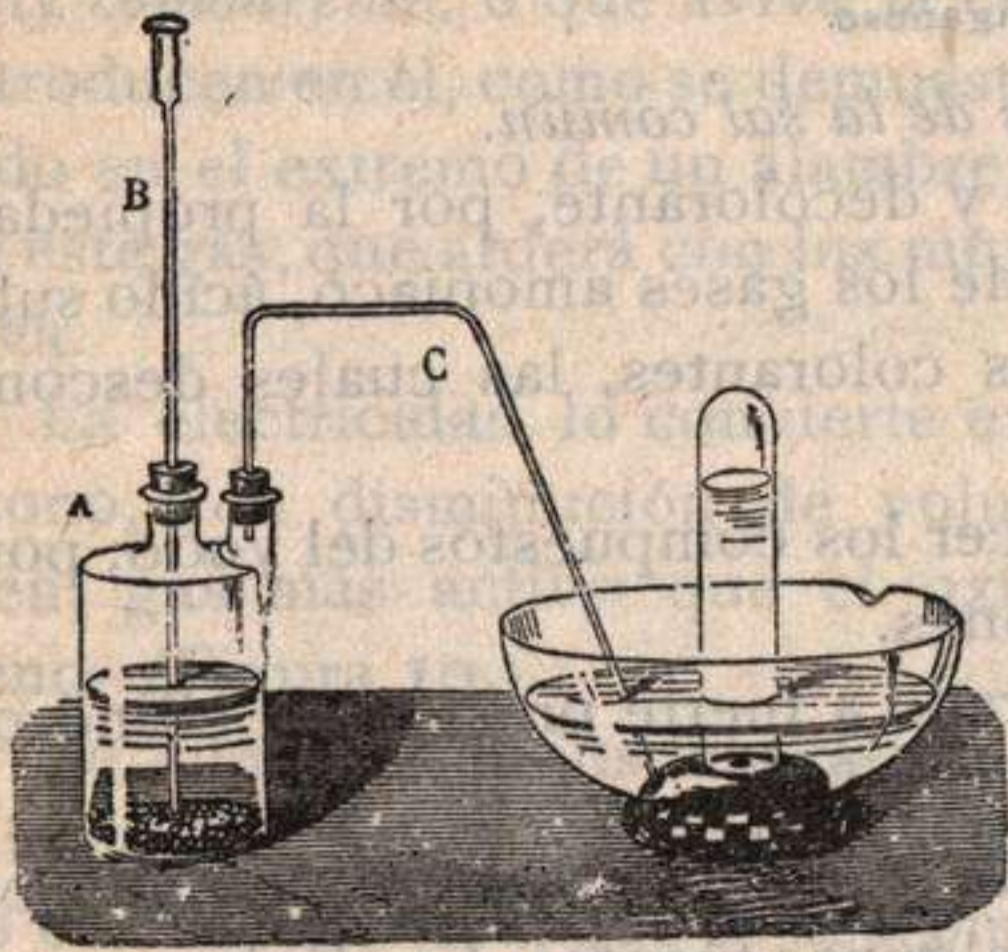


Fig. 8.-Obtención del hidrógeno.

Se combina con la mayor parte de los cuerpos, en particular con el hidrógeno.

Se obtiene en los laboratorios del *cloruro sódico*, que se mezcla con *bióxido de manganeso*, se añade a la mezcla *ácido sulfúrico* y se favorece la reacción con calor; de la cual resulta sulfato manganeso, sulfato sódico, agua y cloro. (Fig. 9.<sup>a</sup>)

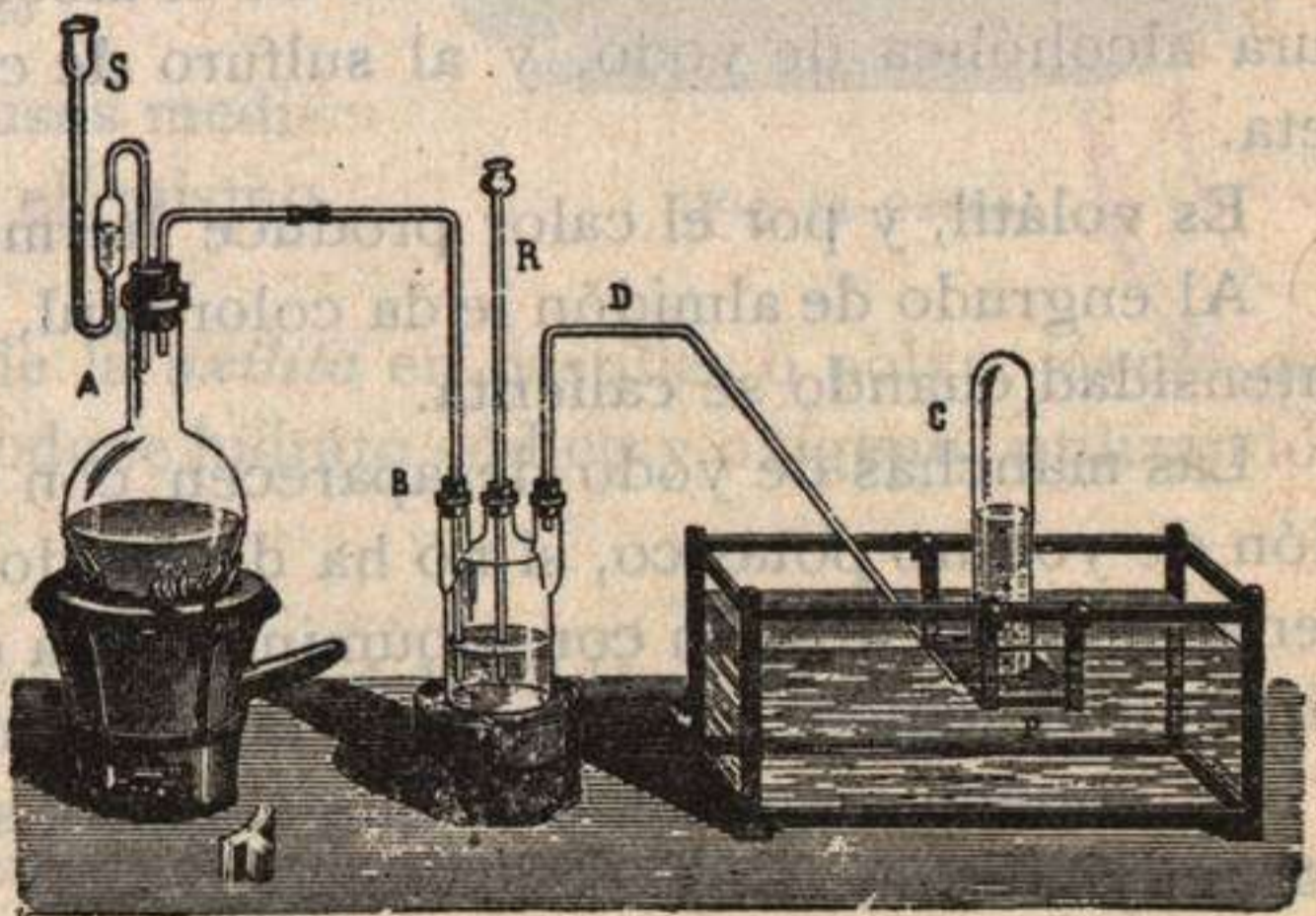
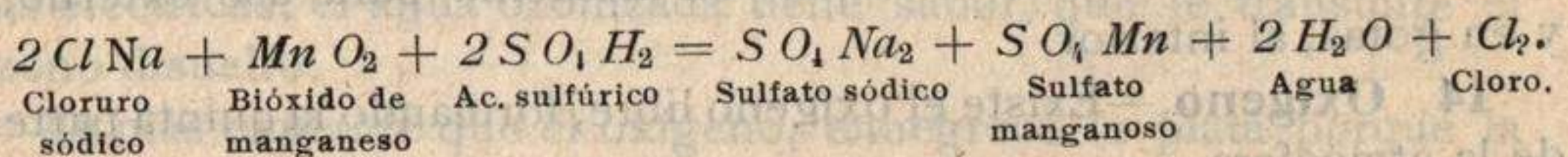
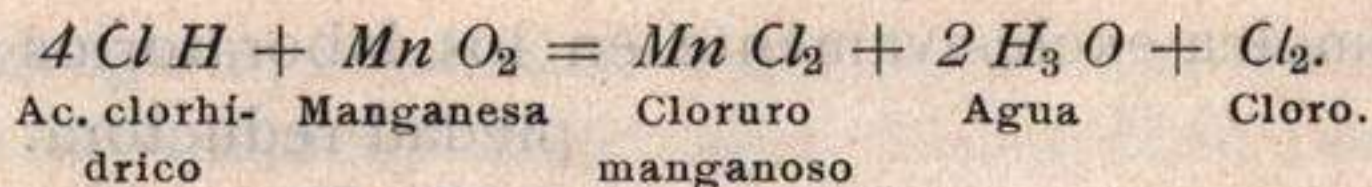


Fig. 9.-Obtención del cloro.



Se obtiene también con *ácido clorhídrico* y *bióxido de manganeso* que reaccionan, produciendo cloruro manganeso, agua y cloro.



En la industria, por *electrólisis de la sal común*.

Se emplea como desinfectante y decolorante, por la propiedad que tiene de unirse al hidrógeno de los gases amoníaco, ácido sulfhídrico, etc., y al de las materias colorantes, las cuales descompone.

En el laboratorio, para reconocer los compuestos del yodo, porque lo desaloja de sus combinaciones.

El comercio lo expende encerrado a fuerte presión en cilindros de acero, en estado de gas o liquidado.

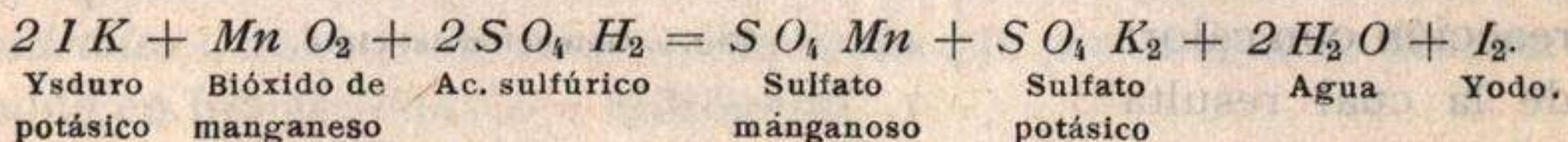
**13 Yodo I.**—Es un cuerpo que se encuentra libre, aunque en pequeña cantidad, en las aguas de algunas fuentes. Es sólido, se presenta en escamas cristalinas, de olor azafranado, sabor amargo y tiñe la piel de amarillo. Es poco soluble en el agua, a la que da color parduzco, se disuelve bien en el alcohol, produciendo la tintura alcohólica de yodo, y al sulfuro de carbono le tiñe de violeta.

Es volátil, y por el calor produce hermosos vapores violados.

Al engrudo de almidón le da color azul, color que disminuye de intensidad cuando se calienta.

Las manchas de yodo desaparecen con alcohol, o con disolución de yoduro potásico, si no ha destruido la piel; y sus efectos venenosos se corrigen con albúmina (clara de huevo), o mejor con hiposulfito sódico, cuerpo completamente inocuo.

Se obtiene idénticamente que el cloro, sustituyendo el cloruro por un yoduro



La tintura alcohólica se emplea en medicina para uso externo, y en gotas, al interior.

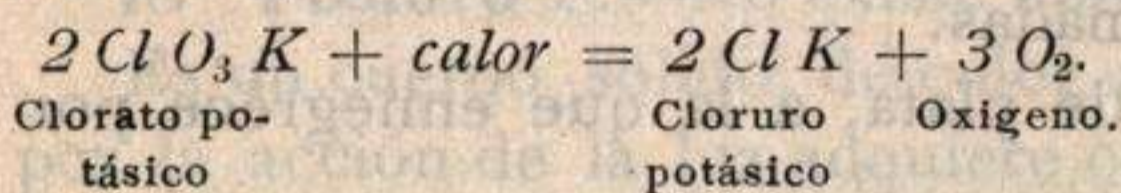
**14 Oxígeno.**—Existe el oxígeno libre, formando la quinta parte de la atmósfera.

Es un gas incoloro, inodoro e insípido. Se disuelve poco en el agua.

La propiedad característica del oxígeno es la de ser un cuerpo muy *comburente*, o que aviva la combustión de los cuerpos que se introducen en él, como se demuestra disponiendo un carbón encendido en el extremo de un alambre y metiéndolo en una atmósfera de este gas, que arderá con luz muy viva.

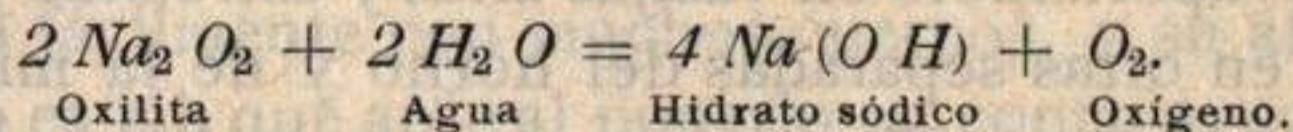
La electricidad lo convierte en ozono, con disminución de volumen, gas más activo que el oxígeno. (Figura 10.).

Se obtiene en los laboratorios calentando *clorato potásico*, mezclado con manganesa, que se descompone en cloruro potásico y oxígeno



En la industria para usos medicinales se obtiene por el mismo procedimiento.

En mayor cantidad, de la *oxilita* en pastillas o polvo, *óxido de sodio*, que con el agua produce hidrato sódico y oxígeno, utilizando aparatos metálicos



El oxígeno es indispensable en la respiración y, por tanto, para la vida.

**15 Ozono  $\text{O}_3$ .**—Es oxígeno electrizado, con color ligeramente azulado, olor comparable al que se percibe cerca de las máquinas electrostáticas, o al de la atmósfera, cuando es atravesada por chispas eléctricas; el agua ozonizada tiene sabor, que le transmite el ozono disuelto.

Es más oxidante que el oxígeno, ennegrece la plata porque la oxida, inflama el alcohol (lámpara sin llama), azufre, papel, etc., y destruye las sustancias orgánicas.

Se obtiene produciendo descargas eléctricas al través del aire.

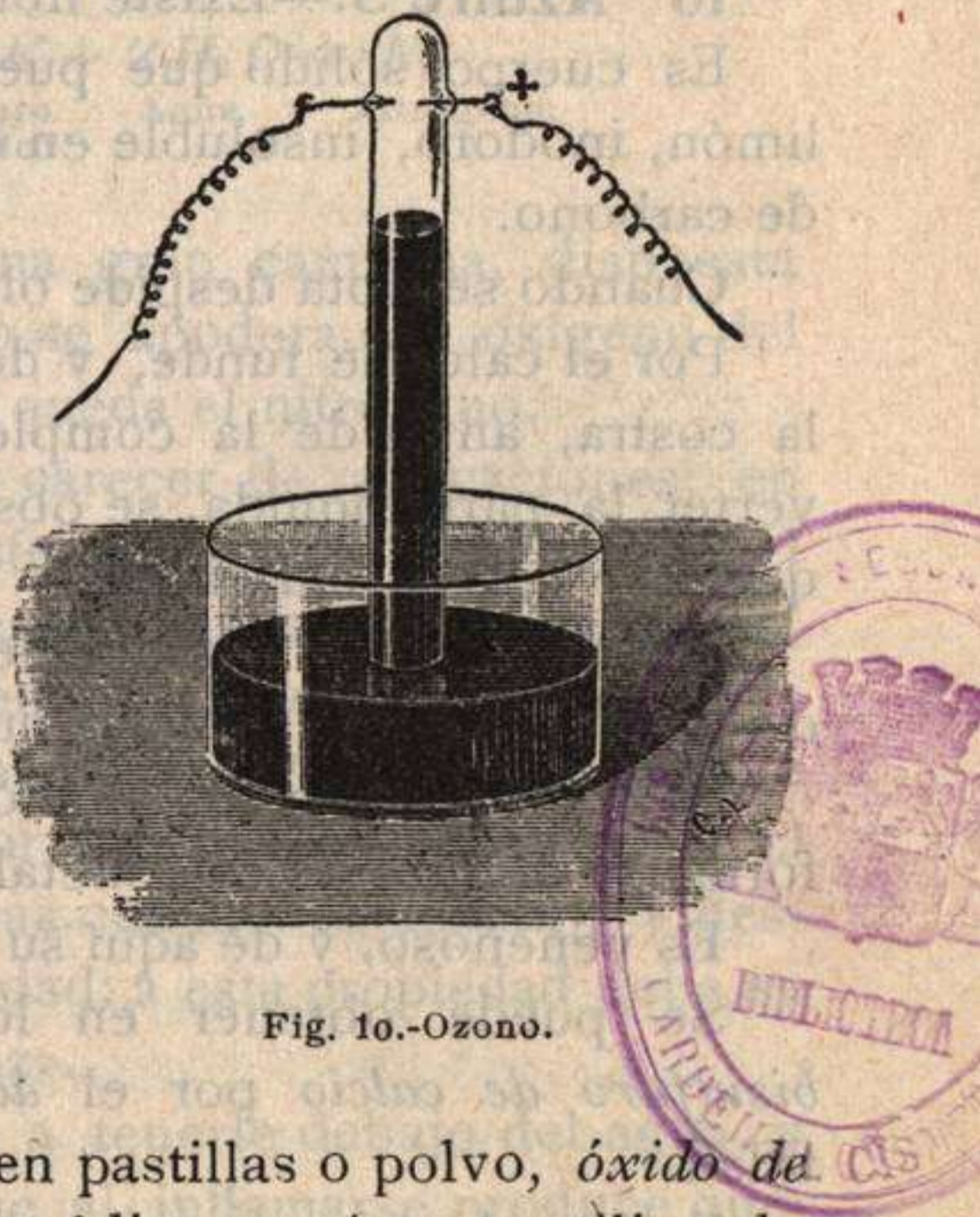


Fig. 10.-Ozono.

Como resulta de la reacción entre el *permanganato potásico* en polvo y *ácido sulfúrico*.

Se emplea para ozonizar y purificar las aguas destinadas a la bebida, en el blanqueo de la ropa, etc.

**16 Azufre S.**—Existe libre y abundante en la naturaleza.

Es cuerpo sólido que puede cristalizar, de color amarillo de limón, inodoro, insoluble en el agua y muy soluble en el sulfuro de carbono.

Cuando se frota despide olor y se electriza negativamente.

Por el calor se funde, y dejando enfriar el crisol y rompiendo la costra, antes de la completa solidificación, como se indicó, al verter la parte líquida, se observan agujas o cristales prismáticos que se vuelven amarillos.

Arde con llama azulada, desprendiendo olor sofocante de anhídrico sulfuroso de pajuelas quemadas.

Se combina con los objetos de plata, a la que ennegrece por formarse sulfuro de este metal.

Es venenoso, y de aquí su empleo como desinfectante.

Se puede obtener en los laboratorios, precipitándolo del *bisulfuro de calcio* por el *ácido clorhídrico*, en pequeña cantidad.

En la industria se separa de las tierras que lo contienen, calentándolas suficientemente para que el azufre fundido se separe. Este se purifica evaporándolo en vasijas altas y estrechas y condensando los vapores en otras separadas del horno y de la misma forma en comunicación con aquéllas.

El comercio lo presenta en polvo llamado *flor de azufre*, y en cañutillos o cilindros con el nombre de *azufre en cañón*.

Se emplea en la fabricación de la pólvora, vulcanización del caucho, combatir el oïdium de las vides, en pomadas para enfermedades de la piel, etc.

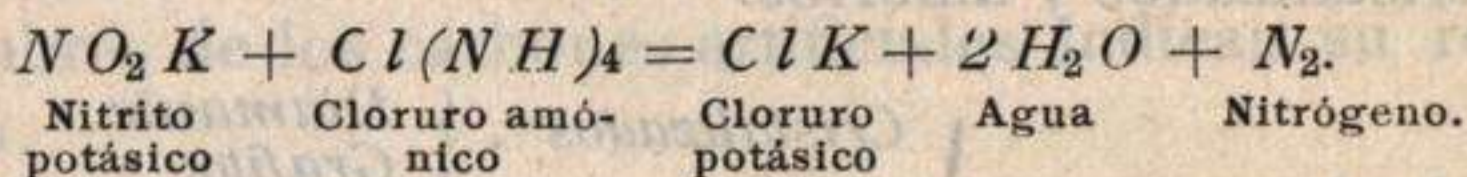
**17. Nitrógeno N.**—Es el cuerpo que está formando las cuatro quintas partes del aire.

Es un gas incoloro, inodoro y sin sabor. No es combustible, ni comburente ni venenoso.

No tiene afinidad con casi ningún cuerpo, por lo cual no se combina con ellos.

En la respiración interviene sólo como moderador de la acción del oxígeno.

Se obtiene en los laboratorios con *nitrito potásico* y *cloruro amónico*, que al reaccionar producen cloruro potásico, agua y nitrógeno.



Si se quema fósforo debajo de una gran campana, dispuesta sobre un plato con agua, este cuerpo se apodera del oxígeno del aire, formando anhídrido fosfórico, y queda el nitrógeno.

En la industria no se prepara por carecer de aplicaciones; en los laboratorios se utiliza para atmósferas inertes; y se estudia el medio de fijar el atmosférico en las tierras, para que sirva de abono.

**18 Fósforo P.**—No existe libre en la naturaleza.

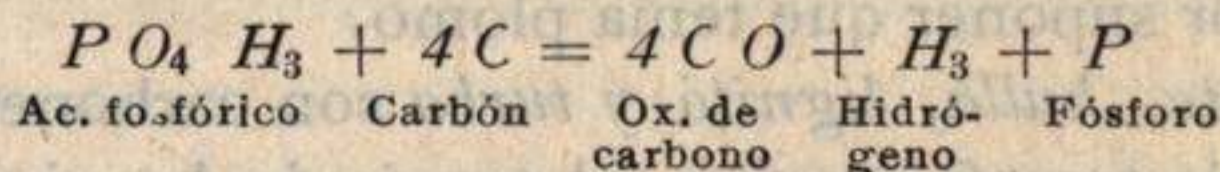
Es un cuerpo sólido, de color amarillento y transparente, que por la acción de la luz adquiere color rojizo y se hace opaco; el olor es característico (el de las cerillas cuando se frotan), y desprende ráfagas luminosas en la oscuridad: a esta propiedad debe su nombre, que significa «portador de luz».

Arde con facilidad, lo cual obliga a tenerle debajo del agua, y no debe tocarse con los dedos, porque al inflamarse produce quemaduras dolorosas y penetrantes. Es cuerpo venenoso por su propiedad reductora.

Se combina fácilmente con muchos cuerpos, y su afinidad para con el oxígeno es tal, que arde al ponerlo en contacto con este gas, aunque esté dentro del agua.

En los laboratorios no se prepara.

En la industria se extrae de los *huesos* y otros *fosfatos naturales*, que se convierten en ácido fosfórico, ácido que se reduce después por el carbón vegetal para que quede libre el fósforo



Se emplea el fósforo en la fabricación de cerillas, y en los laboratorios por su poder deshidratante.

**19. Carbono C.**—Se encuentra libre en la naturaleza, ya puro,

constituyendo la variedad llamada *diamante*, ya con sustancias interpuestas, formando los demás carbones naturales.

Es un cuerpo sólido, inalterable por el aire y los agentes químicos.

Los carbones se dividen en *naturales* y *artificiales*, y los naturales en cristalizados y amorfos.

Carbones naturales.....	}	Cristalizados . . . . .	}	Diamante.
				Grafito.
	}	Amorfos.....	}	Antracita.
				Hulla.
Carbones artificiales . . . . .	}		}	Lignito.
				Turba.
				Carbón vegetal.
				Carbón de azúcar.
				Negro animal.
				Negro de humo
				De retortas.
				Cok, etc.

El *diamante* es el tipo de los carbones.

Se presenta en masas redondas, o ya cristalizado en cubos y octaedros con aristas curvas. Es muy duro, por lo que se emplea para cortar el vidrio y para su misma talla.

Su propiedad más estimable es la de su gran índice de refracción, causa de las reflexiones totales que experimenta la luz en las superficies interiores y de las que dependen las ráfagas luminosas, o las llamadas *aguas* en joyería, más o menos *briosas*.

Es inalterable por todos los agentes.

La talla es en *brillante* cuando por una de sus caras se hacen otras pequeñas, formando corona o estrella, que se llama *haz*, y por la opuesta una pirámide, que se llama *culata*. Es en *rosa* cuando la culata es plana.

El *grafito* es negro, opaco, blando, untuoso al tacto, deja rayas sobre el papel, a lo que alude su nombre, así como recibió el de *plombagina* por suponer que tenía plomo.

La *antracita*, *hulla*, *lignito* y *turba* son carbones que se creen formados por la transformación, al través de los siglos, de plantas sepultadas en terrenos pantanosos, dado que alguno de ellos, como el lignito, conserva la estructura vegetal, distinguiéndose bien la corteza de la madera en alguna de sus variedades.

Entre sí se diferencian por su aspecto, el calor que desarrollan en la combustión, longitud de la llama, sustancias que desprenden y residuos que dejan.

Cuando arden, desprenden óxido de carbono o anhídrido carbónico.

Los nombres de los carbones artificiales indican su respectiva procedencia.

El *carbón de madera* se obtiene (fig. II) agrupando los trozos de ramas y troncos de modo que en conjunto formen conos de ancha base y poca altura, los cuales se cubren con una capa de tierra arcillosa, menos por una parte central o chimenea y varias laterales o respiraderos. Una vez encendida por la parte central, se tapa ésta para impedir la excesiva acción del aire, y el calor que se va propagando al resto, hace a la madera perder el agua, que va siendo absorbida por la tierra, dejando como residuo carbón.



Fig. 11.-Obtención de carbón vegetal.

Si las leñas son resinosas, se calientan en retortas de barro refractario, para aprovechar los diversos productos que resultan de la destilación seca, a la par que se consigue mayor proporción de carbón.

## CAPITULO III

### AIRE ATMOSFÉRICO

**20. Aire.**—El aire es una mezcla de los gases oxígeno y nitrógeno en la proporción en volumen de 21 del primero y 79 del segundo.

En la atmósfera o aire atmosférico, se encuentran, además de oxígeno y nitrógeno, pequeñas cantidades de argón, anhídrido carbónico y vapor de agua, y, a veces, otros gases distintos; existen también partículas de minerales y microorganismos en suspensión, constituyendo el *polvo atmosférico*.

El polvo atmosférico se hace visible, en parte, al penetrar los rayos del sol en una habitación oscura.

Las propiedades del aire son las de los gases oxígeno y nitrógeno que le componen, y particularmente del oxígeno, dado que el aire es mezcla de estos gases y no combinación.

El aire no tiene color ni olor, se disuelve poco en el agua y en mayor proporción el oxígeno que el nitrógeno.

El color azulado que al través del espesor de la atmósfera se observa, se debe a que una pequeña parte de oxígeno, al electrizarse, se convierte en ozono, que es el cuerpo al que debe dicho color y el olor especial que se percibe durante las tormentas.

La composición del aire, químicamente considerada, es constante, puesto que cuantas veces se ha repetido el análisis, otras tantas se han obtenido los mismos resultados.

Para determinar en volumen la composición o proporción en que el oxígeno y nitrógeno se encuentran, se toma una probeta graduada (fig. 12), se invierte sobre una cubeta de mercurio y, en su interior, se pone con unas pinzas un poco de fósforo. Como el fósforo tiene la propiedad de combinarse con el oxígeno, pasados tres o cuatro días en que la combinación habrá terminado, se



sumerge más la probeta en el mercurio de la cubeta hasta igualar el nivel interior con el del exterior, y conseguido esto, se podrá apreciar que, efectivamente, el volumen queda reducido al 79 por 100 del que el aire ocupaba.

**21. Intervención del aire en los fenómenos naturales.**— Los elementos que componen el aire intervienen en muchos fenómenos, entre los que están la respiración, combustión, corriente de aire, etcétera.

**22. Respiración.**—Es función propia de los seres orgánicos, tanto animales como vegetales.

En esta función interviene principalmente el oxígeno y refiriéndose a los seres animales se puede definir en general, diciendo:

La *respiración* es la función por la cual, al ponerse el aire en contacto con la sangre, este líquido adquiere oxígeno y cede anhídrido carbónico y vapor de agua.

El cambio de gases se verifica por los poros de la membrana de las células, que en conjunto constituyen el aparato respiratorio, por cuyos poros el aire establece contacto con la sangre.

Los vegetales necesitan también, como aquéllos, oxígeno para vivir; pero en estos seres existe, además, otra función respiratoria llamada *clorofilica*, en virtud de la cual, la materia verde o clorofila, en presencia de la luz, descompone el anhídrido carbónico,  $CO_2$ , del aire, en los gases óxido de carbono,  $CO$ , que asimilan los tejidos vegetales y en oxígeno,  $O$ , que se desprende; cantidad de oxígeno que contribuye a que la composición del aire pueda permanecer constante.

**23. Corrientes de aire.**—El viento es un fenómeno natural que se produce, entre otras causas, por la variación de temperatura, que origina diferencia de densidad.

Si el aire en contacto con la tierra se calienta, al disminuir de peso, se eleva, por ser desalojado por otro más frío, produciéndose así una corriente ascendente.

En el Ecuador existe una región llamada *región de las calmas*, en la cual la dirección del viento es siempre ascendente.

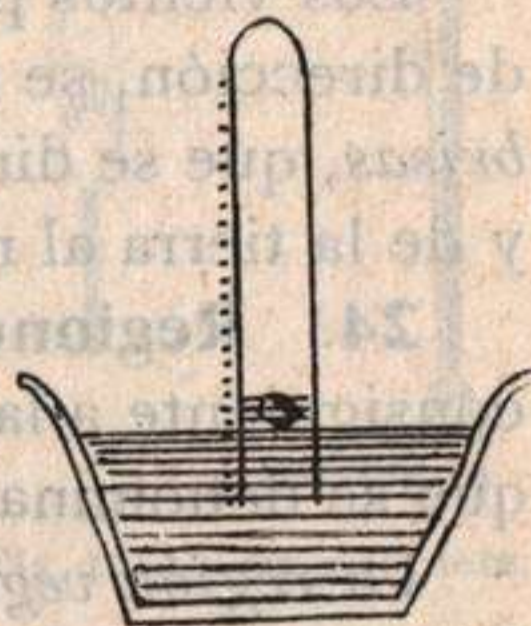


Fig. 12.—Composición en volumen del aire.

Otras corrientes de aire se originan en la atmósfera, por igual causa, que son horizontales, y que en las altas regiones van de las zonas calientes a las frías, y en las bajas, de las frías a las calientes; o lo que es lo mismo: del Ecuador a los Polos y de los Polos al Ecuador, produciendo los vientos constantes o *alisios*.

Los vientos periódicos, o que de tiempo en tiempo cambian de dirección, se explican del mismo modo; entre ellos están las *brisas*, que se dirigen del mar a la tierra durante las horas del sol, y de la tierra al mar durante la noche.

**24. Regiones atmosféricas.**—Atendiendo a la altitud, y por consiguiente a la temperatura, la atmósfera se divide en dos franjas, que se denominan región vegetal y región de las nieves perpetuas.

La *región vegetal* se llama así porque la temperatura es superior a 0°, y permite el desarrollo de plantas cultivables y la vida de muchos seres animales; y en la *región de las nieves perpetuas*, la temperatura es tan baja que, manteniendo constantemente congelada el agua, la vida vegetal y animal desaparece.

La línea que separa ambas regiones, varía de altura, encontrándose en las zonas glaciales al nivel del suelo, y en las ecuatoriales a 4.900 metros.

**25. Combustión.**—Se da el nombre de *combustión* a la combinación que se realiza entre los cuerpos con producción de llama.

Los cuerpos que tienen la propiedad de arder se dice que son *combustibles*, y los que *no arden*, *incombustibles*.

Entre los cuerpos sólidos combustibles están el fósforo, carbón, madera, papel, etc.; entre los líquidos, el alcohol, éter, bencina, etcétera, y entre los gases se citan el hidrógeno, ácido sulfhídrico, gas del alumbrado, etc.

**26. Partes que se consideran en la llama.**—En toda llama (fig. 13), la del aceite, por ejemplo, se distinguen tres zonas distintas: la que rodea a la mecha, de color azulado; la que envuelve a ésta, blanca y brillante, y la exterior, amarillenta, llamada *manto de la llama*.

En la *zona azulada*, la temperatura es muy baja, hasta el punto de que se puede introducir y separar con cierta rapidez un cuerpo explosivo sin que éste se inflame; en la *zona blanca*, la temperatura es bastante alta, pero de combustión incompleta, debiéndose el brillo

a las partículas de carbón incandescente; y en la *zona* exterior o *amarilla* es donde la temperatura es mayor, porque la combustión es completa, por estar en contacto con el oxígeno del aire. Siempre que se quiera transmitir la combustión a otro cuerpo debe aplicarse esta parte de la llama.

**27. Soplete.**—Se compone sencillamente de dos tubos de distinta longitud en comunicación con un pequeño depósito. De los tubos, al más corto se le aplica una punta de platino o de otra sustancia poco fusible, para que no se funda al introducirle en la llama; el otro, largo, termina en una pequeña dilatación o embocadura, para aplicar los labios y soplar de modo que se produzca corriente continua de aire, y el depósito sirve para retener el vapor de agua condensado, evitando así el que la corriente de aire lo arrastre.



Fig. 13.-Llama y soplete.

Si aproximando la punta de platino a la llama se sopla, ésta se alarga, formando el llamado *dardo* del soplete, dardo que será de *reducción* si la punta del soplete se introduce hasta la zona blanca, y de *oxidación* si se aplica a la superficie de la llama.

Los cuerpos que se han de someter a la acción del fuego se ponen reducidos a polvo sobre un trozo de carbón, que, como mal conductor del calor, no se transmite a la mano que le sostiene, ni altera al cuerpo que se estudia. Y otras veces se emplea un hilo de platino terminado en un pequeño anillo, que se carga una y más veces del polvo que se ha de someter al fuego.

Aplicando el dardo del soplete a los cuerpos objeto de estudio, se llega a conocer si se funden fácil o difícilmente, si desprenden gases con color u olor o no desprenden, etc., datos que, con los caracteres que presente el producto resultante de la fusión, permiten averiguar la naturaleza del cuerpo que se analiza.

**28. Combustiones instantáneas y lentas.**—Cuando la combustión se propaga rápidamente a toda la masa del cuerpo, como en la pólvora y demás explosivos, se dice que la combustión es instantánea y va acompañada de detonación, por la gran cantidad de gases que se producen, y si la combustión se va propagando poco a poco por el cuerpo combustible, como al arder una vela, la combustión es lenta.

## CAPITULO IV

### AGUA

**29. Agua  $H_2O$ .**—Es abundante en la naturaleza: en estado gaseoso o de vapor en la atmósfera, líquida en los mares, ríos, etc., y sólida en la nieve, hielo, etc.

Cuando está pura el agua es incolora, pues el color azul verdoso que tiene la de los mares, es debido a las sustancias en ella disueltas y a la descomposición que experimenta la luz. No tiene olor ni sabor particular.

El agua se congela a  $0^\circ$  y hierve a  $100^\circ$ , desprendiendo también vapores a la temperatura ordinaria, porque es volátil.

La mayor densidad del agua es la que tiene a la temperatura de  $4^\circ$ , y ésta se ha tomado como unidad de comparación para las densidades de los líquidos y gases. Un decímetro cúbico pesa exactamente un kilogramo.

Es un cuerpo neutro, es decir, que no enrojece la tintura azul de tornasol, como los ácidos, ni vuelve su color azul a las enrojeadas por ellos, como las bases.

El agua es descompuesta por algunos metales, como el sodio potasio, etc., a la temperatura ordinaria, y por otros, como el hierro y cobre, al rojo.

Se combina con los anhídridos para formar los ácidos, y con los metales y sus óxidos para formar las bases.

**CLASIFICACIÓN.**—Las aguas se dividen, atendiendo a su origen, en *terrestres* o *telúricas*, como las de fuentes y pozos, y *meteóricas* o *atmosféricas*, como las de lluvia y nieve.

Atendiendo a la temperatura, en *frías*, *templadas* y *termales*, según que la temperatura sea inferior, igual o mayor que la ordinaria o del aire.

Por las aplicaciones, en *potables*, *crudas* y *medicinales*.

Son *potables* las aguas que se pueden beber, porque no tienen color ni olor, están bien aireadas, cuecen bien las legumbres y forman espuma con el jabón; éstas contienen poca cantidad de sales cálcicas y magnésicas disueltas. Las *crudas* no sirven para la bebida, por ser indigestas, no cuecen bien las legumbres y no forman espuma con el jabón, porque tienen exceso de sales. Y *medicinales* son las que tienen disueltas algunas sustancias que se aplican para curar enfermedades, llamándose *sulfurosas* las que contienen hidrógeno sulfurado; *carbónicas*, ácido carbónico, y *ferruginosas*, *litínicas*, etc., las que contienen compuestos de estos metales.

**30. Purificación.**—Se consigue purificar más o menos las aguas por sedimentación, filtración, y mejor por ebullición, ozonización, rayos ultravioletados y ciertas sustancias químicas que destruyen o coagulan el protoplasma de los pequeños seres que originan enfermedades.

Y para obtenerla químicamente pura, por destilación, que se consigue con el alambique y otros aparatos destilatorios.

El alambique se compone de una caldera llamada *cucúrbita*, de la cabeza de la caldera o *capitel*, con su *alargadera*, *serpentín* y del *refrigerante*.

En la *cucúrbita* se coloca el agua, que por el calor se transforma en vapor; éste pasa por el *capitel* a condensarse en el *serpentín*, que es un tubo en espiral o en zigzag contenido en el *refrigerante* o depósito con agua fría, que se renueva continuamente.

Las aplicaciones del agua para la bebida, limpieza, riegos, saltos de agua, etc., etc., son de todos conocidas.

**31. Ciclo del agua.**—En los tiempos antiguos, por la Escuela Aristotélica, se consideró el agua como uno de los cuatro elementos componentes de los cuerpos, *tierra*, *aire*, *fuego* y *agua* y desde aquella época hasta nuestros días, siempre mereció el agua preferente estudio.

1.º Por lo que abunda en la naturaleza.

2.º Por su intervención directa en la constitución de ciertos minerales.

3.º Porque forma parte integrante de los seres vegetales y animales.

4.º Por las transformaciones de que es susceptible relacionando fenómenos naturales.

En estado líquido, o el agua de los mares, ríos y fuentes, está envolviendo las tres cuartas partes de la superficie de la tierra; sólida forma la nieve, hielo, etc.; y gaseosa o en vapor se encuentra en la atmósfera. Esta es el agua considerada como uno de tantos componentes del globo terrestre.

El agua interviene en la composición o constitución de muchos minerales y en gran proporción en los órganos vegetales y animales.

Los hidratos metálicos, la savia, hojas, frutos, etc., de los vegetales, como la sangre, carne, etc., de los animales, en su mayor parte, son de agua.

Por estos datos es por lo que al agua se le concede la importancia que tiene en los fenómenos naturales.

Así: el agua de la tierra quebranta los materiales que la componen, y disolviendo unos, los hace desaparecer a la vista y combinándose con otros, forma minerales distintos.

En contacto con las raíces de las plantas penetra en su interior, en donde se convierte en savia, conservando la humedad necesaria a los tejidos para que puedan realizar sus funciones, y proporcionando las sustancias alimenticias para su crecimiento, o, por lo menos, sostener su vida. Muchos órganos vegetales, en su mayor parte, están formados por el agua.

De la superficie de las aguas, como de la superficie de los vegetales, se evapora constantemente agua, que aumentando la que ya existe en la atmósfera, cuando las condiciones le favorecen, llega a formar las nieblas y las nubes, de las que se desprende después en estado de rocío, lluvias y nieve sobre la tierra.

En estos medios, agua y aire, viven los animales: unos en el agua, respirando el aire disuelto en ella, indispensable para su vida, los acuáticos; otros en el aire, con más o menos humedad, conveniente para su existencia.

## CAPITULO V

### VALENCIA Y FORMULACIÓN

#### I

**32. Valencia.**—Es la propiedad que tiene el átomo de un cuerpo de combinarse con mayor o menor número de átomos de otro que se toma por término de comparación.

El átomo que se ha elegido como término de comparación es el del *hidrógeno*.

Atendiendo a la valencia, los elementos químicos se dividen en *monovalentes*, *bivalentes*, *trivalentes*, *tetravalentes*, etc.

Son *monovalentes* los cuerpos que uno de sus átomos se combina con uno de hidrógeno para formar una molécula del cuerpo resultante. El cloro es monovalente, porque se combina con átomo de hidrógeno  $H$ , para formar una molécula de ácido clohídrico  $Cl H$ . Son *bivalentes* los que se combinan con dos, como el oxígeno para formar una molécula de agua  $H_2 O$ . *Trivalentes*, los que se combinan con tres, como el nitrógeno, para una molécula de amoniaco,  $N H_3$ . *Tetravalentes*, los que se combinan con cuatro, como el carbono, resultando una molécula del gas formeno o grisú,  $C H_4$ .

En la práctica, para los gaseosos, se sustituye, a veces, los átomos por volúmenes iguales. El clovo es *monovalente*, porque un volumen de este gas se combina con un volumen igual de hidrógeno; el oxígeno es *bivalente*, porque se combina con dos; el nitrógeno es *trivalente* porque se combina con tres; y, el carbono es *tetravalente*, porque se combina con cuatro volúmenes.

Como entre los metales son pocos los que se combinan con el hidrógeno, en sustitución de este cuerpo, se toma el cloro, que es *monovalente*, y según que se combina con uno, dos, tres, cuatro, etcétera, átomos de este cuerpo, los metales serán, respectivamente, *monovalentes*, *bivalentes*, *trivalentes*, *tetravalentes*, etc.

**33. Grupos de metaloides atendiendo a su valencia.**—Los grupos y cuerpos incluidos son:

MONOVALENTES.—Cloro *Cl*, Bromo *Br*, Iodo *I* y Fluor *F*.

BIVALENTES.—Oxígeno *O*, Azufre *S*, Selenio *Se* y Teluro *Te*.

TRIVALENTES.—Nitrógeno *N*, Fósforo *P*, Arsenico *As*, Antimonio *Sb* y Boro *B*.

TETRAVALENTES.—Carbono *C* y Silicio *Si*.

El carácter de la valencia de los cuerpos sería de gran importancia en química si fuese exclusivo para cada cuerpo, o lo que es lo mismo, si el átomo de un cuerpo tuviera solamente una valencia; pero como no es así, porque hay cuerpos que pueden funcionar con dos y más valencias distintas, resulta que el carácter de valencia pierde científicamente de interés, conservándose, sin embargo, porque tiene grupos bien establecidos, y por la ventaja para la formulación.

## II

**34. Formulación o notación química.**—Formular es representar abreviadamente los cuerpos químicos.

Los cuerpos en química pueden ser *simples*, *binarios*, *ternarios*, etcétera, según que estén formados por uno, dos, tres, etc., elementos químicos.

**35. Formulación de los cuerpos simples.**—Los átomos de los cuerpos simples se representan por *símbolos*, que son la primera letra de su nombre o primera y otra distinta: el Oxígeno se representa por *O*, el Carbono por *C*, el Calcio por *Ca*, etc.

El símbolo de un cuerpo, además de naturaleza o cualidad, representa cantidad que es su peso atómico: el símbolo *O* representa oxígeno y además *16*, que es el peso atómico de este cuerpo.

Las moléculas de los cuerpos simples se representan por los mismos símbolos, acompañados de un subíndice o numerito que se escribe a la derecha y parte inferior del símbolo: la molécula del Hidrógeno por  $H_2$ , la del Cloro por  $Cl_2$ , la del Fósforo por  $P_4$ , etcétera.

**36. Formulación de los cuerpos compuestos.**—Los cuerpos compuestos se representan por las llamadas *fórmulas químicas*



que se forman agrupando los símbolos de los cuerpos simples afectados de índices, que indican las respectivas cantidades que intervienen de cada componente: la fórmula del agua es  $H_2O$ , que representa que la molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.

La fórmula de un cuerpo compuesto, representa, igualmente que en los cuerpos simples, su peso molecular: la fórmula  $H_2O$  o molécula del agua, representa a la vez el núm. 18 que es su peso molecular, o suma de los pesos atómicos de los cuerpos que la constituyen: de hidrógeno 2 y de oxígeno 16.

Las fórmulas son resultado de análisis y síntesis hechos por el químico en el laboratorio, por los que se ha llegado a establecer que los cuerpos simples se combinan para formar los compuestos binarios en conformidad con su valencia; es decir, que un átomo de un cuerpo monovalente se combina con uno de otro cuerpo que sea también monovalente; uno de un divalente, con otro de un divalente o con dos de un monovalente y, sucesivamente, se combinan de modo que no dejan valencias libres. Y cuando son dos o más los cuerpos que forman los mismos elementos, en su constitución se ve cumplida la ley de las proporciones múltiples, según la cual, los cuerpos se combinan en la relación de 1, 2, 3, etc., o en otra relación sencilla.

Así se aprecia en la fórmula del agua,  $H_2O$ , al comparar ésta con la del agua oxigenada,  $H_2O_2$ .

A este lugar corresponde el ejercicio de escribir las fórmulas, que resultan de la combinación de un metaloide cualquiera con cada uno de los demás elementos, metaloides y metales, exceptuando las del oxígeno, que se enumerarán en el capítulo siguiente.

El nombre de estos compuestos, binarios no oxigenados, se forma haciendo terminar el nombre del metaloide en *uro*, y después el nombre del metal precedido de la preposición *de*.

Así, se dice, cloruro, bromuro, yoduro, sulfuro, etc., de sodio, potasio, etc., etc.

Si fuesen dos los compuestos, correspondientes a los metales que tienen dos valencias, para distinguirlos, al nombre del metal se le termina en *oso* o *ico*, como cloruro cuproso  $Cl Cu$  y cloruro

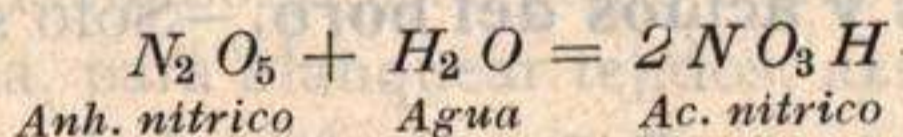
cúprico,  $Cl_2Cu$ , sulfuro mercurioso,  $SHg_2$ , sulfuro mercúrico,  $SHg$ , etcétera.

Y a falta de nombres se pueden utilizar las partículas *mono*, *di*, *tri*, etc., antepuestos al nombre del metaloide o del metal para indicar su respectiva cantidad.

## CAPITULO VI

### ANHÍDRIDOS Y ÁCIDOS

**37. Anhídridos.**—Son compuestos binarios, formados por el oxígeno y un metaloide, con la propiedad de combinarse con el agua originando los ácidos respectivos



Todo ácido tiene su anhídrido correspondiente.

Estos compuestos son numerosos, pues de todos los metaloides, excepto el fluor, se conocen varios, cuyos nombres se diferencian terminándolos en *ico*, o en *oso* e *ico*, y anteponiéndoles los prefijos *hipo* o *per*, para indicar así la menor o mayor cantidad de oxígeno que contengan.

Estos compuestos son:

**38. Anhídridos y ácidos del cloro.**—Son el:

<i>Anh. hipocloroso</i> .....	$Cl_2 O$	$\parallel$	<i>Ac. hipocloroso</i> .....	$Cl O H$
" <i>cloroso</i> .....	$Cl_2 O_3$	$\parallel$	" <i>cloroso</i> .....	$Cl O_2 H$
" <i>perclórico</i> .....	$Cl_2 O_7$	$\parallel$	" <i>clórico</i> .....	$Cl O_3 H$
			" <i>perclórico</i> .....	$Cl O_4 H$

Los que forma el *bromo* no están bien estudiados, y los del *iodo* tienen fórmulas y nombres análogos.

**39. Anhídridos y ácidos del azufre.**—Se conocen el:

<i>Anh. sulfuroso</i> .....	$S O_2$	$\parallel$	<i>Ac. sulfuroso</i> .....	$S O_3 H_2$
" <i>sulfúrico</i> .....	$S O_3$	$\parallel$	" <i>sulfúrico</i> .....	$S O_4 H_2$
" <i>persulfúrico</i> .....	$S_2 O_7$	$\parallel$	" <i>persulfúrico</i> .....	$S_2 O_8 H_2$
			" <i>disulfúrico</i> .....	$S_2 O_7 H_2$

Los del *selenio* y *teluro* corresponden al sulfuroso y sulfúrico.

**40. Anhídridos y ácidos del nitrógeno.**—Los nombres y fórmulas se corresponden con los del cloro:

<i>Anh. nitroso</i> .....	$N_2 O_3$		<i>Ac. nitroso</i> .....	$NO_2 H$
<i>Peróxido de nitrógeno</i> .....	$N_2 O_4$		" <i>nitrico</i> .....	$NO_3 H$
<i>Anh. nítrico</i> .....	$N_2 O_5$			

**41. Anhídridos y ácidos del fósforo.**—Estos son:

<i>Anh. fosforoso</i> .....	$P_2 O_3$		<i>Ac. fosforoso</i> .....	$PO_3 H$
" <i>fosfórico</i> .....	$P_2 O_5$		" <i>fosfórico</i> .....	$PO_4 H$
			" <i>pirofosfórico</i> .....	$P_2 O_7 H_2$
			" <i>metafosfórico</i> .....	$PO_3 H$

Los del *arsénico* se corresponden con éstos.

**42. Anhídridos y ácidos del boro.**—Sólo se conocen:

<i>Anh. bórico</i> .....	$B_2 O_3$		<i>Ac. bórico</i> .....	$BO_3 H_3$
"			" <i>metabórico</i> .....	$BO_2 H$
			" <i>tetrabórico</i> .....	$B_4 O_7 H$

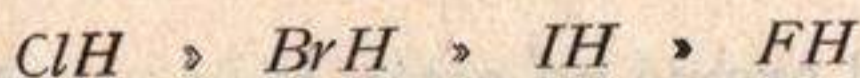
Los del *carbono* son: *anh. carbónico*  $CO_2$  y *ac. carbónico*  $CO_3 H_2$ .

Los del *silicio*: *anh. silícico*  $SiO_2$  y *varios ácidos silícicos*  $SiO_4 H_4$ , etc.

**43. Ácidos hidrácidos.**—Los ácidos hidrácidos se diferencian de los anteriores u oxácidos, en que no contienen oxígeno, y son, por tanto, compuestos binarios; pero tienen como aquellos, sabor agrio y enrojecen las tinturas azules.

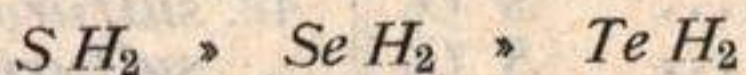
Se nombran con la palabra *ácido*, seguida de otra compuesta de los nombres de hidrógeno y el metatoíde unido con él.

Las fórmulas



son correlativamente las de los ácidos clorhídrico, bromhídrico, yodhídrico y fluorhídrico.

Y las

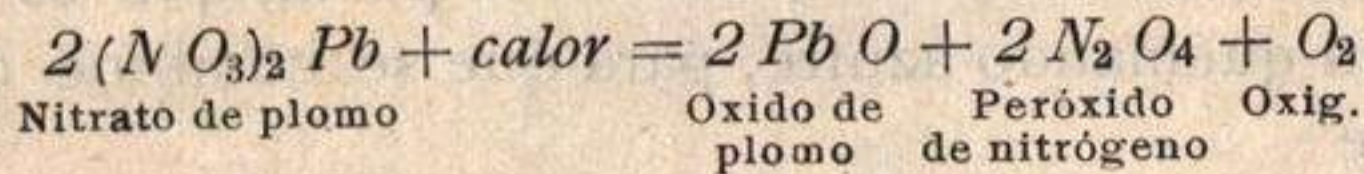


de los ácidos sulfhídrico, selenhídrico y telurhídrico.

Entre los de mayor importancia, por sus aplicaciones, tanto anhídridos como ácidos, están:



Se obtiene calentando el nitrato de plomo en recipientes de vidrio. O calentando viruta de cobre con ácido sulfúrico



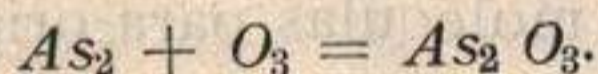
Es un poderoso oxidante y desinfectante, sin olvidar para su empleo el que es cuerpo venenoso.

**47. Anhídrido arsenioso**  $As_2 O_3$ .—Este cuerpo es el llamado *arsénico blanco*.

Es sólido, de color blanco; por el calor pasa directamente al estado de vapor, o se sublima, desprendiendo olor aliáceo, que le caracteriza.

Es poco soluble en el agua, la que adquiere reacción ácida débil por formarse ácido arsenioso.

Se obtiene tostando las *piritas arsenicales* en contacto con el aire



Se emplea, mezclado con sustancias alimenticias, para matar animales dañinos, y de aquí el nombre de matarratones.

**48. Anhídrido carbónico**  $C O_2$ .—Se encuentra libre en la atmósfera, en pequeña cantidad, y se desprende abundantemente en las bodegas al fermentar el azúcar del mosto; también existe en el valle de la Muerte y en la célebre gruta del Perro, en Nápoles.



Fig. 14.—Trasvasar anh. carbónico.

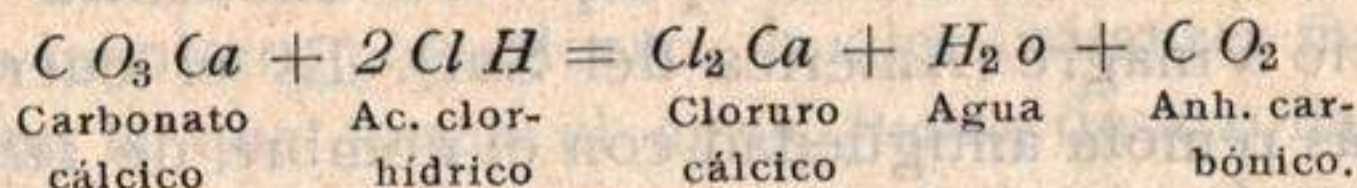
Es un cuerpo gaseoso, fácilmente liquidable por presión, incoloro, de sabor picante, apreciable cuando se bebe agua de Seltz.

Tiene mayor densidad que el aire, por lo cual se puede trasvasar de unos recipientes a otros, como se trasvasan los líquidos (fig. 14), y de ahí el que se halle en los citados lugares en contacto con la tierra, formando una capa de más o menos altura.

No es combustible, ni sirve para la respiración, por lo que es eliminado en esta función.

Se obtiene, en los laboratorios como en la industria, de la reac-

ción entre el *carbonato cálcico* y el *ácido clorhídrico*, en la que se forma cloruro cálcico, agua y anhídrido carbónico



Se emplea, disuelto en el agua, en la fabricación de bebidas gaseosas, etc.

Se vende comprimido en cilindros de acero, y también sólido.

**49. Anhídrido silícico  $\text{Si O}_2$ .**—Este es el cuerpo conocido desde la más lejana antigüedad con el nombre de *silice*, *cuarzo* y *pedernal*, que se encuentra abundante formando parte de la tierra.

Se presenta cristalizado, en masas amorfas y en pequeñas partículas.

El *cristalizado* en forma de prismas exagonales apiramidados, aislados o conglomerados, de colores muy diversos, constituye las variedades de: *crystal de roca*, si es incoloro; *jacinto de Compostela*, si es de color rojo; *falso topacio*, cuando es amarillo; *amatista*, si es violado; *cuarzo ahumado*, cuando está ennegrecido, etc.

En *masas* ofrece las variedades de *ágata*, *jaspe*, *cuarzo blanco*, *pedernal*, etc.

En *partículas* forma las *arenas* resultantes del desmoronamiento y destrucción de las rocas silíceas, mezcladas con las de otra naturaleza.

El cuarzo es cuerpo muy duro, pesado, 2,6, y frío; la arena es muy áspera al tacto.

Se resiste a la fusión, para la cual se necesita emplear el horno eléctrico; y a los agentes químicos, excepción hecha del ácido fluorhídrico, con el que forma fluoruro de silicio.

No se obtiene este cuerpo en los laboratorios ni en la industria, por lo abundante que es en la naturaleza.

Si el fluoruro de silicio se pone en contacto con el agua, se produce sílice gelatinosa pura.

Se emplea la variedad cristalizada e incolora, para lentes; las coloreadas, con el epíteto de *piedras falsas*, en joyería; las *águas*, *jaspes*, *ópalo*, etc., en ornamentación; el *pedernal*, en construcciones y piedras de molino; y hoy el cuarzo blanco se funde para hacer

*cápsulas, crisoles, etc.*, por sus propiedades de resistir la acción del fuego y no ser atacado por los agentes químicos.

**50. Acido sulfúrico**  $S O_4 H_2$ .—Se encuentra libre en las aguas del río Vinagre (América del Sur). Es el cuerpo conocido desde la más remota antigüedad con el nombre de *vitriolo*, porque lo obtenían del sulfato de hierro o *vitriolo verde*.

Es líquido incoloro, pesado, de consistencia oleaginosa, absorbe el agua en todas proporciones, con la que reacciona produciendo hidratos de ácido sulfúrico y desprendiendo mucho calor. Al hacer la disolución debe echarse poco a poco el ácido sobre el agua a la vez que se agita, para evitar que salpique el líquido.

Es ácido muy enérgico, enrojece fuertemente el tornasol y desaloja a los demás ácidos de sus compuestos con los metales.

Carboniza el azúcar, madera, y tejidos animales, por apoderarse del agua que contienen, o puede formar con sus elementos, dejándolos reducidos a carbón; y de ahí las grandes precauciones que requiere el manejo de este cuerpo para evitar accidentes lamentables; las quemaduras son dolorosas y muy difíciles de curar.

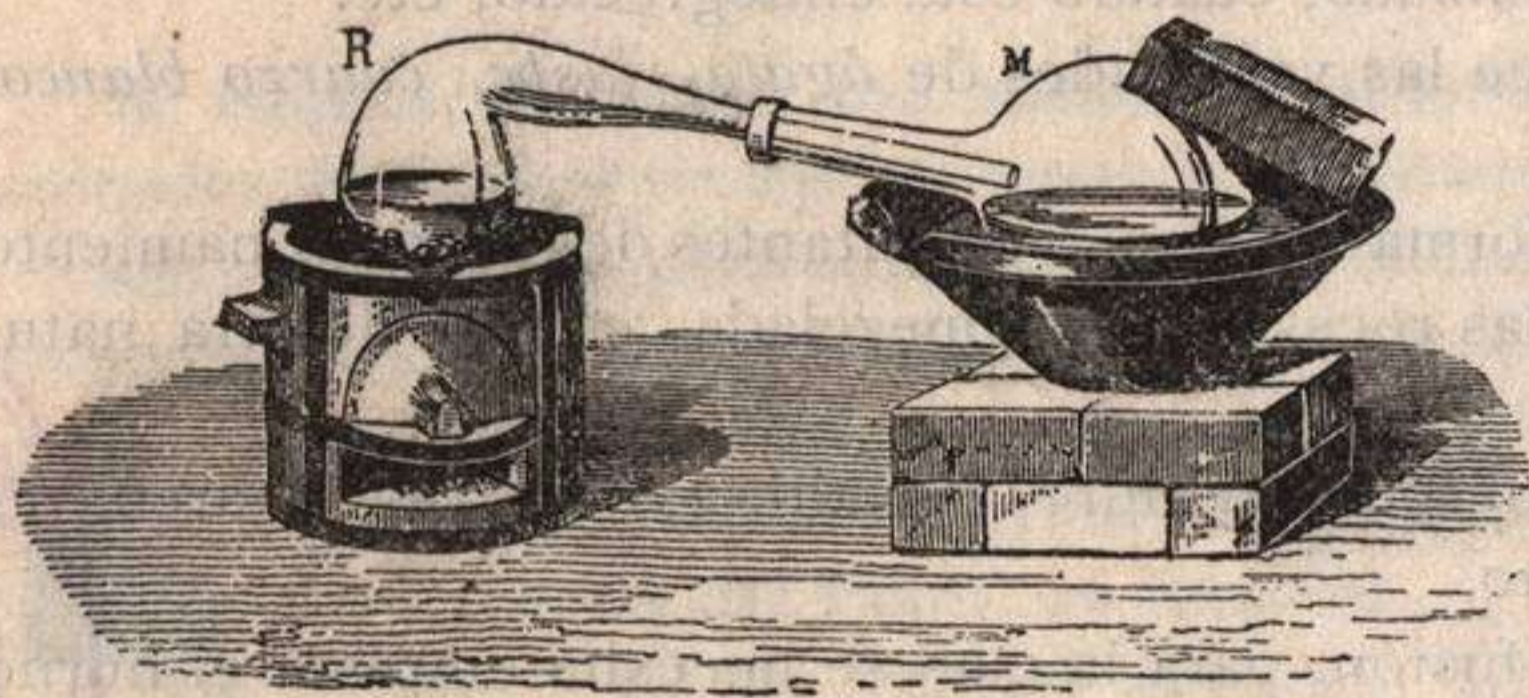
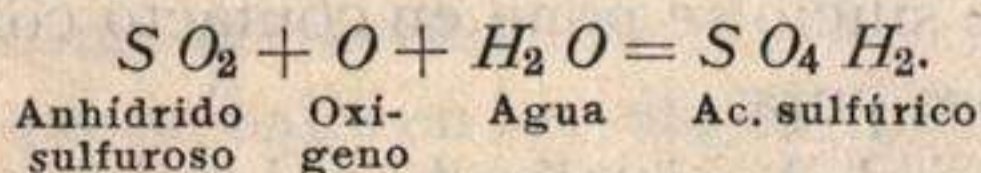


Fig. 15.—Destilación del ácido sulfúrico.

En los laboratorios no se obtiene este cuerpo, limitándose a destilarlo. Se calienta por la parte superior (fig. 15).

En la industria se obtiene

oxidando e hidratando el *anhídrido sulfuroso* por el método de contacto, o valiéndose de las cámaras de plomo.



Es cuerpo que tiene numerosas aplicaciones: se emplea en la preparación del hidrógeno y cuerpos halógenos entre los numerosos compuestos de laboratorio; en la industria, en la fabricación de los



sulfatos y superfosfatos; en las fábricas de jabones, velas, etc., etc.

**51. Ácido nítrico**  $NO_3 H$ .—Existe libre, accidentalmente en la atmósfera.

Es líquido incoloro, poco denso, de olor irritante, muy soluble en el agua, con la que forma el *agua fuerte* desarrollando calor, propiedad por la cual, al ponerse en contacto con el aire húmedo, produce abundantes humos blancos de hidratos de este ácido.

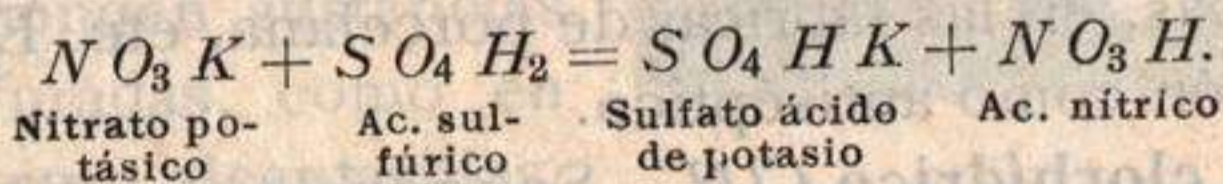
Por la luz y el calor se descompone, formándose peróxido de nitrógeno que se disuelve en el mismo, y le transmite su color amarillo rojizo.

Enrojece fuertemente las tinturas azules de los vegetales, tiñe de amarillo anaranjado la piel, las telas. etc., las que llega a destruir si su acción es duradera. Con el ácido clorhídrico forma el *agua regia*.

Hace arder la paja, las virutas, el carbón, y con la esencia de trementina desprende abundantes vapores nitrosos.

Es venenoso.

Se obtiene en los laboratorios de la reacción del *nitrato potásico* y *ácido sulfúrico*, de la que resulta sulfato ácido de potasio y ácido nítrico, valiéndose al efecto de una retorta de vidrio que enchufa con un recipiente enfriado por un chorro de agua



Y en la industria se sustituye el nitrato potásico por el *nitrato sódico*, y el aparato por otro de fundición y gres.

Se emplea para preparar los nitratos, el agua fuerte, el agua regia, en la fabricación del ácido sulfúrico y de muchos cuerpos; para la limpieza o afinación de metales, para dar color amarillo a la seda, plumas, etc.

**52. Acido bórico**  $BO_3 H_3$ .—Se encuentra libre en la naturaleza.

En la antigüedad se conoció con el nombre de *sassolina*, por encontrarse en *Sasso*, de la region de las marismas en Toscana (Italia).

Del fondo de los lagos o charcas salen los *soffioni* o *fumaroli*, que son surtidores de vapor de agua, gases y vapores que salen por las grietas o hendiduras del fondo con en ruido especial producido

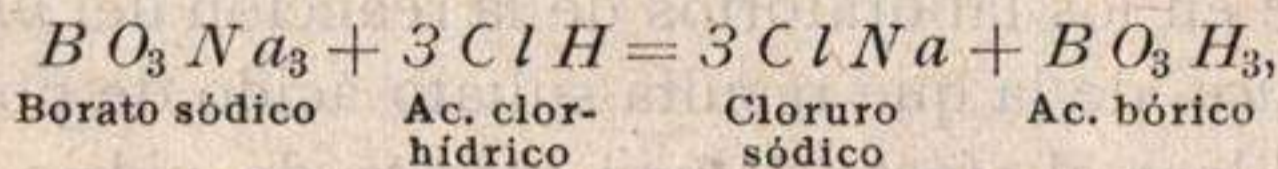
por el soplo (soffioni), y formando nubes de vapores blancos, entre los que se encuentra el vapor de ácido bórico.

El ácido bórico es cuerpo que se presenta en escamas blancas, nacaradas, de sabor ligeramente amargo y astrigente; es untuoso; al tacto, poco soluble en el agua y en el alcohol, comunicando a éste la propiedad de arder con llama verde. Con el calor pierde una molécula de agua y se convierte en un polvo blanco, que es el ácido *metabórico*  $B O_2 H$ , y a  $16^\circ$  se produce el ácido *tetrabórico*  $B_4 O_4 H_2$ , y al rojo se reduce a anhídrido bórico  $B_2 O_3$ .

La disolución se comporta como un ácido débil, dando color rojo vinoso a la tintura de tornasol, y es desalojado de sus compuestos por los demás ácidos; pero en estado sólido y a temperaturas altas, al contrario, desaloja a los demás.

Se obtiene en la industria evaporando las *aguas de los lagos*.

En los laboratorios, del *borato* o del *tetraborato sódico* y el *ácido clorhídrico* o *sulfúrico*



Se emplea en la fabricación del vidrio, para impregnar las mechas de las velas, en las fábricas de porcelana, etc. En medicina se usa la disolución como antiséptico.

**53. Acido clorhídrico  $ClH$ .** Se encuentra en libertad disuelto en las aguas de los ríos próximos a los volcanes, como en el *río Vinagre* (América Meridional), y en pequeña cantidad, en el jugo gástrico del hombre.

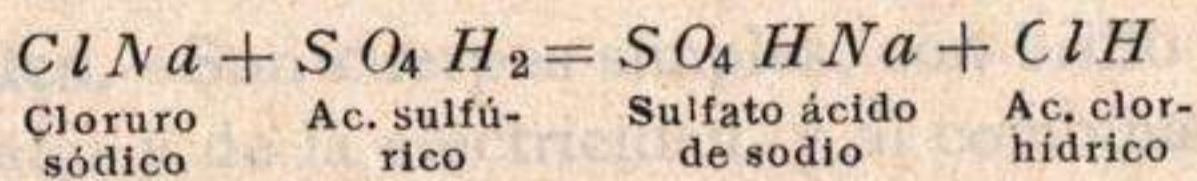
Es gaseoso, incoloro, de olor fuerte y sofocante y sabor agrio. Con el aire húmedo forma niebla blanca. Es irrespirable, originando tos violenta, por ser corrosivo.

Es muy soluble en el agua: un litro de este líquido disuelve 500 de ácido, formando la disolución clorhídrica, que es como se emplea.

La disolución se reconoce por enrojecer fuertemente la tintura azul de tornasol, es fumante al aire y, paseando una varilla impregnada de amoniaco por la boca del frasco, produce nubes blancas de cloruro amónico que, en forma de polvo blanco, se deposita sobre los cuerpos fríos.

Ataca a los metales, formando los cloruros, y mezclado con ácido nítrico forma el *agua regia*, así llamada porque disuelve el oro, que es el rey de los metales, formándose cloruro de oro, como también disuelve el platino.

Se obtiene en los laboratorios, como en la industria, mediante la reacción del *cloruro sódico* y *ácido sulfúrico*, de la cual resulta sulfato sódico y ácido clorhídrico, que son productos industriales (figura 16).



Se emplea como reactivo; en la preparación del cloro, cloruros y de otros muchos cuerpos, y en hojalatería para limpiar metales con el nombre de *sal fumante*.

#### 54. Acido sulfhídrico

$SH_2$ .—Se encuentra libre entre los gases de los volcanes, disuelto en algunas fuentes y donde se descompongan sustancias orgánicas sulfuradas, como en los pozos negros, alcantarillas, retretes, etc.

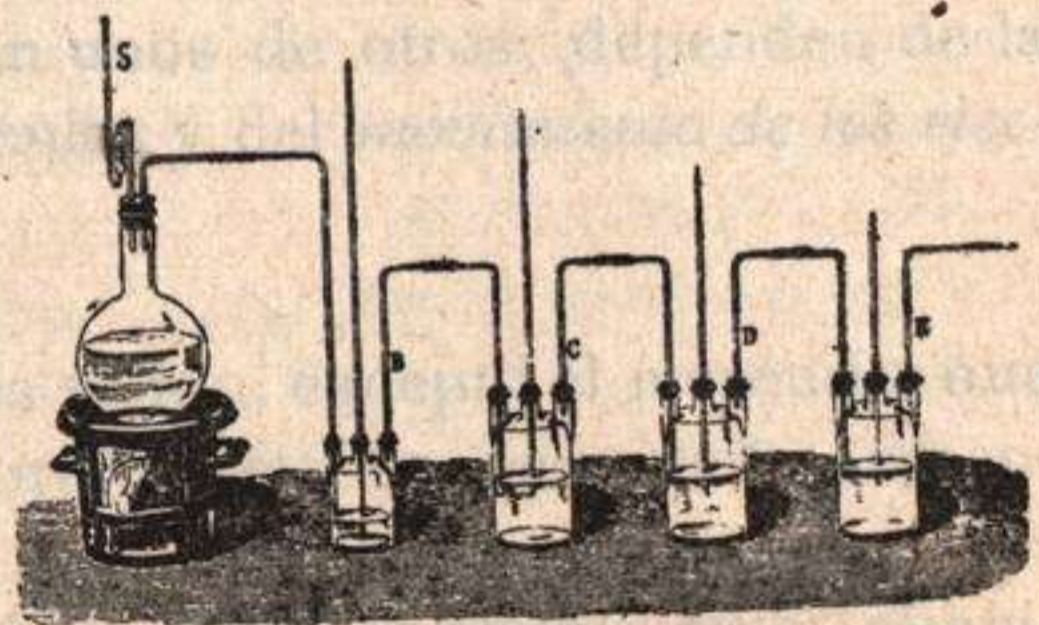
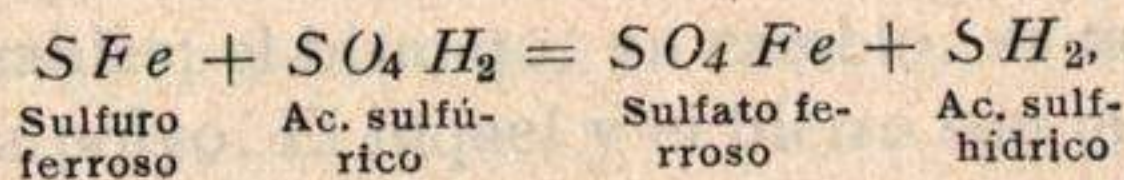


Fig. 16.-Disolución clorhídrica.

Es cuerpo gaseoso, incoloro, *de olor a huevos podridos*, porque, efectivamente, resulta al descomponerse la materia sulfurosa que éstos contienen; se disuelve en agua, formando el agua sulfhídrica.

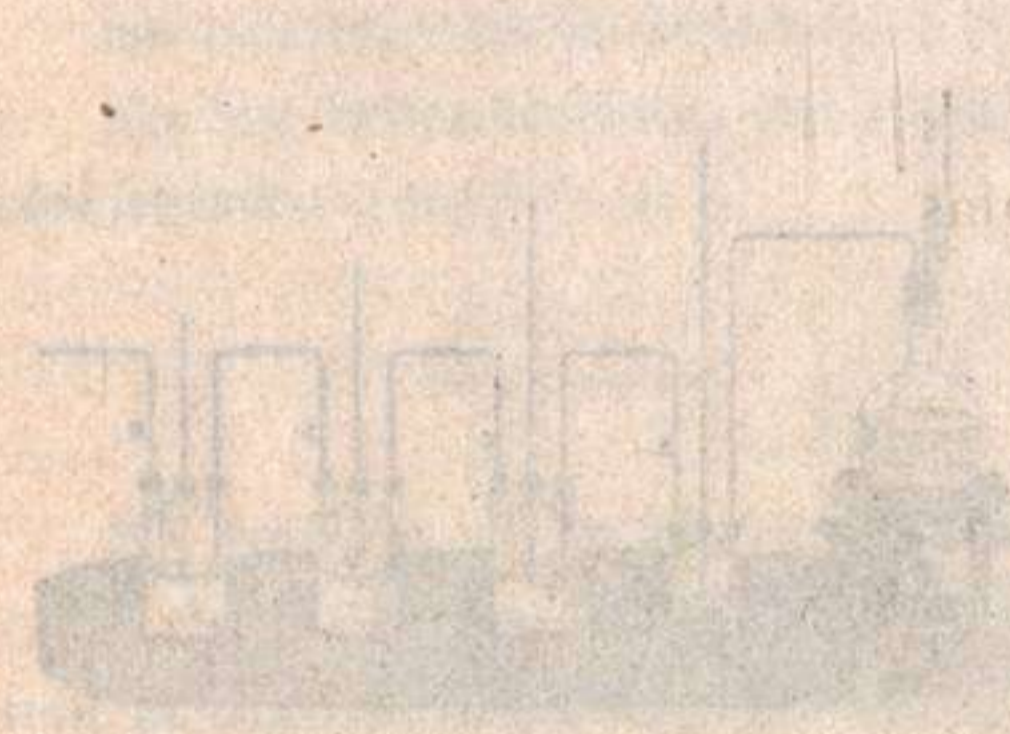
Es ácido débil, su sabor no es agrio, sino dulzaino desagradable, enrojece débilmente la tintura de tornasol, arde con llama azulada, mezclándose su olor con el del gas sulfuroso, y es venenoso, pudiendo matar en poco tiempo, por su afinidad con el hierro de la sangre (recuérdense los accidentes con los pozos negros). Es desalojado de sus compuestos por los demás ácidos.

Se obtiene por la reacción del *sulfuro ferroso* y el *ácido sulfúrico*



gas que se hace llegar al agua si se quiere preparar la disolución o se deseca al través del cloruro de calcio si se desea gaseoso.

Se emplea como interesante reactivo, y las aguas sulfhídricas, para tratamiento de enfermedades.



## CAPITULO VII

### METALES

**55. Metales.**—Son cuerpos simples, con brillo metálico, conductores del calor y de la electricidad, y al combinarse con el oxígeno forman compuestos de carácter básico (Berzelius).

Son metales la plata, cobre, oro, etc.

**56. Caracteres generales.**—Los caracteres que presentan los metales, por los que se diferencian unos de otros, dependen de la *materia* o naturaleza de sus moléculas y del *movimiento de los electrones* de sus átomos.

Entre los primeros están:

El *estado*, que generalmente es sólido, excepto el mercurio, que es líquido y con brillo especial, brillo metálico que puede aumentar con el pulimento.

El *color* es azulado, como el de la plata, el plomo, cinc, aluminio, etc.; el oro es amarillo, el cobre rojo.

La *densidad* está comprendida entre las del sodio y potasio, que es menor que 1, y por tanto, flotan en el agua, y las del oro y platino, que, respectivamente, son 19 y 21, teniendo esta propiedad importancia, porque su relación con los *números atómicos* es uno de los fundamentos de la clasificación periódica.

Respecto de la *dureza*, los hay duros como el hierro, y en particular el cromo, que raya el vidrio, y los hay blandos, como el plomo, potasio y sodio.

La *ductilidad*, *maleabilidad* y *tenacidad* o propiedades de dejarse reducir a hilos y láminas y la resistencia que ofrecen los hilos a ser rotos por tracción, son propiedades de estimación, pues de ellas dependen sus aplicaciones. El oro, la plata y el platino, son muy dúctiles y maleables; el bismuto, en cambio, es tan agrio, que se puede reducir a polvo. El níquel y el hierro son muy tenaces.

Los metales son buenos *conductores del calor*, ocupando los primeros lugares en la escala la plata y el cobre.

El punto de fusión o *fusibilidad* de los metales es muy variable; se funden unos antes de 100°, como el sodio y potasio; en cambio, otros necesitan más de 1.000°, como el oro y la plata, y próximamente 2.000° el platino e iridio.

El otro orden de propiedades, como la *conductibilidad eléctrica* y *permeabilidad magnética*, etc., ocupa en estos tiempos la atención de los químicos.

Entre las *propiedades químicas*, son de interés la acción que sobre los metales ejerce el oxígeno, y la de los metales sobre el agua, descomponiéndola a mayor o menor temperatura, propiedades fundamentales para la clasificación en grupos de los metales.

Los ácidos atacan a los metales, siendo reducido el número de los que escapan de su acción, como el oro y platino, atacables sólo por el agua regia (ácido clorhídrico y nítrico reunidos).

**57. Metalurgia.**—Pocos son los metales que se encuentran libres o nativos, siendo preciso extraerlos de sus compuestos, o sea de los óxidos, sulfuros y carbonatos respectivos.

### **58. Grupos de metales.**

#### I. METALES ALCALINOS:

Sodio *Na.*, Potasio *K.*

#### II. METALES ALCALINO TÉRREOS:

Calcio *Ca.*, Estroncio *St.*, Bario *Ba.*, Radio *Ra.*

#### III. METALES DEL GRUPO DEL MAGNESIO:

Magnesio *Mg.*, Zinc *Zn.*, Cadmio *Cd.*

#### IV. METALES DEL GRUPO DEL COBRE:

Cobre *Cu.*, Mercurio *Hg.*, Plomo *Pb.*, Plata *Ag.*

#### V. METALES DEL GRUPO DEL HIERRO:

Hierro *Fe.*, Manganeso *Mn.*, Cromo *Cr.*, Niquel *Ni.*, Cobalto *Co.*, Aluminio *Al.*

#### VI. METALES DEL GRUPO DEL ESTAÑO:

Estaño *Sn.*, Bismuto *Bi.*

#### VII. METALES DEL GRUPO DEL ORO:

Oro *Au.*, Platino *Pt.*

Los *metales alcalinos* son blandos y menos densos que el agua. Se oxidan rápidamente en contacto con el aire, por lo que se con-

servan en aceite de nafta, y descomponen el agua a la temperatura ordinaria, produciéndose hidróxidos solubles.

Funcionan como monovalentes.

Los *metales alcalíneos térreos* se oxidan en contacto con el aire con menos intensidad que los alcalinos, y descomponen el agua produciendo hidróxidos poco solubles.

Funcionan como bivalentes.

Los *metales del grupo del magnesio* son poco alterables al aire, no descomponen el agua, sino a altas temperaturas, originando hidróxidos casi insolubles.

Es propiedad importante la de que los sulfatos son solubles.

Funcionan como bivalentes.

Los *metales del grupo del cobre* se oxidan lentamente en contacto con el aire húmedo, y no descomponen el agua. Los cloruros no se disuelven en el agua.

Los tres primeros funcionan como bivalentes y monovalentes y la plata sólo como monovalente.

Los *metales del grupo del hierro* se oxidan muy lentamente y descomponen el agua al rojo. Los óxidos son sexquíóxidos y cristalizan de la misma forma.

Funcionan como bivalentes y como trivalentes, excepto el aluminio que es sólo trivalente.

Los *metales del grupo del estaño* no descomponen el agua, sino a temperatura muy alta, y sus óxidos no se reducen por el calor.

El estaño funciona como tetravalente y en algunos compuestos como bivalentes. El bismuto como trivalente.

Los *metales del grupo del oro* no se oxidan, ni descomponen el agua a ninguna temperatura.

El oro funciona como trivalente y el platino como tetravalente.

Entre los metales se describen como más principales los siguientes:

**59. Potasio K.**—No se encuentra libre este metal.

Es blanco, azulado, blando como la cera, se deja cortar fácilmente, es menos pesado que el agua, por lo cual flota en ella, y se funde fácilmente, a 62°.

En contacto con el aire se altera, porque se combina con el oxígeno, el agua y anhídrido carbónico, cubriéndose de una capa

blanca de hidrato y carbonato potásico, lo cual obliga a tenerlo dentro de nafta.

Descompone el agua a la temperatura ordinaria: proyectando un globulillo sobre este líquido, corre por toda la superficie, porque reacciona, produciendo hidrato potásico, que queda disuelto en el agua, e hidrógeno, que arde con llama purpúrea por el calor que desarrolla la combinación, terminando el fenómeno con una pequeña explosión. La experiencia debe hacerse en un vaso con poca agua, para que las partículas de potasa que saltan al terminar el fenómeno no lleguen a los ojos del observador.

No se obtiene en los laboratorios, y en la industria se extrae reduciendo el *carbonato potásico por el carbón*, o por electrolisis de su cloruro.

**60. Plata Ag.**—Este metal se encuentra nativo en pequeñas escamas o fibrillas.

Es blanco, azulado, susceptible de buen pulimentado, blando, dúctil, maleable y buen conductor del calor y de la electricidad.

Necesita próximamente  $1.000^{\circ}$  de calor para fundirse.

Es inalterable al aire. El ácido nítrico le disuelve, formando nitrato de plata, y el sulfhídrico le ennegrece, porque se forma sulfuro.

En los laboratorios se obtiene de las *monedas de plata y ácido nítrico*, separando el nitrato de cobre

como menos soluble y precipitando la plata del nitrato por el sulfato ferroso.

En la industria, por los procedimientos de *amalgamación*, que consiste en transformar los sulfuros de plata en cloruro, interponer éste con mercurio para que se forme amalgama, y destilar ésta para que la plata quede libre.



Fig. 17.—Copelación de la plata.

Los de *copelación* se reducen a calentar los plomos que tienen plata en hornos especiales (fig. 17) para que el plomo se oxide, y, absorbido el óxido por los poros de las copelas, queda sola la plata.

Se emplea, aleada con cobre para aumentar su dureza, en la



fabricación de las monedas y muchos objetos, y en el plateado galvánico.

**61. Zinc Zn.**—No existe libre.

Es un metal blanco, azulado, no muy duro, que se deja cortar fácilmente. A la temperatura de  $150^{\circ}$  es dúctil y maleable, a la de  $412^{\circ}$  se funde y a  $900^{\circ}$  hierve.

A fuego directo o por la acción de la llama arde, produciendo humos blancos de óxido de zinc.

En contacto con el aire húmedo se cubre pronto de una ligera capa de hidrocbonato de zinc, que preserva el resto de la alteración.

Los ácidos y sales lo atacan.

En los laboratorios no se prepara.

En la industria se extrae del *sulfuro de zinc (blenda)* y del *carbonato (calamina)*, que se transforma en óxido de zinc por tostación, reduciendo este óxido con carbón, para que se forme óxido de carbono, que se desprende, y vapores de zinc, que se van condensando en tubos próximos al horno, de los cuales, de tiempo en tiempo, se va sacando el zinc líquido.

Se emplea, en forma de láminas, para cubrir tejados y otros cuerpos, en el galvanizado del hierro, aleado con cobre para el *latón*, y con cobre y níquel para el *argentán*, que, plateado electro-líticamente, forma la plata Meneses; para las pilas eléctricas, etc.

**62. Cobre Cu.**—Se encuentra libre.

Es un metal de color rojo y despide olor especial al frotarle.

Es dúctil, maleable, tenaz, pesado, buen conductor del calor y electricidad, se funde difícilmente; propiedades que lo hacen estimable para muchas aplicaciones.

En el aire se cubre de óxido de cobre de color negro.

En contacto con las grasas y con la humedad del aire se forma una capa de hidrocbonato de cobre de color verde (*cardenillo*), a cuya formación contribuyen los ácidos oleico, margárico, etc., que las grasas tienen.

Los ácidos le atacan, en particular el nítrico, desprendiendo vapores rojos de peróxido de nitrógeno, cuerpo empleado como buen desinfectante; pero venenoso.

En los laboratorios se obtiene reduciendo el *óxido de cobre* puro, en polvo y al rojo, por una corriente de *hidrógeno*.

En la industria lo extraen del *óxido de cobre* natural (*cuprita*) y de los *carbonatos* (*malaquita* y *azurita*) que se reducen por el carbón, así como del sulfuro de cobre (*pirita*) y del sulfuro de cobre y hierro (*calcopirita*), que se tuestan dos y más veces con sílice, para eliminar el azufre y el hierro al estado de silicato; se purifica electrónicamente.

Se emplea en la industria de los bronce, latón, monedas, cables y utensilios.

**63. Plomo Pb.**—No se encuentra nativo.

Es un metal gris azulado y brillante, pesado, blando, que se deja cortar, poco dúctil y tenaz, más maleable al martillo que al laminador. El calor lo funde fácilmente, a  $235^{\circ}$ .

Tizna el papel.

En contacto con el aire se oxida, cubriéndose de una capa de subóxido de plomo, que se convierte después en carbonato hidratado que le quita el brillo.

De los ácidos, el nítrico lo ataca con más facilidad.

En los laboratorios no se prepara.

En la industria se extrae del *sulfuro de plomo* (*galena*), que se tuesta primero a temperatura baja y después a más alta, para eliminar el azufre y dejar el plomo.

Se emplea en la fabricación de tubos destinados a la conducción de aguas y gas del alumbrado, en planchas o láminas para cubrir diversos objetos, en masa en la fabricación de balas, perdigones, etc.

**64. Mercurio Hg.**—Existe libre.

Es el único metal líquido, llamado *azogue* por el movimiento de sus gotas, de color blanco de plata (*plata líquida*), volátil, y a la temperatura de  $160^{\circ}$  hierve. Se solidifica a  $40^{\circ}$ .

En contacto con el aire se oxida con el tiempo, cubriéndose de una capa roja de óxido mercúrico.

De los ácidos, le ataca rápidamente el ácido nítrico, formándose nitrato mercúrico.

En los laboratorios no se prepara.

En la industria se extrae del *sulfuro de mercurio* o *cinabrio*, que se calienta en hornos (fig. 18), para que el azufre se combine con el oxígeno del aire y se desprenda al estado de anhídrido sulfuroso,

pasando el vapor de mercurio por unos tubos de gres llamados *aludeles*, a condensarse en las cámaras.

Se emplea en la metalurgia de la plata y el oro, en la construcción de termómetros y barómetros, en el azogado de espejos y otros objetos, etcétera.

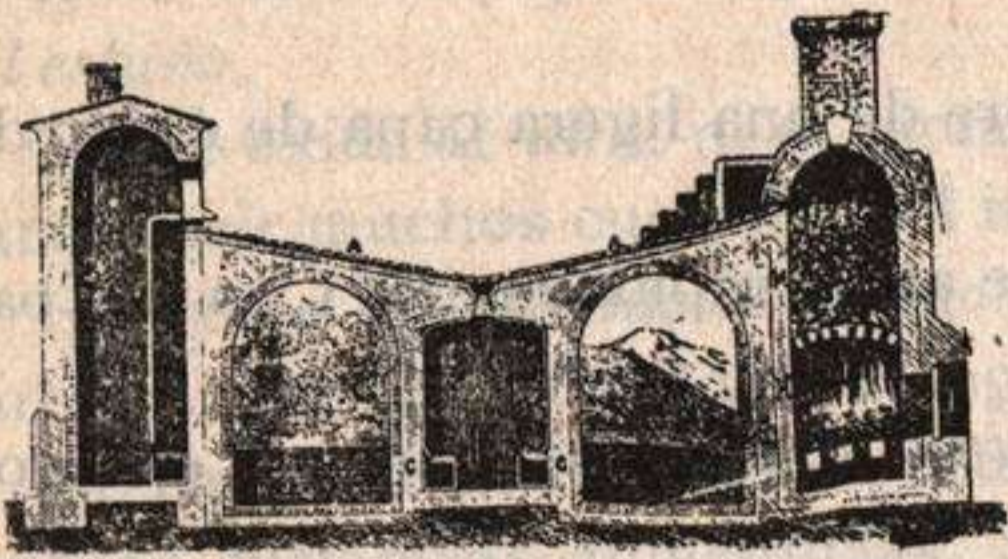


Fig. 18.-Metalurgia del mercurio.

Es blanco brillante, dúctil, maleable y muy tenaz. Es duro, susceptible de pulimento y pesado.

El punto de fusión se aproxima a  $1.500^{\circ}$ , con la propiedad de ablandarse antes de fundirse, propiedad que se aprovecha en las fraguas para unir unas piezas con otras.

En el aire húmedo se oxida, formándose hidrato férrico, que se propaga a toda la masa, y para evitarlo se le cubre con una capa de minio, estaño (*hoja de lata*) o cinc (*hierro galvanizado*).

Los ácidos lo atacan y el nítrico concentrado altera su superficie de tal modo, que, después de atacado, no ejerce acción por segunda vez.

En los laboratorios puede obtenerse hierro por electrolisis o reduciendo el óxido puro a temperatura elevada por una corriente de hidrógeno.

En la industria se extrae de los óxidos, reduciéndolos por el carbón, como en los *altos hornos* de Bilbao (fig. 19).

Se conocen tres clases principales de hierro: hierro colado o *de fundición*, *aceros* y *hierro dulce*, según tengan más o menos impu-

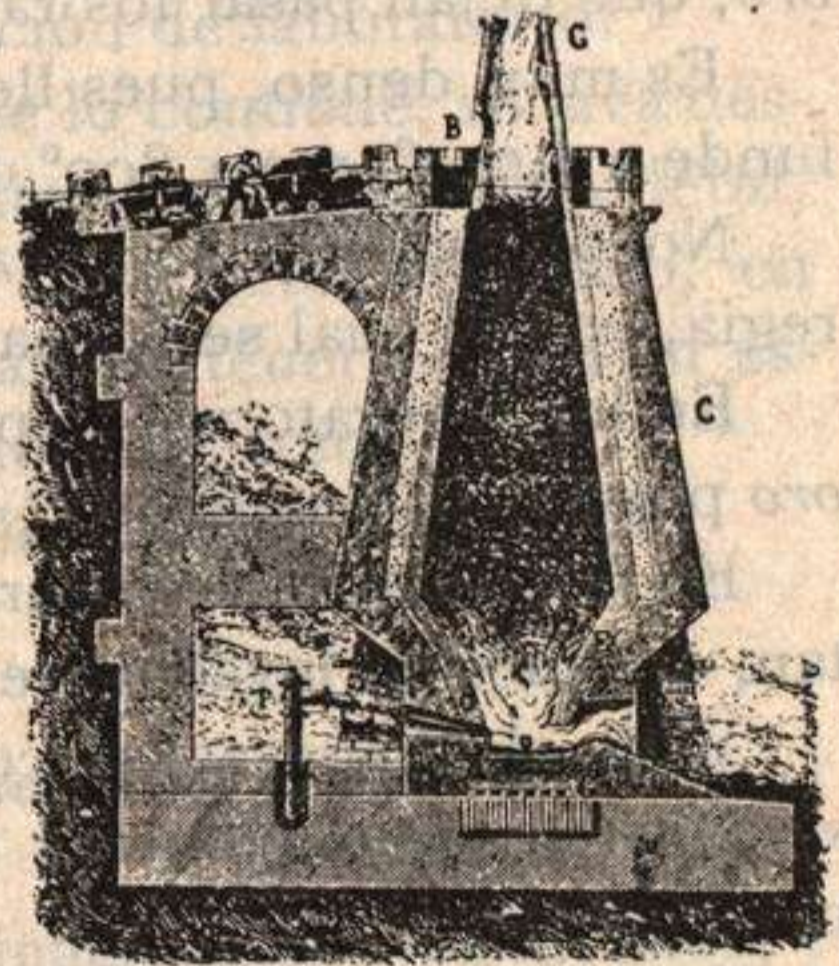


Fig. 19.-Metalurgia de hierro.

rezas, con distintas aplicaciones. Su empleo es tan variado como conocido por todos.

**66. Aluminio Al.**—No existe libre.

Es un metal blanco, argéntico, poco pesado, dúctil, maleable y tenaz.

En contacto con el aire se cubre de una ligera capa de óxido de este metal que preserva al resto.

De los ácidos, el clorhídrico le ataca rápidamente. Con las bases forma aluminatos.

Se extrae del *fluoruro de aluminio y sodio (criolita)* por electrolysis.

Se emplea para fabricar multitud de objetos conocidos: aleado con cobre, para el *bronce de aluminio*, parecido al oro; aleado con magnesio, para el *magnalio*, aleación poco pesada y tenaz, utilizada en la construcción de balanzas, etc.

**67. Oro Au.**—Se encuentra nativo en partículas o escamitas incrustadas en las rocas y entre las arenas de los ríos.

Es un metal amarillo, blando, dúctil y el más maleable de los metales; de él se hacen láminas tan delgadas, llamadas *panes de oro*, que dejan pasar los rayos de luz verde.

Es muy denso, pues llega a 19 la densidad de este metal. Se funde a  $1.045^{\circ}$ , y a  $1.800^{\circ}$  da valores azules.

No se oxida, y de los agentes químicos sólo le ataca el agua regia, con lo cual se forma cloruro de oro.

En los laboratorios se prepara oro precipitándolo del *cloruro de oro* por el sulfato ferroso.

En la industria se trituran las rocas, y las partículas que resultan, después de lavadas, se tratan por el mercurio.

Y en el Transvaal se convierte en *cianuro doble de oro y potasio*, para descomponerlo electrolyticamente, obteniéndose oro muy puro.

Se emplea, aleado con cobre, para la moneda y objetos de mayor valor; para el dorado mecánico, el galvánico, etc.

**68. Estaño Sn.**—No se encuentra libre.

Es sólido, blanco azulado, poco dúctil, maleable en láminas delgadas, y a la par tenaces, conocidas con el nombre de *papel de estaño*.

Se funde fácilmente a  $235^{\circ}$ ; pero no hierve hasta muy alta temperatura ( $2.000^{\circ}$ ). Si una vez fundido se enfría bruscamente, se hace quebradizo, y si en tal estado se dobla una varilla a uno y otro lado, se oyen unos chasquidos que se conocen con el nombre de *grito del estaño*.

No se oxida al aire, ni el agua lo altera, por lo cual se emplea para cubrir muchos cuerpos y el interior de las vasijas.

Se extrae del *bióxido de estaño (casiterita)*, reduciéndolo por el carbón en horno llamado de manga, con fuerte corriente de aire.

Se emplean las láminas de estaño para envolver el chocolate y muchas sustancias alimenticias. Se usa, aleado con plomo, para soldaduras; aleado con cobre forma el bronce, etc. Pero con otros metales forma aleaciones quebradizas, por lo que se le llamó el *diablo de los metales*.

**69. Platino Pt.**—Se encuentra nativo.

Es metal blanco, con viso azulado, muy dúctil, maleable, tenaz, duro y muy denso (22).

Es inalterable al aire, inatacable por los ácidos, excepto por el agua regia, con la que forma cloruro de platino.

La extracción del platino no es operación de laboratorio.

En la industria se tritura el mineral que lo contiene, se lava después para separar las partes terrosas, se trata por agua regia débil, para convertirlo en cloruro de platino, y a éste, con amoníaco, en cloroplatinato amónico, el cual se calcina para tener platino en esponja, que, una vez fundido, da el platino compacto.

Se emplea en joyería, monedas, crisoles de laboratorio, etc.

## II

**70. Aleaciones.**—*Aleación o liga metálica*, es la unión íntima de dos o más metales.

Las aleaciones son unas veces combinaciones de los metales, y otras son mezclas o interposiciones de estas combinaciones definidas con el exceso de algunos de los metales que las componen.

Los metales se combinan para modificar algunas de sus propiedades, como la dureza, y algunas veces la fusibilidad.

Respecto de la *dureza*, las aleaciones poseen generalmente mayor dureza que los metales que las constituyen.

El punto de fusión, por el contrario, es inferior al de los metales componentes.

Entre las numerosas aleaciones se distinguen las siguientes:

**LATÓN.**—Es una aleación de cobre y zinc, más dura, dúctil y maleable que el cobre y de color amarillo.

Se prepara fundiendo cobre en crisoles de barro, añadiendo una mitad de zinc y agitando la masa, que se lleva a moldes de hierro.

**BRONCE.**—Aleación de cobre y estaño, más duro y tenaz que el cobre.

El *bronce de cañón* tiene el 10 por 100 de estaño, una décima parte con respecto a la cantidad de cobre.

El *bronce de campanas* tiene el 20 por 100 de estaño; así, resulta más quebradizo y sonoro.

El *bronce de monedas*, el 4 por 100 de estaño y el 1 por 100 de zinc.

Añadiendo al bronce fósforo, adquiere mayor estimación, y se conoce con el nombre de *bronce fosforado*.

**CARACTERES DE IMPRENTA.**—Son una aleación de plomo con un 20 por 100 de aluminio que aumenta la dureza del plomo.

**MONEDAS DE PLATA.**—La de 5 pesetas tiene el 10 por 100 de cobre para aumentar la dureza del metal valioso o plata, que no puede bajar del 90 por 100, lo cual constituye la ley de esta clase de moneda. En las demás monedas la ley es menor.

**MONEDAS DE ORO.**—Son aleación de oro con 10 por 100 de cobre. La ley es, por tanto, del 90 por 100 de oro.

En las alhajas de oro se expresa la ley en quilates, sirviendo de comparación la del oro de 24 quilates.

El oro de 18 quilates es aleación que tiene por cada 24 partes, 18 de oro.

La ley se garantiza con un sellito o contraste.

En las *aleaciones fusibles*, entran el bismuto, estaño y plomo, etc.; sirven para evitar explosiones en las calderas de vapor, etc.

## CAPITULO VIII

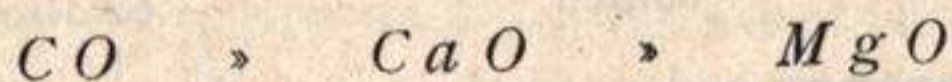
### ÓXIDOS.—BASES.—SALES

**71. Óxidos.**—Se llaman óxidos los compuestos binarios formados por el oxígeno y otro elemento generalmente metálico.

Tienen estos cuerpos la propiedad de que no reaccionan con el agua, y los que reaccionan no engendran ácidos, sino hidróxidos o bases.

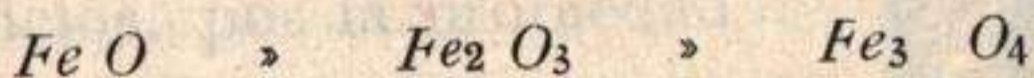
A estos cuerpos se les nombra con la palabra genérica *óxido*, que indica que interviene el oxígeno y la específica, formada con el nombre del otro cuerpo, precedida de la preposición *de*, o en su lugar, terminándole en *oso*, o en *oso e ico*, si fuesen dos los óxidos del mismo metal, usando los prefijos *hipo* o *por* si fuesen precisos.

Las fórmulas



representan respectivamente los óxidos de carbono, calcio y magnesio.

Las fórmulas



representan el óxido ferroso, el férrico y el óxido ferroso-férrico.

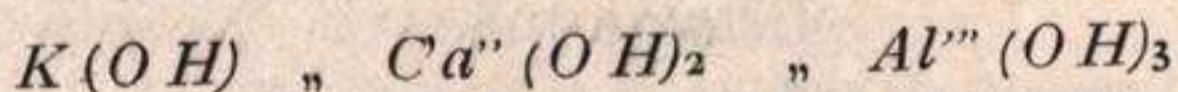
**72. Bases.**—Son bases los compuestos que tienen oxígeno e hidrógeno y un metal, sustituible por el hidrógeno de los ácidos; cuando son solubles vuelven a su color azul las tinturas enrojecidas por los ácidos, y la mayor parte tienen sabor de lejía.

El oxígeno y el hidrógeno se supone que están combinados, formando una molécula incompleta o radical hipotético, llamado *oxhidrolo*, *O H*.

Al formular las bases, la valencia del metal indica el número de oxhidrilos con los que se ha de combinar.

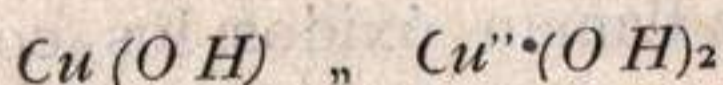
El nombre genérico es el de *hidróxido*, y el específico el del metal terminado en *ico*, o en *oso* e *ico*, cuando el mismo metal funciona con dos valencias.

Las fórmulas



representan respectivamente los hidróxidos de potasio, calcio y aluminio.

Y las fórmulas



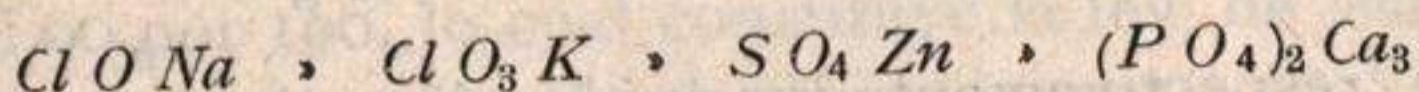
los hidróxidos cupioso y cúprico.

**73. Sales.**—Son *sales* los compuestos, que resultan de la sustitución parcial o total del hidrógeno de los ácidos (hidrógeno básico) por los metales.

Las sales son *neutras* si la sustitución del hidrógeno es total y *ácidas* si es parcial.

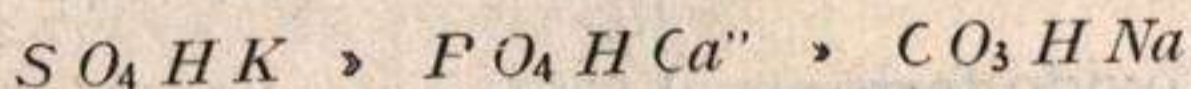
El nombre genérico se forma cambiando la terminación *ico* de los ácidos en *ato* y la terminación *oso* en *ito* y el nombre específico con el nombre del metal precedido de la preposición *de*.

Las fórmulas



representan correlativamente el hipoclorito de sodio, clorato de potasio, sulfato de zinc y fosfato de calcio.

Y las



el sulfato ácido de potasio, fosfato ácido de calcio y carbonato ácido de sodio.

**74. Descripción de las especies principales.**—De estos grupos de compuestos, óxidos, bases y sales, los más conocidos son los siguientes:

**OXIDOS.**

**75. Oxido de Carbono CO.**—Este cuerpo puede existir libre encontrándose en pequeña cantidad en la atmósfera de las grandes poblaciones y en el gas del alumbrado.



Es el gas que se produce en la combustión incompleta del carbón, por lo que se desprende de los braseros y estufas poco encendidos, a lo que debe el nombre de *tufo de braseros*.

Es inodoro, arde con llama anulada y es muy venenoso, por lo que se aconseja no respirar atmósferas que contengan este gas.

Su carácter químico es el de ser seductor, por apoderarse del oxígeno de ciertos óxidos para convertirse en anhídrido carbónico.

**76. Oxido cálcico  $Ca O$ .**—Es el cuerpo que se conoce con el nombre de *cal viva*.

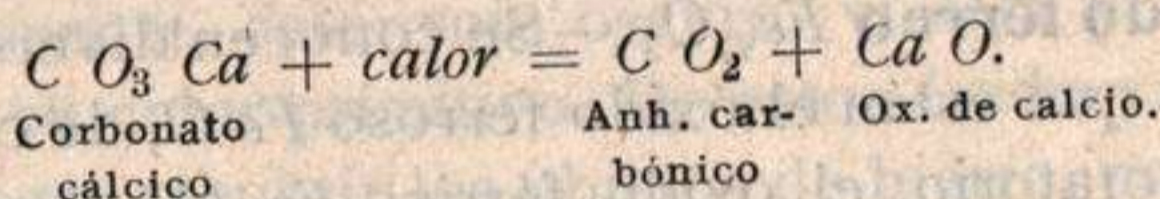
No existe libre. Se presenta en terrones que, reducidos a polvo, toman aspecto terroso de color blanco.

Es de los cuerpos infusibles por necesitar  $3.000^{\circ}$  para fundirse.

Con el agua reacciona, convirtiéndose en hidrato de cal, *cal muerta* o *apagada*, con tal desarrollo de calor, que el agua se evapora, produciéndose además un ruido especial.

Con los ácidos se combina formando las sales respectivas.

Se obtiene calcinando la piedra caliza o *carbonato cálcico*, en hornos intermitentes (fig. 14) o continuos



De la calcinación pueden resultar *cales grasas* o con poca cantidad de arcilla, que es lo conveniente, o *cales magras* con mayor proporción.

Se emplea desleída en agua para el blanqueo de edificios, por la propiedad de destruir o corroer las sustancias orgánicas.

Mezclada con poca cantidad de arena resulta el *mortero* o *argamasa* de los albañiles, que tiene la propiedad, una vez aplicada, de endurecerse, porque en contacto con el aire se convierte en carbonato cálcico.

Mezcla de arena y arcilla es la *cal hidráulica*, con la que se puede trabajar debajo del agua, por endurecerse en contacto con la misma.

Mezclada la cal con arcilla, arena y caliza en mayor proporción,

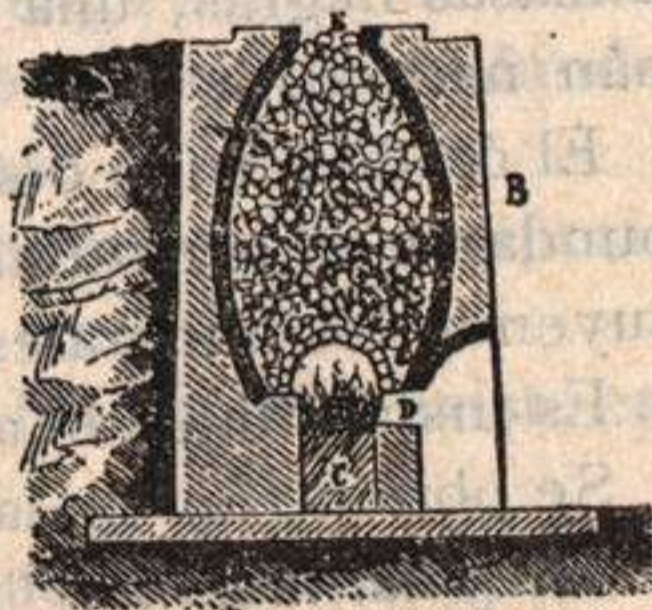


Fig. 20.—Obtención de la cal.

pierde la propiedad de absorber el anhídrido carbónico; pero amasada con agua, se forma aluminado de cal insoluble, que son los *cementos*.

Con cemento, guijarro y escorias, se forma el *hormigón*, que se destina para hacer cimientos de edificios, etc.

Y con cemento y recortes metálicos, el *cemento armado*, empleado para construcciones resistentes y poco pesadas.

**77. Óxido de magnesio**  $Mg\ O$ .—Este cuerpo es el llamado *magnesia calcinada*.

Es un polvo blanco, poco pesado y poco soluble en el agua, en contacto con la cual se va lentamente hidratando y formando un cuerpo muy duro.

Se obtiene calcinando el *carbonato de magnesio*, sosteniendo el calor hasta que desaparezca el agua que contiene y el anhídrido carbónico.

Se emplea en medicina como purgante y para neutralizar la acidez.

En la industria para fabricar material de laboratorio, por resistir altas temperaturas sin fundirse.

**78. Óxido férreo**  $Fe_2\ O_3$ .—Se conocen diversos óxidos de hierro, entre los que están el óxido ferroso  $Fe\ O$ , de color negro y producto de laboratorio; el óxido férrico  $Fe_2\ O_3$ , que se presenta negrozco y rojizo, y el óxido ferrososférrico  $Fe_3\ O_4$ , que se encuentra en masas negras; una variedad de éste, es el llamado *magnetita* o imán natural.

El óxido férrico o sexquióxido de hierro, es el que se encuentra abundante en la naturaleza, dando color rojizo a los terrenos y constituyendo los minerales llamados *oligisto* y *hematites roja*.

Es insoluble en el agua, y reacciona con los ácidos.

Se obtiene en los laboratorios calcinando una mezcla de *sulfato ferroso* y *sal marina*.

Se utiliza en la metalurgia de hierro. Mezclado con arcilla, aluminio y otras sustancias, forman los *ocres rojos*, *amarillos* y *pardos*, empleados en pintura. Y reducido a polvo impalpable sirve para pulimentar el vidrio y los metales.

**79. Bióxido de manganeso**  $Mn\ O_2$ .—Se encuentra formando el mineral llamado *pirolusita*, que cuando está cristalizado tiene aspecto acerado, y reducido a polvo es negro.

En los laboratorios se conoce con el nombre de *manganesa*, y en la industria con el de *jabón de vidrieros*, porque añadiendo pequeña cantidad a la masa de vidrio fundido, le quita el color, y a esto alude también el de *pirolusita*, que quiere decir «lavo por el fuego».

La que presenta la industria es un polvo negro, de fondo ligeramente rojizo, algo pesado, insoluble en el agua y soluble en la disolución de anhídrido sulfuroso.

Se obtiene calentando el *carbonato de manganeso*, cuidando de que no pase la temperatura  $160^{\circ}$ .

Se emplea en los laboratorios en la preparación de los cuerpos halógenos, en la del oxígeno, etc.; en la industria, para blanquear o teñir el vidrio, fabricación de barnices, etc.

**80. Óxidos de plomo.**—Se conocen varios óxidos de plomo:

El *protóxido de plomo*  $Pb O$ , de color amarillo, que por el calor se convierte en litargirio, de color rojizo. El *bióxido* u *óxido pulga*  $Pb O_2$ , así llamado por presentar un color comparable al de las pulgas. Y el *minio*  $Pb_2 O_3$ , de color rojo escarlata, que por el calor adquiere, sucesivamente, color rojo oscuro, violeta y negro, y al enfriarse vuelve a su color primitivo. De estos óxidos, el minio es el que se emplea para recubrir los objetos de hierro, por su propiedad de insoluble en el agua y para evitar el que se oxiden.

Se disuelve el minio en ácido nítrico que tenga azúcar disuelta.

Se obtiene oxidando el *carbonato de plomo* o cerusa, que se funde en un horno removiendo continuamente la masa.

Se emplea en pintura, como se ha dicho; entra en la composición del vidrio; tiñe de su color rojo al lacre, etc.

**81. Sexquíóxido de aluminio**  $Al_2 O_3$ .—Este cuerpo existe en la naturaleza. Es el *corindón* y el *esmeril*.

El *corindón* es cristalizado, incoloro, aunque existen variedades teñidas de rojo, amarillo, azul, violado y verde, que, respectivamente, reciben los nombres de rubí, topacio, zafiro, amatista y esmeralda.

El *esmeril* no cristaliza, y su color es rojizo debido al óxido de hierro. Es cuerpo duro, difícilmente fusible e inatacable por los agentes químicos.

Se obtiene en los laboratorios calcinando el *hidrato de aluminio*.

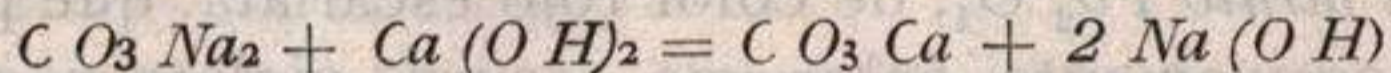
Se emplea en joyería como piedras falsas las variedades cristalizadas, y el esmeril para pulir, por contener sílice interpuesta.

**82. Hidrato sódico  $NaOH$ .**—Este compuesto es el llamado en el comercio *sosa cáustica*.

Es sólido, quebradizo, blanco opaco, con sabor de lejía y deliquescente, esto es, que absorbe el vapor de agua de la atmósfera disolviéndose, y después se deseca, se hace eflorescente y con el anhídrido carbónico se transforma en carbonato, lo que se evita conservándole en frascos bien cerrados.

Es una base muy enérgica, devuelve rápidamente el color azul a las tinturas enrojecidas por los ácidos, reacciona con éstos, formando las sales respectivas, y es muy corrosivo, pues destruye los tejidos orgánicos, con los que se pone en contacto.

En los laboratorios se obtiene la *sosa a la cal* hirviendo una disolución de cuatro partes de *carbonato sódico con una de cal apagada*; y si, evaporada el agua, se trata por el alcohol, que precipita los cuerpos insolubles en este líquido, se obtiene la *sosa al alcohol*.



En la industria se prepara por electrolisis del *cloruro sódico disuelto*.

Se emplea para fabricar el jabón duro y demás compuestos sódicos.

**83. Hidrato potásico  $KOH$ .**—Este cuerpo es la *potasa cáustica*.

Las propiedades son idénticas a las de la sosa cáustica, diferenciándose en que es *eflorescente*, es decir, que se reduce a polvo.

Se emplea para fabricar el jabón blando.

#### SALES.

**84. Hipoclorito cálcico.  $(ClO)_2Ca$ .**—Este es el cuerpo conocido con el nombre de cloruro de cal o *polvos de gas*.

Es un polvo blanco, húmedo al tacto, de olor fuerte a cloro por la descomposición que sin cesar experimenta, la cual aumenta con unas gotas de agua o de ácidos.

Se obtiene haciendo atravesar una *corriente de cloro por agua de cal*.

Se emplea como desinfectante y decolorante, por la facilidad con que se descompone dejando cloro en libertad.

En la desinfección hay que tener presente el no respirar atmósferas con mucho cloro, pues es muy venenoso.

Y en el lavado de ropas debe cuidarse de no tenerlas mucho tiempo en contacto con estos líquidos, porque se destruirían pronto; y para que el cloro desaparezca o se disuelva conviene lavarlas con agua abundante y corriente, o con disolución de hiposulfito sódico, que es anticloro.

**85. Clorato potásico.**— $Cl O_3 K$ .—Este es el cuerpo de las *pastillas de clorato*.

Es sólido, cristalizado en laminillas incoloras, muy soluble en el agua, a la que transmite sabor característico.

Por el calor cede fácilmente oxígeno, por lo que, echado en las aguas, *deflagra* o aviva la combustión, y por igual causa, mezclado con azufre en polvo, azúcar o carbón y golpeando la mezcla, *detona*.

No debe calentarse con ácido sulfúrico concentrado, porque se forma peróxido de cloro, que es explosivo.

Se obtiene haciendo pasar una *corriente de cloro* por una disolución templada de *hidrato potásico*.



Se emplea para preparar el oxígeno, fabricación de pistones, fulminantes, cerillas y otros explosivos. En medicina, para enfermedades de la boca y garganta.

**86. Hiposulfito sódico**  $S_2 O_3 Na_2$ .—Es el anticloro empleado con preferencia.

Se encuentra disuelto en muchas aguas.

Es un cuerpo sólido, que cristaliza en grandes prismas incoloros, de sabor amargo poco pronunciado, soluble en agua e insoluble en el alcohol.

En presencia del cloro lo convierte en cloruro, por lo que se emplea como *anticloro*.

Se obtiene en los laboratorios calentando *azufre con sulfito sódico*; pero es producto industrial que resulta como residuo de la fa-

bricación del carbonato sódico, residuo que se hierve con sulfato sódico.

Se emplea en las fábricas de papel y de otras industrias textiles como anticloro; en fotografía, como fijador, por la propiedad que tiene de disolver el cloruro y bromuro de plata, etc.

**87. Sulfato cálcico**  $S O_4 Ca, 2 H_2 O$ .—Este cuerpo es el *yeso*, que tantas aplicaciones tiene.

Se conocen variedades cristalizadas en prismas rectos; otras en oblicuos y maclados, como el *yeso en flecha*: en láminas, como el *espejuelo*, y el terroso, que es el más empleado, o yeso crudo.

Es blanco, poco soluble en agua e insoluble en alcohol puro.

El yeso no es producto de laboratorio, si bien resulta siempre que se trata una sal de calcio por ácido sulfúrico.

En la industria se explota el natural, para lo cual se calienta hasta  $120^{\circ}$  o  $130^{\circ}$ , a cuya temperatura pierde el agua y queda convertido en *yeso cocido o vivo*, que, reducido a polvo, se conserva en almacenes secos. La temperatura no debe llegar a  $170^{\circ}$ , para que no pierda aplicaciones o resulte el *yeso quemado*.

Se emplea en las construcciones por la propiedad de formar con el agua un barro o masa que, al secarse, queda uniendo resistentemente los demás materiales de construcción; por la misma propiedad se emplea también en las molduras.

El *estuco* es yeso con cola en caliente.

La *escayola* es yeso calentado en calderas de hierro y finamente pulverizado.

Y, a pesar de su elevado precio, no deja de emplearse como abono de las plantas leguminosas por su buen resultado.

**88. Sulfato magnésico**  $S O_4 Mg, 7 H_2 O$ .—*Sal de higuera*.

Es sólido, cristalizado, de sabor amargo, soluble en el agua e insoluble en el alcohol. Por el calor se convierte en sal anhidra delicuescente.

Se extrae de las *aguas del mar* o de las fuentes que la contienen.

En la industria, del *carbonato de magnesio* o de *calcio*, por la acción del ácido sulfúrico.

Se emplea como purgante.

**89. Sulfato cúprico**  $S O_4 Cu$ .—Se conoce en el comercio con el nombre de *caparrosa azul*.

Es cuerpo que cristaliza en prismas oblicuos, transparentes, de color *azul*, que por la acción del aire se blanquean y se vuelven opacos. Es soluble en el agua e insoluble en el alcohol.

Por el calor pierde cuatro moléculas de agua y adquiere color *verde*, y a mayor temperatura desaparece la última molécula y se hace *blanco*. El sulfato anhidro sirve para probar si el alcohol tiene o no agua, porque al hidratarse se convierte en azul.

Se prepara por la acción del *ácido sulfúrico* sobre *virutas de cobre*, o bien tostando las piritas.

Tiene aplicaciones en tintorería, en agricultura como microbicida, en galvanoplastia, etc.

**90. Sulfato ferroso**  $S O_4 Fe, 7 H_2 O$ .—Es conocido en el comercio con el nombre de *caparrosa verde*.

Se presenta en grandes cristales, de color verde azulado, soluble en agua e insoluble en el alcohol, en el cual hay que conservar aquellos cristales para evitar que se oxide, pasando a sulfato férrico básico, transformación que les ocurre con mucha facilidad a las sales ferrosas.

Se extrae con hierro y ácido sulfúrico diluido.

Se emplea como mordiente, reductor, en la fabricación de tinta negra, como abono contra la clorosis de los vegetales, como desinfectante contra el mal olor y propiedades nocivas que tienen el sulfhídrico y sulfhidrato amónico de los retretes, porque los transforma en sulfuro ferroso y sulfato amónico.

**91. Nitrato sódico**  $N O_3 Na$ .—Este cuerpo es el *nitro cúbico*, tan abundante en Chile y Bolivia.

Es sabido que cristaliza en romboedros parecidos a cubos, de donde proviene el nombre de nitro cúbico, blanco, de sabor fresco y picante, y muy soluble en el agua con disminución de temperatura.

Por el calor se descompone, cediendo oxígeno.

Es deliscuente.

En los laboratorios, como en la industria, se purifica el natural.

Se emplea en la preparación de muchos compuestos y en grandes cantidades como abono.

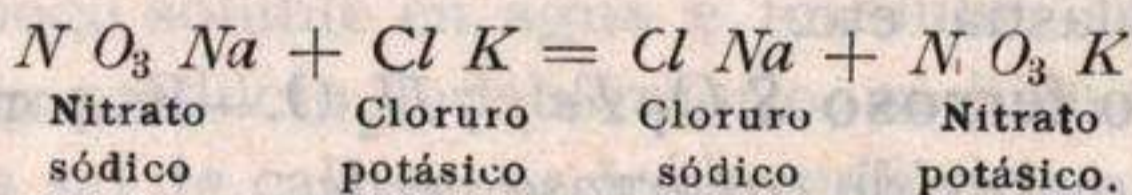
**92. Nitrato potásico**  $N O_3 K$ .—Es el cuerpo conocido en el comercio con el nombre de *nitro o salitre*.

Es sólido, cristaliza en prismas, tiene color blanco, sabor picante, soluble en agua e insoluble en el alcohol absoluto.

Deflagra al echarlo en las áscuas, lo que quiere decir que aviva la combustión, por descomponerse, dejando oxígeno en libertad.

Es eflorescente o que al perder el agua se reduce a polvo, que aparece en la superficie de la tierra, en las paredes de los edificios derruidos y húmedos, etc.

El procedimiento de obtención en los laboratorios es el mismo que el de la industria, o sea la transformación del nitrato sódico en potásico con cloruro potásico



Se emplea en la fabricación de la pólvora mezclado con azufre y carbón.

**93. Nitrato argéntico**  $N O_3 Ag$ .—Este compuesto recibió el nombre de *piedra infernal*.

Es sólido, susceptible de cristalizar en láminas romboidales, incoloro, de sabor metálico desagradable, carácter que debe examinarse con precaución, porque destruye los tejidos, soluble en el agua, alcohol y disolventes en general.

En contacto con las sustancias orgánicas, el nitrato se ennegrece y la piel se mancha también de negro, porque se reduce aquél a plata metálica. Las manchas desaparecen si se lavan inmediatamente, o antes de que la piel sea destruída, con hiposulfito sódico.

Se obtiene disolviendo plata en ácido nítrico y evaporando después de filtrar por lana de vidrio para que cristalice.

Si la plata que se emplea tiene cobre, como la de las monedas, en este caso se formarán a la par los nitratos de plata y cobre, y para separarlos se evapora hasta que éste se descomponga; y separando por filtración el óxido de cobre formado, y evaporando después para concentrar el nitrato de plata, cristaliza éste por enfriamiento.

Para obtener los cilindros blancos que de este cuerpo circulan en el comercio, se funde el nitrato en ácido nítrico y se vierte en rieleras o moldes de hierro frotados de antemano con polvos de



talco. Para el nitrato gris sin ácido nítrico y los moldes se untan con sebo.

Se emplea disuelto para combatir enfermedades de la vista, como reactivo, etc. Sólido, con el nombre de piedra infernal, para quemar o destruir tejidos.

**94. Carbonato sódico**  $C O_3 Na_2$ .—Este cuerpo, que es el conocido con el nombre industrial de *sal de sosa*, tiene extraordinaria importancia en el comercio por sus variadas e importantes aplicaciones.

Es un polvo blanco, con sabor alcalino y cáustico, y muy soluble en el agua con desarrollo de calor. Cuando se hidrata, cristaliza en prismas grandes, que en contacto con el aire se florecen. En el alcohol es insoluble.

Es producto industrial que se extrae del cloruro sódico por el método de Leblanc, que, con ácido sulfúrico, se convierte en sulfato sódico, y éste, por el calor, en sulfuro sódico, el cual se transforma con carbonato cálcico en carbonato sódico en horno de reverbero.

Se emplea en gran cantidad en la fabricación de jabones y del vidrio, en el lavado de fibras textiles, desengrasado de lanas, utensilios de cocina, etc.

**95. Bicarbonato sódico**  $C O_3 H Na$ .—Es el llamado *bicarbonato*, empleado como alcalino para facilitar la digestión o neutralizar el exceso de ácido clorhídrico (*hiperclorhidria*).

Es cuerpo que se presenta en laminillas cristalinas incoloras y también en polvo blanco, de sabor salado, ligeramente alcalino y soluble en el agua; pero menos que el carbonato neutro, por lo cual se agita antes de tomarlo.

Este cuerpo cede fácilmente anhídrido carbónico, convirtiéndose en carbonato neutro.

Se obtiene haciendo pasar una corriente de anhídrido carbónico por una solución de *carbonato neutro*, o bien dejando la solución en contacto con el aire por algún tiempo.

Además de digestivo, se emplea en la fabricación de bebidas gaseosas, para limpiar objetos de oro, plata y otros usos.

**96. Carbonato cálcico**  $C O_3 Ca$ .—Es muy abundante en la naturaleza, cristalizado unas veces y amorfo otras, formando el



*espato de Islandia, aragonito, piedra litográfica, mármoles, y la variedad más extendida, que es la piedra caliza.*

Es blanco, poco soluble en el agua y algo más en la que tiene anhídrido carbónico, porque se transforma en bicarbonato.

La *caliza* se emplea en construcciones y en la fabricación de la cal y los *mármoles* en ornamentación.

**97. Fosfato tricálcico**  $(P O_4)_2 Ca_3$ .—Se encuentra en la naturaleza, formando la *fosfosita, esparragina, etc.*

Es sólido, amorfo, blanco o verdoso, y casi insoluble en el agua.

Se emplea para fabricar los *superfosfatos* mediante el ácido sulfúrico, que convierte el fosfato tricálcico insoluble en monocálcico soluble para que pueda ser absorbido por las raíces de las plantas.

A estos superfosfatos se los llama minerales para distinguirlos de los superfosfatos de huesos; y cualquiera que sea su procedencia, se deben emplear inmediatamente después de preparados para evitar la *retrogradación*, que consiste en que el fosfato monocálcico, por la acción de los agentes químicos, se convierte en dicálcico, que no es soluble; pero, con todo, éste podrá ser absorbido por las raíces de las plantas siempre que en el suelo existan sales amónicas u otras que lo hagan asimilable.

**98. Permanganato potásico**  $Mn O_4 K$ .—Es una sal cristalizada en rombos, de color rojo oscuro, con reflejos metálicos, que pierde rápidamente en contacto con el aire; soluble en el agua, dando un líquido rojo cuando está diluido, y violeta, si concentrado, disoluciones que se alteran con el tiempo y por la luz.

Por el calor se descompone en manganato potásico, bióxido de manganeso y oxígeno.

El ácido sulfúrico reacciona con él dejando oxígeno en libertad.

Estas últimas propiedades ponen de manifiesto sus aplicaciones como oxidante y desinfectante.

Se obtiene por la acción de una corriente de *gas carbónico* sobre una disolución de *manganato potásico*, que de color verde pasa a azul, violeta y rojo.

**99. Dicromato potásico**  $Cr_2 O_7 K_2$ .—Se conoce en el comercio con el nombre de *cromato rojo*.

Es sólido, que cristaliza en grandes prismas de color rojo anaranjado, de sabor amargo, soluble en el agua e insoluble en el alcohol. Por el calor se funde, y elevando la temperatura se descompone en cromato potásico amarillo y óxido crómico y verde.

Insolubiliza la gelatina con la luz.

Se obtiene del *hierro cromado*, que, con *nitro*, se transforma en cromato potásico, y éste, con ácido nítrico, en dicromato potásico.

Se emplea en tintorería, obtención del ozono, pilas eléctricas, etcétera.

**100. Cloruro sódico** *Cl Na*.—Es la sal común, *sal gema* o sal de cocina.

Es cuerpo sólido, que cristaliza en cubos, incoloro, de *sabor salado*, muy soluble en agua y poco en alcohol.

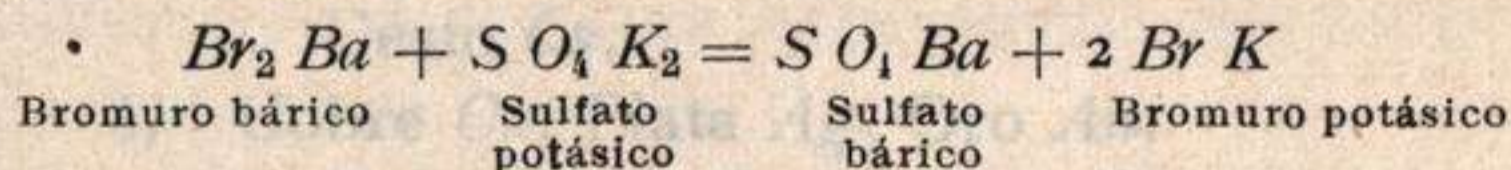
Tiene la propiedad de ser *delicuescente*, o sea que absorbe la humedad de la atmósfera para disolverse en ella; y por el agua que tiene interpuesta es por lo que salta o *crepita* al echarlo sobre las ascuas.

Se extrae de minas, como la importante de Cardona (*sal de piedra*), o evaporando en estanques el agua del mar, como en Torrevieja (*sal de agua*).

Se emplea para la conservación de la carne y pescado, como condimento, para fabricar ácido clorhídrico, etc.

**101 Bromuro potásico** *Br K*.—Cuerpo que cristaliza en cubos incoloros o de color blanco, de sabor salado, soluble en el agua y fusible sin descomponerse.

Se obtiene del *bromuro de bario* y el *sulfato potásico*.



Se usa para obtener el bromo; en medicina, como sedante del sistema nervioso, etc.

**102. Ioduro potásico** *I K*.—Es sólido, cristalizado en cubos incoloros o blancos, es inodoro, de sabor acre y salado, muy soluble en el agua y poco en alcohol.

Se prepara por la reacción entre el yodo y la potasa disuelta.

Se emplea como excitante nutritivo.

**103. Sulfuro de plomo** *S Pb*.—Es el mineral llamado *galena*.

Es sólido, de color gris plomizo, con brillo metálico. Se presenta unas veces cristalizado y otras en masas de estructura variable; por el calor se funde, y al enfriarse resulta una masa cristalina.

El ácido clorhídrico le ataca, desprendiendo ácido sulfhídrico, y con ácido nítrico, ayudado por el calor, se transforma en nitrato y sulfato de plomo.

Se obtiene calentando granalla de plomo con azufre.

Se emplea para extraer el plomo y para el vidriado de las vasijas de barro con el nombre de *alcohol de alfareros*.

**104. Sulfuro mercúrico** *S Hg*.—Este cuerpo es el llamado *cinabrio*, *bermellón* y *sangre de dragón*.

Este compuesto lo presenta la naturaleza cristalizado o en masas de color rojo, inodoro, insípido e insoluble en el agua y en el alcohol.

Por el calor se vuelve negro, y al enfriarse recobra su color. A mayor temperatura se descompone en anhídrido sulfuroso y mercurio.

Se emplea para obtener el mercurio y en pintura.

## CAPITULO IX

### TAXONOMÍA QUÍMICA

**105. Sistema periódico.**—Es una de las clasificaciones de los cuerpos simples.

Esta clasificación fué iniciada por varios químicos, y completada y establecida en la ciencia por Meyer y Mendeleieff, por lo que lleva sus nombres.

El carácter elegido para agrupar los cuerpos es el del orden creciente de sus pesos atómicos, sustituido después por el *número atómico*, que es el de su orden, y representa próximamente la mitad de sus pesos atómicos.

La clasificación periódica se compone de dos grupos preliminares: uno, en el que sólo está el hidrógeno, y otro, llamado argónico, por estar incluido el argón, que empieza por el helio; y ocho grupos con los demás cuerpos, subdivididos cada uno en dos subgrupos, que alternan entre sí periódicamente.

GRUPO HIDRÓGENO.—Hidrógeno *H*.

GRUPO ARGÓN.—Helio *He*, Neo *Ne*, Argón *A*, Kripto *Kr*, Xenon *X*.

GRUPO I. —a) Litio *Li*, Sodio *Na*, Potasio *K*, Rubidio *Rb*, Cesio *Cs*.

b) Cobre *Cu*, Plata *Ag*, Oro *Au*.

GRUPO II. —a) Berilio *Be*, Magnesio *Mg*, Calcio *Ca*, Estroncio *St*, Bario *Ba*, Radio *Ra*.

b) Zinc *Zn*, Cadmio *Cd*, Mercurio *Hg*.

GRUPO III. —a) Boro *B*, Aluminio *Al*, Selenio *Se*, Lantano *La*, Actinio *Ac*.

b) Galio *G*, Indio *In*, Talio *Tl*.

GRUPO IV. —a) Carbono *C*, Silicio *Si*, Titano *Ti*, Zirconio *Zr*, Thorio *Th*.

b) Germanio *Ge*, Estaño *Sn*, Plomo *Pb*.

- GRUPO V. —a) Vanadio *V*, Niobio *Nb*, Tántalo *Ta*.  
b) Nitrógeno *N*, Fósforo *P*, Arsénico *As*, Antimonio *Sb*, Bismuto *Bi*.
- GRUPO VI. —a) Cromo *Cr*, Molibdeno *Mo*, Tungsteno *W*, Urano *U*.  
b) Oxígeno *O*, Azufre *S*, Selenio *Se*, Teluro *Te*, Polonio *Po*.
- GRUPO VII. — a) Manganeso *Mn*.  
b) Fluor *F*, Cloro *Cl*, Bromo *Br*, Iodo *I*.
- GRUPO VIII. —a) Hierro, *Fe*, Rubidio *Rb*, Osmio *Os*.  
b) Níquel *Ni*, Paladio *Pa*, Platino *Pt*.

La importancia de esta clasificación está en que conocido el número atómico de un cuerpo (o lugar que ocupa en la clasificación), se pueden deducir propiedades físicas y químicas del mismo, que Mendeleiff expresó diciendo:

«Las propiedades físicas y químicas de los elementos son función periódica de sus pesos atómicos.»

Establecida la clasificación periódica se observa que, los elementos que componen el primer grupo, son los que forman bases fuertes, basicidad que va disminuyendo en el segundo y tercero, que en los del cuarto aparece el carácter ácido, que va aumentando hasta el sexto y se hace irregular en los dos últimos.

También aparecen reunidos los de la misma valencia hasta el cuarto grupo.

Y las propiedades físicas, conductibilidad calorífica, punto de fusión, etc., guardan cierta relación.

## CAPITULO X

### QUÍMICA ORGÁNICA

**106. Mundo orgánico.**—El conjunto de todos los seres animales y vegetales existentes componen el *mundo orgánico*.

Los seres orgánicos se caracterizan por estar constituidos de diversas partes u órganos de que carecen los minerales.

Los órganos en los animales superiores son los huesos, músculos, arterias, el estómago, etc., y en los vegetales, la raíz, el tallo, las hojas, flores y frutos.

**107. Elementos organógenos.**—Químicamente considerados, los órganos se encuentran formados de diversos elementos o cuerpos simples, de los cuales, unos se consideran como esenciales, por encontrarse en todos los seres, como el carbono *C*, Hidrógeno *H* y oxígeno *O*, en los vegetales, y los mismos elementos más el nitrógeno *N*, en los animales; y otros accidentales o que solo se encuentran en algunos, como el cloro *Cl*, fluor *Fl*, azufre *S*, fósforo *P* y silicio *S*, entre los metaloides, y el potasio *K*, sodio *Na* y calcio *Ca*, etc., entre los metales.

*Elementos organógenos*, son pues, los cuerpos simples de que están formados los órganos de los seres vivos; si bien la denominación se aplica exclusivamente a los elementos que no faltan o se han indicado como esenciales.

**108. Principios inmediatos.**—Los cuerpos simples enumerados no se encuentran en estado de libertad, sino que están combinados, formando los principios inmediatos, y ainorgánicos, como el agua  $H_2O$ , anhídrido carbónico  $CO_2$ , etc., ya orgánicos, como los azúcares, grasas, cuerpos albuminoides, almidón, celulosa, alcaloides, etc.

A estos compuestos se les llama especies químicas, siempre que su composición esté bien determinada.

**109. Análisis y síntesis.**—Se llama *análisis* a las operaciones

que se ponen en práctica para averiguar la composición de un cuerpo compuesto.

El análisis es cualitativo, si se limita a averiguar la naturaleza de los componentes, y cuantitativo, si además se llega a determinar la cantidad de cada uno de ellos.

Y síntesis, es la operación o serie de operaciones que se realizan para formar un cuerpo compuesto al combinar los simples que han resultado del análisis.

La síntesis sirve, por tanto, de prueba para reconocer si el análisis estaba bien hecho.

*Ejemplos:* Al descomponer el agua acidulada  $H_2O$  por la corriente eléctrica, se demuestra que está formada de dos volúmenes de hidrógeno  $H_2$  y uno de oxígeno  $O$  (análisis).

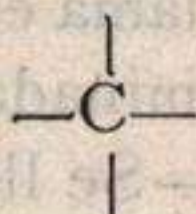
Si se mezclan dos volúmenes de hidrógeno  $H_2$  y uno de oxígeno  $O$ , y al través de la mezcla se hace saltar una chispa eléctrica, ambos gases se combinan completamente formándose agua  $H_2O$  (síntesis).

**110. Ligera historia del desarrollo de la química orgánica.** En un principio, se estudiaban en esta parte de la química, las sustancias que se formaban durante las funciones de los animales y vegetales, por creer que sólo podían formarse con intervención de la *vida o fuerza vital* exclusiva de estos seres; pero desde el año 1828 que Wöhler preparó la urea, sintéticamente, o en el laboratorio, el número de sustancias químicamente obtenidas, y que antes se creían exclusivas de los seres orgánicos, es considerable cómo se han descubierto otras que no estaban indicadas.

**111. Razones del enorme número de sustancias orgánicas que existen.**—El número de sustancias orgánicas es considerable, y no es dependiente de la variación de los elementos componentes, porque en la mayor parte sólo intervienen cuatro, que son: el carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

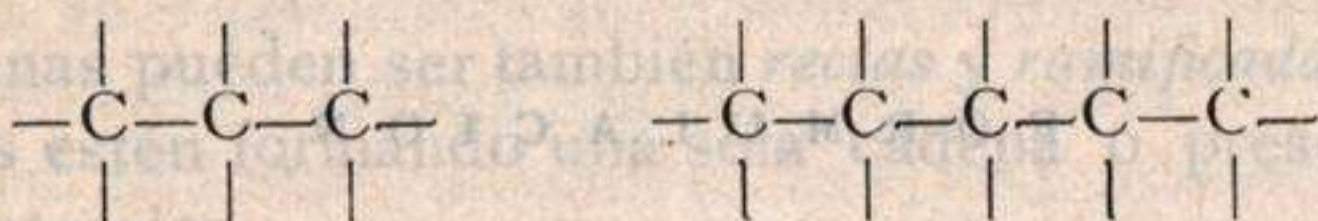
Se explica:

I.º Por que el átomo de carbono es tetravalente, esto es, que tiene cuatro valencias disponibles para combinarse con los demás elementos citados, de los que resultan gran número de compuestos

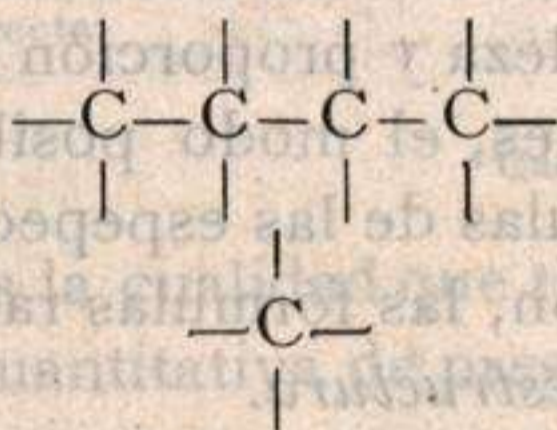




2.º A los átomos de carbono se les supone dotados de la propiedad de combinarse entre sí, neutralizando una, dos o más de sus valencias, formando series numerosas que a veces pasan de 60, y de las que resultan las cadenas de carbonos con gran número de valencias libres, o en condiciones de combinarse con otros elementos, que de ser con el hidrógeno resultarían los *hidrocarburos*



3.º Uno o más carbonos pueden estar combinados con otras cualesquiera de los de una serie, produciendo los *hidrocarburos isómeros* o de la misma composición cuantitativa



4.º Los carbonos terminales de cada cadena de carbonos, pueden quedar libres o engarzados entre sí por alguna valencia, dando lugar en este caso, a otros *hidrocarburos de cadena cerrada o cíclicos*.

5.º En lo sucesivo se verá cómo interviniendo el oxígeno e hidrógeno asociados *OH*, o el oxígeno sólo *O*, resultan de cada hidrocarburo diversas clases de alcoholes, así como de estos aldehidos, ácidos, éteres, etc.; es decir, se verá que de carbono, hidrógeno y oxígeno, están formados el alcohol del vino, el ácido del limón, el éter ordinario, el azúcar, el almidón, la madera, ecétera; y de los mismos elementos, con el nitrógeno, se compone la albúmina o clara de huevo, la carne, etc.

## CAPITULO XI

### F O R M U L A C I O N

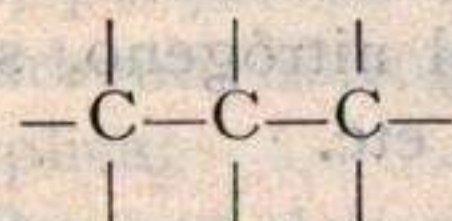
**112. Fórmulas orgánicas.**—Los cuerpos orgánicos se representan por agrupaciones de símbolos de los cuerpos simples de que están formados.

Las fórmulas empleadas son las llamadas *racionales*, que indican, además de la naturaleza y proporción en que se encuentran los elementos componentes, el modo posible de estar agrupados para constituir las moléculas de las especies químicas orgánicas.

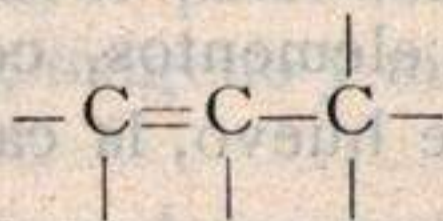
Por la última condición, las fórmulas racionales se llaman también de *constitución o de estructura*.

La mayor parte de las fórmulas de los cuerpos orgánicos derivan de la que representa el carbono, que es la de su símbolo, con cuatro rayitas para indicar su tetravalencia, o sea  $\begin{array}{c} | \\ -C- \\ | \end{array}$ .

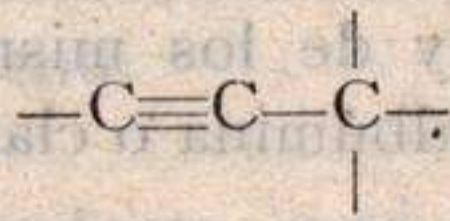
**113. Cadenas de carbonos.**—Ya se ha dicho que los átomos de carbono tienen la propiedad de combinarse entre sí, neutralizando una, dos o tres de sus valencias, formando los llamados engarces sencillos, dobles o triples, y las restantes, en condiciones de combinarse con otros cuerpos.



Engarces sencillos



Un engarce doble



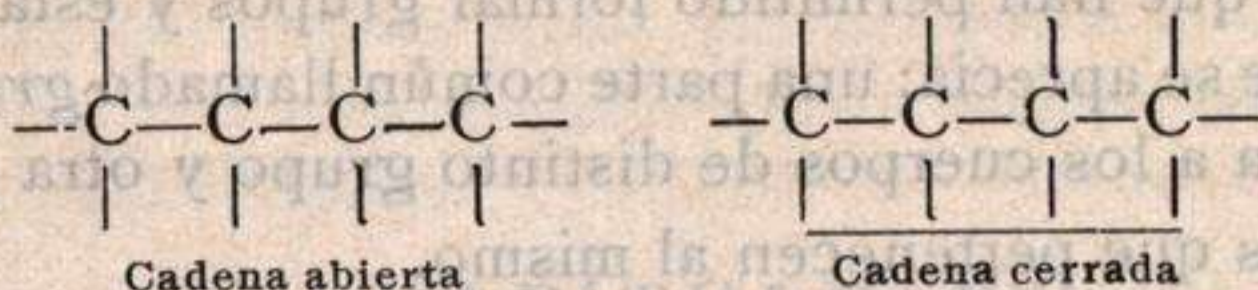
Un engarce triple

A estas representaciones esquemáticas de combinaciones o engarces se les llama *cadenas de carbonos*.

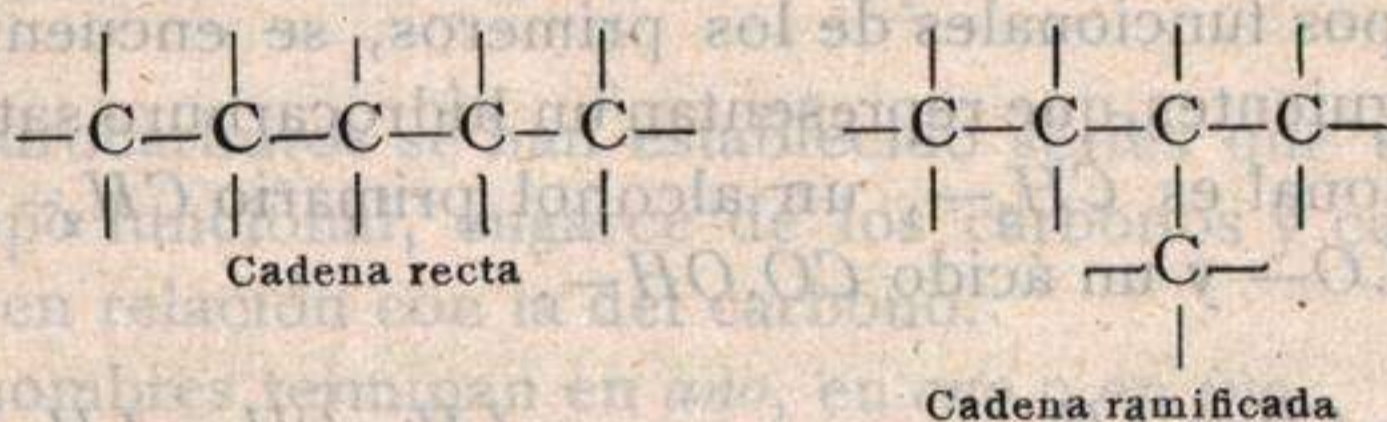
Las cadenas pueden ser abiertas y cerradas.

Las *cadenas*, son *abiertas*, cuando los carbonos primero y último

no tienen neutralizada ninguna valencia, y son cadenas *cerradas*, en caso contrario.



Las cadenas pueden ser también *rectas* y *ramificadas*, según que los carbonos estén formando una sola cadena o presenten una o más ramas laterales.



**114. Isomería.**—Es la cualidad que tienen algunos cuerpos de la misma composición cuantitativa de presentar propiedades físicas o químicas distintas.

La isomería puede ser de *función*, si los cuerpos son del mismo nombre o naturaleza, como la que representan los anteriores esquemas, y de *compensación*, cuando sean de distinto nombre.

**115. División de la química del carbono.**—Atendiendo a la estructura de las moléculas orgánicas y propiedades generales que presentan los compuestos orgánicos, se han dividido en dos grandes grupos o series: *acíclicos* o grasos y *cíclicos* o aromáticos, o de cadena de carbonos abierta y de cadenas de carbonos cerrada; subdividiéndose éstos, en *isocíclicos*, si los átomos que forman el anillo son iguales, y *heterocíclicos*, si en el anillo existe algún átomo diferente.

**116. Enumeración de los principales grupos funcionales.**—Son éstos los correspondientes a los:

Hidrocarburos....	Acidos. ....	Aminas. ....	Alcaloides.
Alcoholes.....	Eteres. . . . .	Amidas.....	Hidratos de carbono.
Aldehidos. ....	Esteres... . . . .	Nitrilos.....	Albuminoides.
Acetonas. ....			

**117. La función en química orgánica.**—Del estudio hecho de los diversos compuestos orgánicos se ha encontrado propiedades comunes que han permitido formar grupos y establecer fórmulas, en las que se aprecia: una parte común llamado *grupo funcional*, que diferencia a los cuerpos de distinto grupo y otra por la que se distinguen los que pertenecen al mismo.

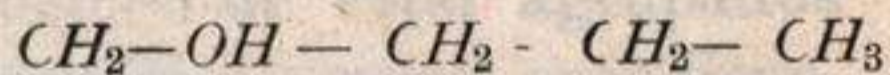
De los hidrocarburos derivan los alcoholes, y de éstos los que siguen hasta los esteres. Las aminas, amidas y nitrilos se hacen derivar del amoniaco. Los tres últimos se estudian independientemente.

Los grupos funcionales de los primeros, se encuentran en las fórmulas siguientes, que representan un hidrocarburo saturado, cuyo grupo funcional es  $CH_3-$ , un alcohol primario  $CH_2-OH-$ , un aldeido  $CH.O-$  y un ácido  $CO.OH-$ .

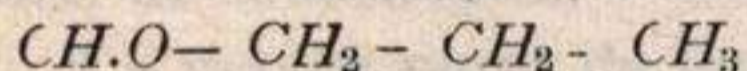


Función  
hidro-  
carburo.

"

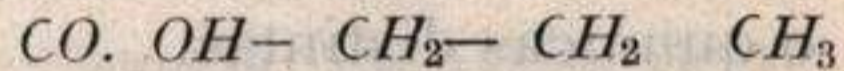


Función  
alcohol.



Función  
alde-  
hido.

"



Función  
ácido.

En los que se observa que de la función hidrocarburo ( $CH_3-$ ) se pasa a la del alcohol, sustituyendo un hidrógeno por un oxhidri-  
lo  $CH_2.OH-$ ; de esta a la de aldehido, separando dos hidrógenos por la acción del oxígeno  $CH.O-$ ; y si dos de hidrógeno se sustituyen por un oxígeno, resulta la del ácido  $CO.OH-$ .

Es propiedad característica de los *hidrocarburos* el engendrar fácilmente derivados clorados, bromados o yodados por sustitución; los *alcoholes*, por la acción de los ácidos, forman éteres con separación de una molécula de agua; los *aldehidos*, con los agentes oxidantes, se convierten en ácidos, con igual número de átomos de carbono que tiene el aldehido; y los *ácidos* porque con las bases producen sales, como los ácidos minerales.

Las demás funciones se pueden ver en la ligera descripción que de cada grupo de cuerpos se hace.

## CAPITULO XII

### SERIE ACÍCLICA

**118. Hidrocarburos.**—Son compuestos de carbono e hidrógeno.

De hidrocarburos se han establecido series que se diferencian en el grupo funcional, engarce de los carbonos y cantidad de hidrógeno en relación con la del carbono.

Los nombres terminan en *ano*, en *eno* o en *ino*.

		Segunda serie: <i>Eténicos</i> .
	Eteno . . .	$CH_2 = CH - H$
	Propeno.	$CH_2 = CH - HC_3$
	Buteno .	$CH_2 = CH - CH_2 - CH_3$
	.....	.....
		$C_n H_{2n}$
		Tercera serie: <i>Acetilénicos</i> .
	Etino....	$CH \equiv C - H$
	Propino.	$CH \equiv C - CH_3$
	Butino. .	$CH \equiv C - CH_2 - CH_3$
	.....	.....
		$C_n H_{2n - 2}$
Primera serie: <i>Metánicos</i> .		
Metano.	$CH_3 - H$	
Etano . .	$CH_3 - CH_3$	
Propano	$CH_3 - CH_2 - CH_3$	
Butano .	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	
.....	.....	
	$C_n H_{2n + 2}$	

Los hidrocarburos *metánicos* se caracterizan por el grupo funcional  $CH_3-$ , los engarces son sencillos y el número de átomos de hidrógeno es doble más dos, que el de los de carbono.

Los hidrocarburos *eténicos* tienen por grupo funcional  $CH_2 = CH-$ ; uno de los engarces, por lo menos, es doble; los demás sencillos, y el hidrógeno en doble cantidad que el carbono.

En los *acetilénicos* el grupo funcional es  $CH \equiv C-$ , un engar-

ce es triple y la cantidad de hidrógeno es el doble menos dos que la de carbono.

#### HIDROCARBUROS METÁNICOS.

**119. Metano.**  $CH_3 - H$ .—Es un gas que se desprende de las minas de carbón, al cual los mineros llaman *grisú*, que con el aire forma mezcla explosiva.

También se desprende de los *pantanos*, por la descomposición que experimenta la celulosa de las plantas fuera del contacto con el aire o cubierta por el agua.

**120. Cloroformo**  $CH - Cl_3$ .—Es un líquido derivado del hidrocarburo metano, por sustitución de tres átomos de hidrógeno por tres de cloro, con olor característico, que disuelve muchas sustancias, yodo, azufre, fósforo, grasas, resinas, caucho, etc. Se emplea en medicina como anestésico.

Resulta cloroformo con hipoclorito cálcico y alcohol.

**121. Yodoformo**  $CH - I_3$ .—Se presenta en láminas exagonales, de color amarillo de canario, olor azafranado, untuosas al tacto, de sabor dulce, insoluble en el agua y muy soluble en el éter, de cuya disolución, al evaporarse, resultan grandes cristales.

Se prepara electrolizando una mezcla de ioduro, con carbonato sódico y alcohol.

Se emplea en medicina como aséptico, anestésico, etc.

**122. Parafina.**  $C_{21}H_{46}$ .—Es un hidrocarburo de la serie primera, sólido, de color blanco y semitransparente.

Es combustible. Inatacable por los agentes químicos, a lo que alude su nombre.

Se emplea para impregnar los tapones esmerilados, impidiendo el que se unan al cuello de los frascos. Fundida, para cerrar herméticamente toda clase de recipientes. Se fabrican velas. Es aislador eléctrico.

Otros hidrocarburos líquidos de este mismo grupo forman la *gasolina* y la *nafta*, que se obtienen de la destilación de los petróleos naturales, los que dejan, además, como residuos, otros hidrocarburos sólidos, como la *vaselina*, *parafina*, etc.

#### HIDROCARBUROS ACETILÉNICOS.

**123. Etino o acetileno**  $C_2H_2$ .—Es un gas de olor característico, que arde con llama muy brillante y temperatura alta.

Se obtiene por la acción del *agua* sobre el *carburo de calcio*.

Se emplea en el alumbrado por acetileno.

**124. Gas del alumbrado.**—Es un mezcla de varios hidrocarburos y otros cuerpos que resultan de la destilación de las breas de hulla en retortas cerradas.

CAPITULO XIII

Es combustible, produciendo llama poco visible y de mucha temperatura, con desarrollo de calor.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

Los gases oxidados por el oxígeno, producen agua y anhídrido carbónico.

## CAPITULO XIII

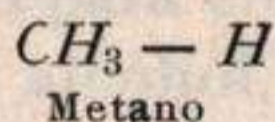
### ALCOHOLES, ALDEHIDOS, ACETONAS

**125. Alcoholes.**—Son cuerpos que resultan de la oxidación de los hidrocarburos.

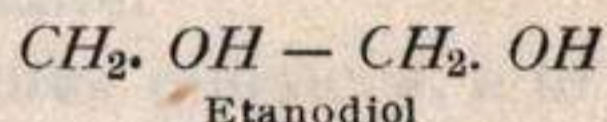
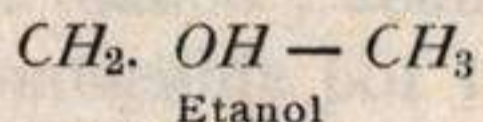
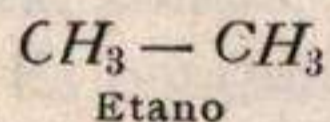
La oxidación se verifica por sustitución de átomos de hidrógeno en carbonos diferentes por igual número de oxhídridos, de cuya sustitución resultan tres grupos funcionales alcohólicos distintos,  $CH_2. OH-$ ,  $CH. OH-$ ,  $C. OH-$ , correspondientes, respectivamente, a alcoholes primarios, secundarios y terciarios.

Para su nomenclatura se termina el nombre del hidrocarburo, de donde procede, en *ol*, *diol*, *triol*, etc.

Así: del met-*ano* resulta el metan-*ol*.



del *etano*, el *etanol* y *etanodiol*



Atendiendo al número de estos grupos funcionales o número de oxhídridos, los alcoholes se dividen en *monoles*, *dioles* o *gliocolos*, *trioles* o *glicerinas*, etc.

**126. Metanol o alcohol metílico**  $CH_2. OH-H$ . Es el alcohol de madera. Es un cuerpo líquido, de olor característico, que disuelve las grasas, bencina, etc., y aunque arde con llama débil, desprende mucho calor.

Es venenoso. Se obtiene de los productos de la destilación seca de madera.

Se emplea, como combustible en la fabricación de barnices y para desnaturalizar y adulterar el alcohol ordinario.



**127. Etanol o alcohol etílico**  $C_2 H_5. OH$ .—Es el *alcohol ordinario*.

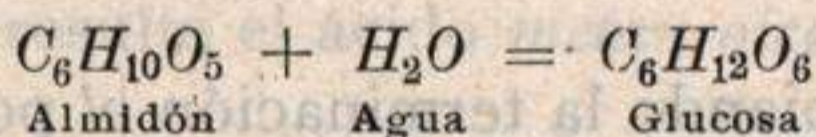
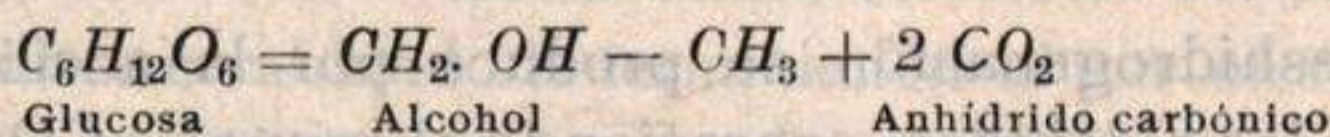
Es un cuerpo líquido que hierve fácilmente a  $78^\circ$  y no se solidifica hasta  $-130^\circ$ , de olor agradable, sabor quemante, soluble en agua, en todas proporciones, con disminución de volumen, y, menos denso que el agua.

Es combustible, produciendo llama poco visible y de mucha temperatura, con producción de agua y anhídrido carbónico.

Los agentes oxidantes lo transforman, primero, en aldehído etílico o etanal, y después, en ácido acético o etanoico.

El ácido sulfúrico, en éter o etano-oxi-etano.

Se obtiene de la destilación de los líquidos resultantes de fermentaciones que hayan tenido *azúcar*, o convertido en esta sustancia, como el *almidón*, la *fécula*, etc.

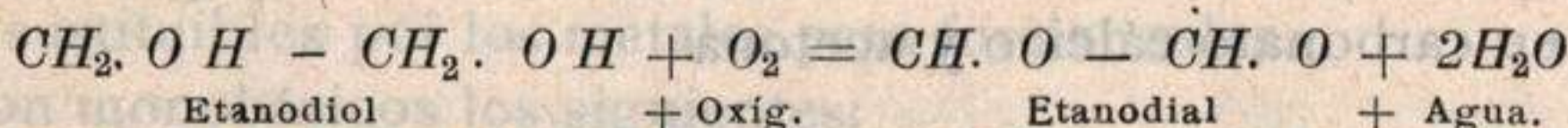
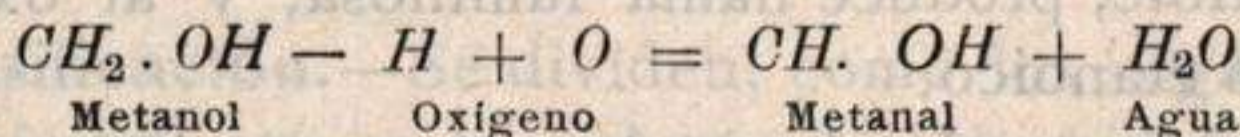


**128. Aldehídos.**—Son cuerpos que resultan de la deshidrogenación de los alcoholes primarios.

La deshidrogenación se verifica por la acción del oxígeno que se apodera de dos átomos de hidrógeno del alcohol, apareciendo el grupo funcional aldehídico  $CH.O$ — que los caracteriza.

Para la denominación se cambia la terminación *ol* en *al*, o la *diol* en *dial*.

Así, del metan-*ol* resulta el metan-*al*.



Atendiendo al número de grupos funcionales se dividen en *aldehídos sencillos* y *aldehídos dobles*, según tengan uno o dos grupos funcionales.

**129. Metanal**  $C H . O H$ .—En el comercio se conoce con el nombre de *formol*.

Es un cuerpo gaseoso, de olor irritante, soluble en el agua, que es como se emplea, e insoluble en el amoniaco.

Reduce el nitrato de plata y los compuestos de cobre.

Se obtiene oxidando el *alcohol metílico* por intermedio del *carbón al rojo*.

Parece ser que en la naturaleza resulta de la combinación del anhídrido carbónico y el agua en presencia de la luz, dejando oxígeno libre, lo cual explica la *respiración clorofiliana* de las plantas.

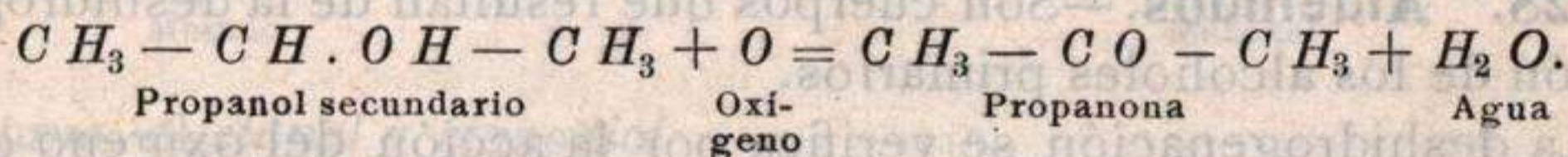
Se emplea como antiséptico, por la propiedad de coagular los albuminoides, siendo el que se utiliza en la desinfección de tranvías, etc.

**130. Cetonas**.—Son cuerpos que resultan de la deshidrogenación de los alcoholes secundarios.

La deshidrogenación se produce por la acción del oxígeno, como en los aldehidos, apareciendo el grupo —  $CO$  — característico de estos compuestos.

Se designan cambiando la terminación *ol* por *ona*.

Así del *propan-ol* resulta la *propan-ona*

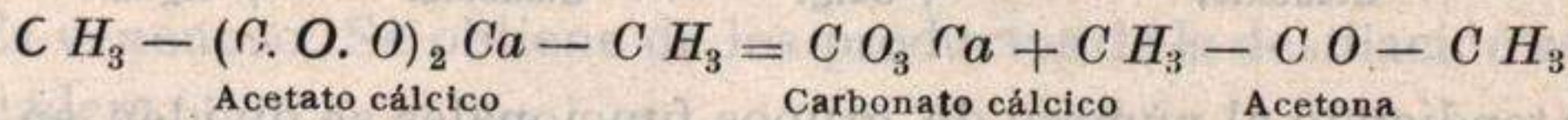


**131. Propanona**  $C H_3 - C O - C H_3$ .—Es la *acetona ordinaria*.

Es un líquido de olor agradable, parecido al del alcohol de quemar, menos denso que el agua, y que hierve a pocos grados,  $56^\circ$ . Es soluble en los disolventes neutros y disuelve las grasas, resinas, etc.

Es combustible, produce llama luminosa, y al oxidarse forma ácido acético o etanoico.

Se obtiene calentando el *acetato* o *etanoato cálcico*, que se transforma en carbonato cálcico y acetona



Se emplea como disolvente; para soldar los objetos de celuloide, etcétera.

## CAPITULO XIV

### ÁCIDOS.—ÉTERES.—ESTERES

**132. Ácidos.**—Son cuerpos que resultan de la oxidación de los alcoholes.

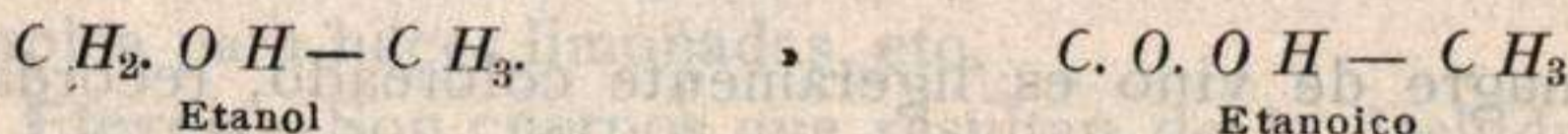
La oxidación tiene lugar por sustitución de dos átomos de hidrógeno del grupo funcional de los alcoholes primarios por un oxígeno, de lo que resulta el grupo funcional ácido  $C. O. O H$  llamado *carboxilo*.

Se les da nombre cambiando la terminación *ol* por *oico*, *dioico*, *trioico*, etc., si los ácidos aparecen con dos, tres, etc. carboxilos.

Así del *metan-ol* resulta el ácido *metan-oico*.



del *etan-ol*, el *etan-oico*



del *etano-diol*, el *etano-dioico*



**133. Clasificación.**—Se dividen, como los orgánicos, en *monobásicos*, *bibásicos*, etc., según el número de hidrógenos carboxílicos sustituíbles por los metales para formar sales.

Son monobásicos los siguientes:

<i>Metanoico</i> (ácido fórmico).....	CO.OH—H
<i>Etanoico</i> (ácido acético).....	CO.OH—CH <sub>3</sub>
<i>Propanoico</i> (ácido propiónico).....	CO.OH—CH <sub>2</sub> —CH <sub>3</sub>
.....	.....

<i>Exadecanoico</i> (ácido palmítico).....	$\text{CO.OH}-(\text{CH}_2)_{14}-\text{CH}_3$
<i>Heptadecanoico</i> (ácido margárico)..	$\text{CO.OH}-(\text{CH}_2)_{15}-\text{CH}_3$
<i>Octadecanoico</i> (ácido esteárico).....	$\text{CO.OH}-(\text{CH}_2)_{16}-\text{CH}_3$
.....	.....
<i>Etanodioico</i> (ácido oxálico) .....	$\text{CO.OH} - \text{CO.OH}$
<i>Propanodioico</i> (ácido malónico). ...	$\text{CO.OH}- \text{CH}_2-\text{CO.OH}$
<i>Butanodioico</i> (ácido succínico).....	$\text{CO.OH}-(\text{CH}_2)_2-\text{CO.OH}$
.....	.....
<i>Butanoldioico</i> (ácido málico).....	$\text{CO.OH}-\text{CH.OH}-\text{CH}_2 \text{ CO.OH}$

**134. Acido etanoico o acético**  $\text{C O . O H} - \text{C H}_3$ .—Es el ácido que contiene el *vinagre*.

Es líquido que cristaliza rápidamente por enfriamiento cuando no contiene agua, incoloro, de sabor muy intenso, se disuelve en el agua en todas proporciones con reducción de volumen. Hierve a  $118^\circ$  y su vapor es combustible.

Se obtiene en los laboratorios por la *fermentación* activa del *alcohol*, o del *acetato potásico* por el *ácido sulfúrico*.

En la industria, de la destilación seca de la madera.

Se emplea en los laboratorios como reactivo; en farmacia, como medicamento; y en la industria, en la preparación de algunos compuestos, albayalde, etc.

**135. Vinagres.**—Son soluciones acuosas de ácido acético y otras sustancias resultantes de la transformación de líquidos alcohólicos.

El vinagre de vino es ligeramente coloreado, recordando al vino, con olor agradable y sabor agrio. Contiene disuelto crémor tártaro.

Se obtiene oxidando el alcohol que contiene el vino por el oxígeno del aire, ayudado por un fermento, que es un hongo, *mycoderma aceti*, lo cual se consigue valiéndose de cubas de poco fondo y gran superficie.

Convertido el alcohol en vinagre, se va sacando vinagre y añadiendo vino diariamente para que la fermentación no se detenga.

El vinagre que se emplea para la mesa no contiene más que el 3 ó 4 por 100 de ácido acético.

**136. Jabones.**—Son sales que resultan al reaccionar los ácidos grasos, y principalmente el oleico, con la sosa o la potasa cáustica.

Los de sodio, que son los generalmente usados, son *duros*, y los de potasio, *blandos*.

**137. Bujías esteáricas.**—Se fabrican separando de los sebos de vaca, oveja, etc., el ácido esteárico, con el que se forma estearato cálcico, sal que se descompone con ácido sulfúrico.

Separado el ácido esteárico, se echa en moldes cilíndricos, en cuyo eje está dispuesta la mecha, y con ello queda fabricada la bujía.

**138. Acido metiloico-pentanol-dioico o cítrico**  $C O . O H - C H_2 - C . O H - C H_2 - C O . O H$  —  
 $\begin{array}{c} | \\ C O . O H \end{array}$  —Es el ácido del *limón*, y,

como se desprende de su denominación, es un compuesto de función mixta.

Es sólido, cristalizado, blanco, con sabor agrio y soluble en el agua.

El calor lo descompone, despidiendo humos irritantes y dejando residuo de carbón.

Se obtiene del *zumo de los limones*, que se calienta para coagular los albuminoides, después se añade cal para formar citrato cálcico, y, por último, con ácido sulfúrico, se consigue dejar libre el ácido cítrico.

Evaporando la disolución y abandonándola, el ácido cristaliza.

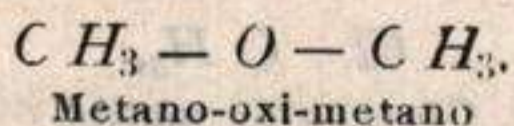
Se emplea para hacer limonadas, etc.

**139. Eteres.**—Son cuerpos que resultan de la deshidratación de los alcoholes.

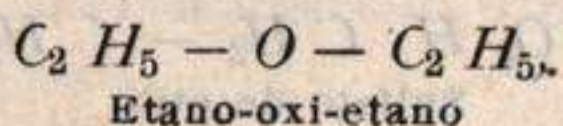
La deshidratación aparece con la separación de una molécula de agua de cada dos moléculas de alcohol.

Para su nomenclatura se lee la palabra *oxi* (oxígeno) entre los nombres de los hidrocarburos, de donde derivan los alcoholes.

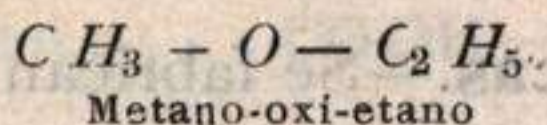
Así, de dos moléculas de *metanol* resulta el *metano-oxi-metano*



de dos de *etanol*, el *etano-oxi-etano*



de una molécula de *metanol* y otra de *etanol*, el



**140. Clasificación.**—Los éteres pueden ser *simples u homogéneos* y *mixtos o heterogéneos*, según procedan de un mismo alcohol o de dos alcoholes distintos.

De los ejemplos anteriores, los dos primeros son éteres simples, y el último, éter mixto.

**141. Etano-oxi-etano**  $\text{C}_2 \text{H}_5 - \text{O} - \text{C}_2 \text{H}_5$ .—Esté cuerpo es el llamado *éter*.

Es un líquido poco denso, de olor característico agradable, produciendo cierta insensibilidad, sabor quemante, poco soluble en el agua, más en el alcohol, y él es disolvente de muchos cuerpos.

Hierve a 35°; pero no es preciso calentarlo para obtener vapores, porque es cuerpo volátil, propiedad que obliga a cerrar herméticamente los frascos en que está contenido. Si se humedece la piel con éter, al evaporarse produce frío intenso.

Arde fácilmente.

Los densos vapores forman con el aire mezcla explosiva en contacto con la llama, por lo que es peligroso su manejo.

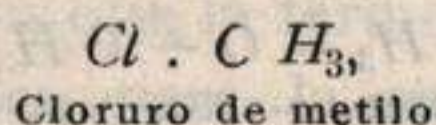
Se obtiene del *alcohol*, del que, por la acción del *ácido sulfúrico* a temperatura moderada, se desprenden vapores de éter, que se condensan en un recipiente o matraz, enfriado por chorro de agua.

Se emplea como disolvente, anestésico, etc.

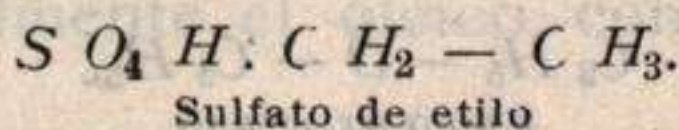
**142. Esteres.**—Son cuerpos que resultan de dos moléculas de compuestos distintos, una de un ácido y otra de alcohol.

Para su nomenclatura se hace terminar el ácido en *uro* o en *ato*, empleando en genitivo el nombre del radical alcohólico.

Así: del *ácido clorhídrico* y el *alcohol metílico*, resulta el *cloruro de metilo*



del *ácido sulfúrico* y el *alcohol etílico*, el *sulfato de etilo*



**143. Clasificación.**—Los esteres pueden ser: *haloideos* o de los ácidos hidrácidos y *oxaideos* o de los oxácidos, y éstos de ácidos minerales y orgánicos.

SON HALOIDEOS:

- Cloruro de metilo.....  $\text{Cl} \cdot \text{C H}_3$
- Cloruro de etilo.....  $\text{Cl} \cdot (\text{C H}_2 - \text{C H}_3)$

SON OXAIDEOS:

- Sulfato de etilo.....  $\text{S O}_4 \text{ H} \cdot (\text{C H}_2 - \text{C H}_3)$
- Etanoato de etilo.....  $\text{C O} \cdot \text{O} \cdot (\text{C H}_2 - \text{C H}_3) - \text{C H}_3$ .

**144. Sulfato ácido de etilo**  $\text{S O}_4 \text{ H} \cdot \text{C}_2 \text{H}_5$ .—A este cuerpo se llama también *ácido sulfovínico*.

Es un líquido siruposo, algo más denso que el agua y fácilmente descomponible por la acción del calor.

Calentado con bastante agua, se descompone en sus componentes ácido sulfúrico y alcohol etílico.

Se obtiene calentando en baño de maría, y durante varias horas, ácido sulfúrico concentrado y alcohol.

Se emplea para preparar los sulfovinatos, de los cuales el de sodio es purgante.

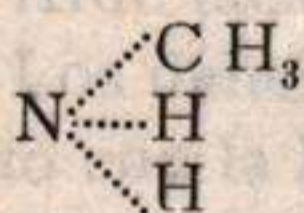
## CAPITULO XV

### AMINAS, AMIDAS, NITRILOS

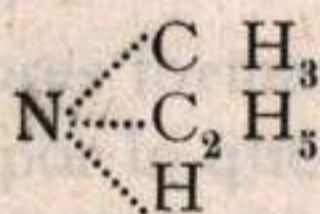
**145. Aminas.**—Son cuerpos que resultan de sustituir parcial o totalmente el hidrógeno del amoníaco por radicales positivos o alcohólicos.

Las aminas son *primarias*, si es un átomo de hidrógeno el sustituido por dichos radicales; *secundarias* cuando son sustituidos dos; y *terciarias*, si los sustituidos son los tres.

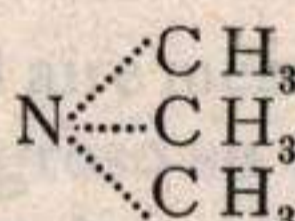
De la fórmula del amoníaco  $\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \text{N} \diagup \\ \text{H} \\ \diagup \text{N} \diagdown \\ \text{H} \end{array}$  resultan



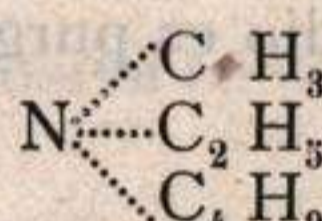
Am. primaria  
Metilamina



Am. secundaria  
Metiletilamina



Am. terciaria  
Trimetilamina

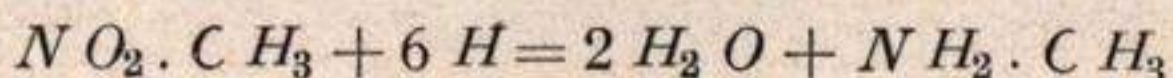


Am. terciaria  
Metiletilbutilamina

**146. Metalamina  $NH_2 \cdot CH_3$ .**—Es cuerpo gaseoso, incoloro y de olor nauseabundo, parecido al del amoníaco.

Tiene carácter básico, produciendo humos blancos con los ácidos. Arde con facilidad. Da coloración azul al cobre.

Se obtiene del metano nitrilo, que al hidrogenarse se convierte en agua y metilamina



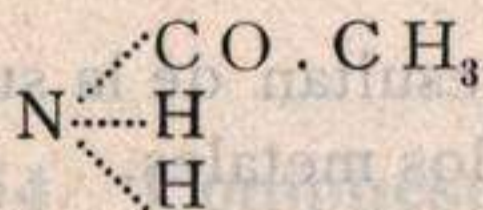
En la industria se desprende de la destilación seca de muchas sustancias.

**147. Amidas.**—Son cuerpos que resultan de la sustitución parcial o total de hidrógeno del amoníaco por radicales negativos o ácidos.

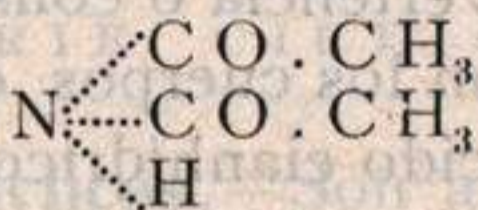


Las amidas son *primarias*, cuando es sustituido uno de hidrógeno; *secundarias*, si son sustituidos dos, y *terciarias*, si los tres son sustituidos.

De la fórmula del amoniaco  $N \begin{array}{l} \nearrow H \\ \cdots H \\ \searrow H \end{array}$ , resulta



Primaria  
Etanamida  
Acetamida



Secundaria  
Dietanamida  
Diacetamida



Terciaria  
Trietanamida  
Triacetamida

**148. Carbodiamida.**  $(NH_2)_2CO$ .—Esta diamida proviene de sustituir uno de hidrógeno del amoniaco por el radical del ácido carbónico que es divalente  $(CO)''$ .

Este cuerpo se llama también *urea*, que se encuentra abundante en la orina y en pequeña cantidad en la sangre.

Es sólido, cristaliza en el sistema prismático tetragonal, soluble en agua, poco en el alcohol e insoluble en el éter.

Es una base débil que, con los ácidos, forma sales, como la que forma con el ácido nítrico o nitrato de urea, que se presenta en escamas rómbicas.

En los laboratorios se extrae de la *orina*, evaporando gran cantidad, añadiendo ácido nítrico para transformarla en nitrato de urea, después carbonato bórico, que dará nitrato bórico y urea, que se separan con el alcohol, que disuelve a la urea y no al nitrato. En la industria, con carbonato obtenido de cenizas y amoniaco seco.

Se emplea para decolorar el ácido nítrico por su acción reductora, y en medicina, como diurético.

**149. Nitrilos.**—Son los compuestos que resultan del radical *cianógeno*.

Este radical se supone derivado del grupo funcional de los hidrocarburos saturados, o sea del melilo  $CH_3$  —, por sustitución de los tres átomos de hidrógeno por un nitrógeno, llamado *cianógeno*  $CN$  —, y entre sus compuestos es interesante él.

**150. Metano-nitrino**  $NC-H$ .—Este cuerpo es el que existe

en las almendras amargas o *ácido cianhídrico* o *prúsico* (Dios nos libre).

Es un líquido incoloro, con olor a almendras amargas, soluble en el agua, y desprende vapores que no deben respirarse, ni tocar el ácido, porque es el rey de los venenos. Arde con llama de color violeta.

Se forma al tratar un *cianuro* por el *ácido sulfúrico*; pero no debe obtenerse. Y valga la advertencia o consejo.

**151. Cianuros.**—Son los cuerpos que resultan de la sustitución del hidrógeno del ácido cianhídrico por los metales.

También resultan de la combinación directa del cianógeno con los metales.

De estos compuestos, el *cianuro ferroso* se combina con cuatro moléculas de cianuro potásico, y el *cianuro férrico* con tres del mismo para dar origen a los compuestos siguientes:

**152 Ferrocianuro potásico**  $((C N)_6 Fe)^{IV} K_4$ .—Es el cuerpo que en el comercio se expende con el nombre de *prusiato amarillo*, atendiendo a su color amarillo y al precipitado *azul de Prusia* que produce con las sales férricas, de ferrocianuro férrico, que en la industria se prepara calentando una mezcla de sustancias nitrogenadas con hierro y carbonato potásico.

**153. Ferricianuro potásico**  $((C N)_6 Fe)^{III} K_3$ .—Este es el *prusiato rojo*, por tener este color y porque con las sales ferrosas da un precipitado azul oscuro, *azul de Turbull*, de ferricianuro ferroso. La industria lo obtiene con disolución de *ferrocianuro potásico* y una corriente de cloro.

## CAPITULO XVI

### SERIE CICLICA

**154. Compuestos cíclicos.**—Son aquellos cuyas moléculas están formadas por anillos o ciclos de átomos.

Pueden ser estos compuestos *monocíclicos*, *bicíclicos*, *tricíclicos*, etcétera, según que sus moléculas tengan un solo ciclo, dos, tres, etcétera, que responden a las fórmulas generales  $C_n H_{2n-6} = C_6 H_6$ , el de la bencina;  $C_n H_{2n-12} = C_{10} H_8$ , el de la naftalina; y  $C_n H_{2n-18} = C_{14} H_{10}$ , el del antraceno.

Y son *homocíclicos* o *heterocíclicos*, según que los ciclos sean iguales o desiguales; es decir, según que algún carbono esté o no sustituido por otro elemento distinto.

**155. Bencina**  $C_6 H_6$ .—Es un líquido incoloro, de olor desagradable, si es impura, y etéreo la purificada; insoluble en el agua, soluble en el alcohol, éter, sulfuro de carbono, y es disolvente del yodo, azufre, fósforo, grasas, resinas, caucho, etc. Es menos densa que el agua. Hierve a  $80^\circ$ , y la mezcla de su vapor con el aire es explosiva.

Es combustible, ardiendo con llama fuliginosa.

Con el ácido nítrico forma el *nitrobenceno* o *esencia de mirbano*, con olor de almendras amargas, o al que despiden ciertos jabones de tocador perfumados con este cuerpo.

En los laboratorios se puede obtener por síntesis.

En la industria, destilando los aceites ligeros de la *brea de hulla*, recogiendo lo que pasa a  $80^\circ$

**156. Naftalina.**— $C_{10} H_8$ .—Es sólida, blanca, tiene olor característico, sabor ardiente, insoluble en el agua y soluble en los demás disolventes.

Se sublima a la temperatura ordinaria.

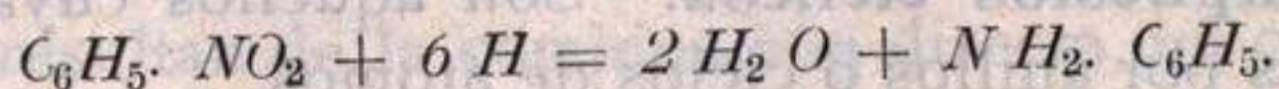
Arde con llama brillante.

Se extrae destilando los aceites de la brea, recogiendo lo que pasa a 200°.

**157. Fenilamina o anilina**  $N H_2 \cdot C_6 H_5$ . — Es líquido oleoso, incoloro, que se amarillea por la luz, de olor desagradable, poco soluble en agua y mucho en el alcohol.

Arde con llama blanca. Con el hipoclorito cálcico da coloración violada muy sensible y característica. Con los ácidos forma sales. Es venenosa.

Se obtiene con el *nitrobenceno* y una corriente de *hidrógeno*.



Se emplea en la fabricación de materias colorantes.

**158. Fenol**  $C_6 H_5 \cdot O H$ . — Como se desprende de la fórmula, este compuesto es un alcohol que resulta de la sustitución de un hidrógeno del hidrocarburo benceno por un oxhidrilo. Se llama también *ácido fénico*.

Es sólido, cristalizable, incoloro, que en contacto con el aire se enrojece débilmente. Es soluble en los disolventes generales, cáustico y peligroso por ser explosivo.

Se extrae el que contiene el *alquitrán de hulla*.

Se emplea como desinfectante.

**159. Nitrofenol**  $C_6 H_2 \cdot O H (N O_2)_3$ . — Es el *ácido pícrico*.

Cuerpo sólido, amarillo pálido, soluble en el agua y demás disolventes; la disolución en el petróleo es incolora. Por el calor, es explosivo.

Se obtiene con el *fenol* y *ácido nítrico*, con toda clase de precauciones.

Se emplea, por su poder colorante, en las quemaduras y en la fabricación de explosivos.

**160. Alcanfor**  $C_{10} H_{16} O$ . — Es un compuesto ciclico.

Cuerpo sólido, blanco, semitransparente y de olor característico. Poco soluble en agua y soluble en el alcohol (*alcohol alcanforado*). Volátil.

Se extrae de las *raíces* y *ramas* del *laurus camphora*.

Se emplea en medicina, en la fabricación del celuloide, etc.

## CAPITULO XVII

### ALCALOIDES

**161. Alcaloides.**—Son compuestos nitrogenados de carácter básico, que se encuentran, naturalmente, formados en las cortezas, frutos, savia, etc., de los vegetales, y, a veces, en tejidos y secreciones de los animales.

Son compuestos de cadena cerrada, a los que se supone derivados de núcleos químicos exagonales, entre los que están el *pirídico*, que tiene los engarces dobles, alternando con los sencillos, y en uno de sus vértices sustituido  $C H \equiv$  por el nitrógeno  $N \equiv$ . El núcleo *quinoleico*, representado por un doble exágono, uno bencénico y otro pirídico, en que dos de sus carbonos engarzan o neutralizan todas sus valencias.

ALCALOIDES DE VEGETALES.—Entre estos alcaloides están la

**162. Quinina**  $C_{20} H_{20} O_2 N_2$ .—Que se presenta en agujas incoloras o blancas. Su sabor es amargo y poco soluble en agua, a la que transmite marcadamente su sabor.

En los laboratorios se obtiene del *sulfato de quinina*, desalojando esta base por el *amoníaco*.

En la industria, con polvo de la corteza de ciertos árboles de la familia de las *rubiáceas* (quinas), que se pone en maceración con agua de cal para separar los ácidos, y después se trata con ácido sulfúrico, que lo transforma en sulfato, del que se separa la quinina.

De sus sales, el sulfato, clorhidrato, valerianato, etc., se emplean en medicina como tónicos, antineurálgicos y como febrífugos por excelencia.

**163. Morfina**  $C_{17} H_{19} O_3 N$ .—Es sólida, blanca, amarga, poco soluble en el agua, más en el alcohol.

Se extrae del *opio* exudado por las incisiones que se producen

en la cabeza de la adormidera. Este líquido se disuelve en el alcohol y se precipita la quinina por el amoniaco.

Sus sales se emplean como calmante del sistema nervioso; pero su uso frecuente o inmoderado produce la *morfinomanía* y fácilmente la muerte, por ser veneno activo.

La *atropina* se extrae, análogamente, de la raíz y de las hojas de la *belladona*. Se emplea el sulfato por la propiedad que tiene de contraer el iris o dilatar la pupila.

La *cocaína* se extrae de las hojas de la *coca*. Su clorhidrato lo emplean los médicos y dentistas como poderoso anestésico.

La *estricnina* se extrae de la nuez vómica. Se emplea el sulfato como veneno activo.

El grano de *café* contiene la *cafeína*, empleada en medicina.

Las hojas de *tabaco*, la *nicotina*, que es líquida y muy venenosa.

## CAPÍTULO XVIII

### HIDRATOS DE CARBONO

**164. Hidratos de carbono.**—Son cuerpos formados por que contienen estos dos últimos elementos en la misma proporción que para formar agua, carbono, hidrógeno y oxígeno.

Se dividen en monosacáridos, disacáridos y polisacáridos.

Son *monosacáridos*, los constituídos por moléculas de la forma  $C_6 H_{12} O_6$ ; *disacáridos*, aquellos cuyas moléculas están formadas por dos de monosacárido, con separación de una de agua  $C_{12} H_{22} O_{11}$ ; y *polisacáridos*, los que tienen las moléculas formadas por tres o más moléculas de monosacáridos, con separación de otras tantas de agua  $(C_6 H_{10} O_5)_n$ .

Los monosacáridos y disacáridos se estudian con el nombre de *azúcares*, y los polisacáridos, con el de *hidratos de carbono propiamente tales*.

**165. Azúcares.**—Son sustancias de sabor dulce, con varias funciones alcohólicas y una aldehídica o ya cetónica.

Comprenden dos grupos, el de las *glucosas* o monosacáridos y el de las *sacarosas* o disacáridos.

Para su denominación se conserva la nomenclatura antigua, o sea empleando una palabra que recuerda el fruto, planta o sustancia de la que se extrae. Así se dice azúcar de uva o *glucosa*, azúcar de caña o *sacarosa*, azúcar de leche o *lactosa*, etc.

Esta nomenclatura está dispuesto que se sustituya por una palabra que indique el número de átomos de carbono que el azúcar contiene con la terminación *osa* o *biosa*.

Así se dice: triosa, tetrosa, pentosa, exosa, etc., para las que sean monosacáridos, y tribiosa, tetrabiosa, pentabiosa, exabiosa, etc., para los disacáridos.

Otras denominaciones tienen que indican la clase y número de

funciones químicas. Así la *glucosa*, que proviene del exano y es cinco veces alcohol y una aldehído, será la *exano-pentol-al*.

**166. Glucosa**  $C_6 H_{12} O_6$ .—Es el azúcar llamada de *uva*, por encontrarse en este fruto. Se encuentra además en otros frutos, y en la miel, hígado, etc. Cuando se encuentra en la orina produce la enfermedad llamada *diabetes*.

Es sólida, difícilmente cristalizable en láminas exagonales, menos dulce y soluble en el agua que la sacarosa y más en el alcohol.

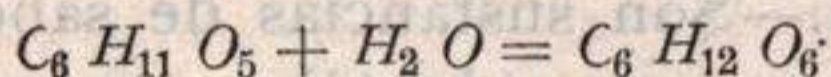
Si se hierve con hidrato potásico adquiere coloración parda. Reduce al licor Fehling, que es una disolución cupro-potásica, a óxido cuproso rojo. Calentado con nitrato de plata amoniacal se precipita plata especular.

Fermenta con la levadura de cerveza, transformándose en alcohol etílico y anhídrido carbónico



En los laboratorios no se prepara, aunque se puede extraer directamente de la miel.

En la industria se obtiene de la fécula y almidón, hidrolizando estos cuerpo con ácido sulfúrico diluido



Se emplea en confitería, en la industria para colorear licores, etcétera.

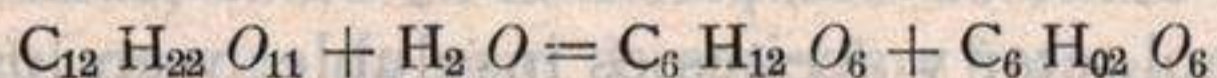
**167. Sacarosa**  $C_{12} H_{22} O_{11}$ .—Es la llamada *azúcar de caña*, por encontrarse en esta planta, como la contiene la remolacha, el sorgo, etcétera.

Es sólida, y cuando cristaliza en grandes prismas oblicuos es conocida con el nombre de *azúcar cande*, y si en pequeños, con el nombre de *azúcar en panes*.

Por el calor se funde,  $160^\circ$ , transformándose en una masa amarillenta que, al enfriarse, toma aspecto vítreo, *caramelo*, y a mayor temperatura,  $190^\circ$ , pierde dos moléculas de agua y se convierte en otra masa oscura y de sabor amargo, *caramelo de los químicos*; si la temperatura es todavía mayor se reduce a carbón.



Con hidrato potásico no adquiere matiz pardo. No reduce a las sales de cobre. No fermenta directamente con la levadura de cerveza, a no ser que antes se invierta, esto es, se convierta en glucosa y levulosa por la acción de los ácidos diluidos o por el fermento invertasa



Se obtiene de los *zumos* de la caña de azúcar o de remolacha. Sus aplicaciones son de todos conocidas.

**168. Lactosa**  $C_{12} H_{22} O_{11}, H_2 O$ .—Es el azúcar de la *leche*.

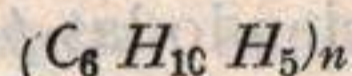
Este azúcar no experimenta la fermentación alcohólica.

Al desarrollarse el *bacillus lacticus*, la leche se agria, porque la lactosa se transforma en ácido láctico y a la vez se coagula.

Se obtiene del *siero de la leche* o líquido que queda después de separar de la leche la manteca por el batido y la caseína por coagulación por los ácidos o por el cuajo.

**169. Polisacáridos**.—Son compuestos formados por varias moléculas de glucosa con separación de otras tantas de agua.

Responden a la fórmula general



Se diferencian de los azúcares por no ser dializables; no reducen al licor Fehling, ni experimentan la fermentación alcohólica directamente.

Se estudian en dos grupos: el de las *sustancias amiláceas* o almidones, y el de las *celulósicas* o celulosas.

El de las *amiláceas* comprende

Almidón

Dextrina

Gomas

.....

y el de las *celulósicas*

Celulosa

Derivados de ésta.



**170. Almidón** ( $C_6 H_{10} O_5$ ).—Es un cuerpo sólido, que se presenta en granos aglomerados, si procede de los cereales (almidón), y en capas superpuestas, si de los tubérculos (fécula).

Es blanco, insoluble en el agua fría, en la caliente se hincha, produciendo el engrudo de almidón, que a mayor temperatura se hace soluble y se convierte, por último, en dextrina.

En el alcohol, éter y aceites es insoluble, y en los álcalis se disuelve.

Con ácido sulfúrico muy diluído se hidroliza, esto es, se combina con el agua, transformándose en glucosa, suceptible ya de fermentar.

Con el yodo toma color azul, que desaparece por el calor, y lo recobra, en parte, cuando se enfría.

Se obtiene en los laboratorios un poco de almidón haciendo una masa con *harina* y *agua* y exponiéndola entre los dedos a una corriente de agua para que el agua arrastre el almidón, que se va reuniendo en el fondo de un vaso. El gluten queda entre las manos.

En las grandes industrias aprovechan como primera materia el gluten, destinado a la fabricación de sopas, y el almidón como producto secundario.

La fécula se extrae reduciendo las *patatas* a pulpa fina, que se dispone sobre un tamiz espeso, al que se hace llegar un chorrito de agua, líquido que obliga a pasar a la fécula al través del tamiz, la cual se decanta y se seca para conservarla.

Tanto el almidón como la fécula se emplean en economía doméstica, en la industria, medicina, etc.

**171. Dextrina** ( $C_6 H_{10} O_5$ )<sub>4</sub>.—Esta sustancia tiene la misma composición que el almidón, y de éste se obtiene por tostación, del que se diferencia por ser soluble en agua y teñirse de rojo por el yodo.

**172. Gomas.**—Son sustancias de composición no bien definida, segregadas por algunos árboles, como el cerezo, albaricoquero, etcétera.

Son incristalizables, y se diferencian unas de otras por su aspecto y porque en el agua se disuelven o se ablandan, dando líquidos espesos que se destinan para pegar; en el alcohol, éter y demás disolventes neutros, son insolubles.

Se consumen en gran cantidad en las fábricas de tejidos, papel, etcétera.

**173. Celulosa.**—Es la sustancia que está formando la membrana de las células vegetales.

Es amorfa. Insoluble en los disolventes neutros; soluble en reactivos especiales, como en la disolución de óxido cúprico amoniacal y en la de cloruro de zinc. Los ácidos fuertes y bases enérgicas la atacan y destruyen.

Se obtiene del *lino*, *algodonero* etc., y restos de industrias que se tratan por líquidos alcalinos y corriente de agua para separar las sustancias que acompañan a la celulosa.

Se emplean también los *trapos* y *papel* desmenuzados, los que, decolorados con hipoclorito cálcico y tratados por el alumbre, para disolver la parte gomosa, dejan aislada la celulosa.

**174. Derivados de la celulosa.**—Son numerosos y muchos explosivos.

El *papel pergamino* se prepara introduciendo el papel sin cola, por unos momentos, en ácido sulfúrico diluído para que la celulosa se transforme en hidrocélulosa, que al secarse toma la consistencia característica de dicho papel.

El *algodón pólvora* (piroluxita), explosivo, que se obtiene con la celulosa y el ácido nítrico.

El *celuloide*, muy inflamable, que es una mezcla de algodón pólvora y algodón, etc.

## CAPITULO XIX

### ALBUMINOIDES

**175. Albuminoídes.**—Son sustancias sulfonitrogenadas o formadas por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre con gran número de átomos en sus moléculas.

Para el estudio de estos cuerpos sirve de tipo la *albúmina* o clara de huevo.

Son cuerpos en general de aspecto viscoso, semitransparentes, insípidos; absorben el agua, con la que forman pseudodisoluciones o emulsiones, de las que las precipita el alcohol y ciertas disoluciones salinas, como el subacetato de plomo.

Son coagulables por el calor, y quemándolas a fuego directo despiden olor a cuerno quemado.

El ácido nítrico las colorea de amarillo, coloración que el amoníaco cambia en anaranjado.

De estas sustancias nitrogenadas se han establecido cuatro grupos, atendiendo a que sean o no solubles en las disoluciones salinas y a que se coagulen o no por el calor. Estos grupos son: proteínas, proteídos, albuminoídes y albuminoídes transformados.

Entre las PROTEÍNAS están: la *albúmina* de la clara de huevo, *serina* de la sangre, *mioalbúmina* de la carne, *globulina* de los glóbulos, *fibrina* de la sangre, el *gluten* de la harina, etc.

En los PROTEÍDOS: la *hemoglobina* da color a los glóbulos de la sangre, la *caseína* está en el queso, la *legumina* en los vegetales, etcétera.

Entre los ALBUMINOIDES: la *oseína* de los huesos, *cartilaginina* de las ternillas, *queratina* de los pelos, etc.

Y como productos de los ALBUMINOIDES TRANSFORMADOS, además

de la urea y ácido úrico de la orina, están las *tomáinas*, que aparecen en la descomposición de los cadáveres.

Como se desprende, estas sustancias componen los órganos vegetales y animales, y las de los primeros grupos constituyen los alimentos plásticos o nitrogenados.

CAPÍTULO XX

176. **Electricidad.**—Es una forma de energía de origen físico.

La electricidad se manifiesta por atracciones y repulsiones de los cuerpos y por fenómenos de calor y luz.

Si con un paño de lana, piel de gato, etc. se frota el extremo de un cuerpo conductor se produce una electricidad que atrae los cuerpos ligeros.

177. **Péndulo eléctrico.**—Es un aparato que sirve para probar si los cuerpos están o no electrizados.

El péndulo eléctrico (fig. 22) se compone sencillamente de una estirpe de metal de sauco suspendida por un hilo de seda de un soporte terminado en arco, estirpe que, por ser poco pesada, puede ser fácilmente atraída y repelida.

178. **Distinción de dos especies de electricidad.**—Al aproximarse un cuerpo electrizado al péndulo eléctrico, la estirpe de éste atraída por aquel y después del contacto repelida.

179. **Naturaleza de la electricidad.**

180. **Experimentos para probar la naturaleza de la electricidad.**

181. **Experimentos para probar la naturaleza de la electricidad.**



de la urea y ácido úrico de la orina. están las formadas, que space  
con en la descomposición de los carbóates.  
Como se desprende, estas sustancias componen los órganos  
vegetales y animales, y las de los primeros grupos constituyen los  
alimentos plásticos o nitrogenados.

# ELECTRICIDAD

## CAPITULO XX

**176. Electricidad.**—Es una forma de energía de origen desconocido.



Fig. 21-Primer fenómeno eléctrico.

La electricidad se manifiesta por atracciones y repulsiones de los cuerpos y por fenómenos físicos y químicos en general.

Si con un paño de lana, piel de gato, etc., se frota el ámbar (figura 21), este cuerpo adquiere la propiedad de atraer pedacitos de

papel, barbas de pluma y a otros cuerpos poco pesados.

**177. Péndulo eléctrico.**—Es un aparato que sirve para probar si los cuerpos están o no electrizados.

El *péndulo eléctrico* (fig. 22) se compone sencillamente de una esferilla de médula de sauco suspendida por un hilo de seda de un soporte terminado en arco, esferilla que, por ser poco pesada, puede ser fácilmente atraída y repelida.

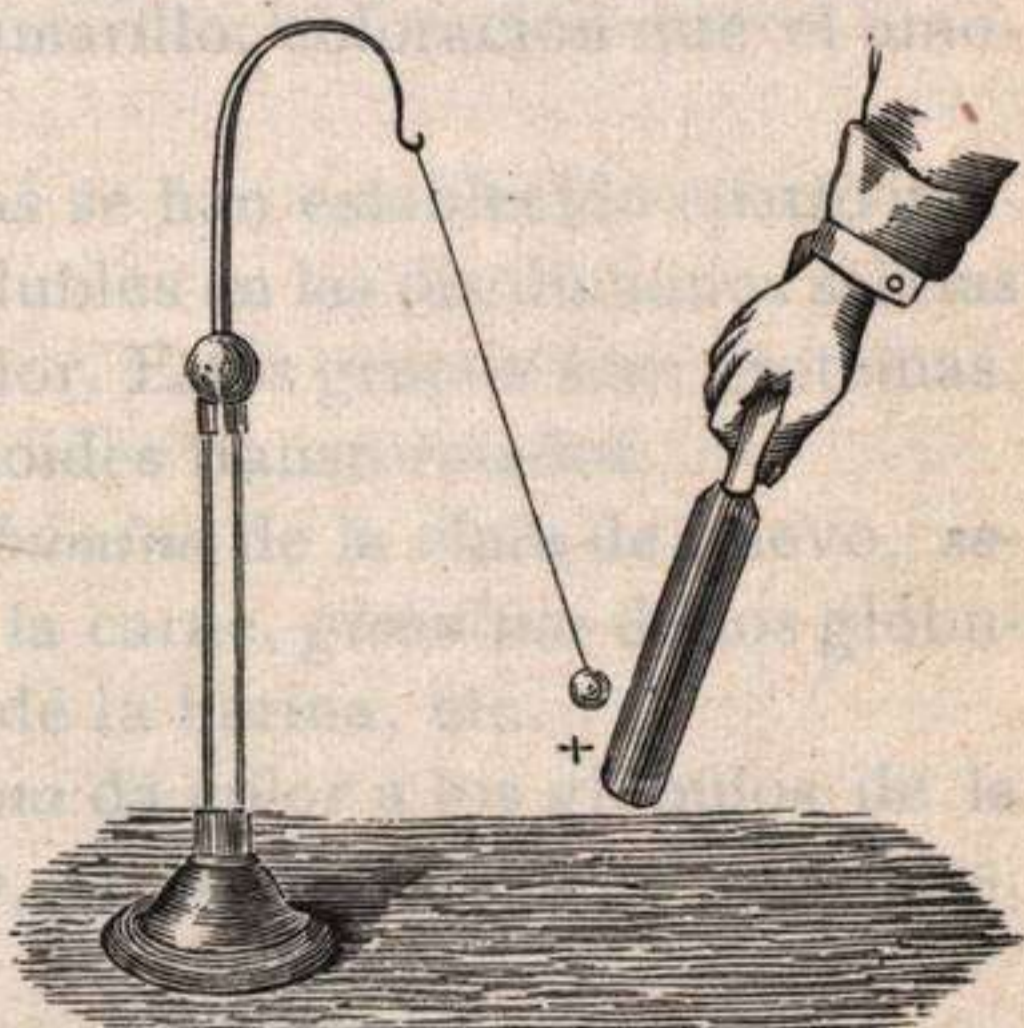


Fig. 22.-Péndulo eléctrico.

**178. Distinción de dos especies de electricidad.** — Al aproximarse un cuerpo electrizado al péndulo eléctrico, la esferilla de éste será atraída por aquél y después del contacto repelida.

Si al mismo péndulo ya electrizado se aproximan otros cuerpos también frotados, unos le repelerán como el anterior pero otros habrá que, por el contrario, lo atraerán, teniendo, por tanto, que considerar dos grupos de cuerpos distintos.

Si repitiendo la experiencia, los mismos cuerpos se aproximan a otro péndulo previamente electrizado, podría ocurrir que el grupo de cuerpos que antes atraía al otro péndulo, atraiga también a éste o que lo repela; pero lo que no puede ocurrir es que uno de los cuerpos pase de un grupo al otro.

Las experiencias anteriores enseñan que existen dos maneras opuestas de electrizarse los cuerpos que se distinguen, porque *los cuerpos electrizados igualmente se repelen, y los electrizados con electricidad contraria se atraen*, y así se prueba aproximando dos péndulos cargados de la misma electricidad o con electricidades contrarias (fig. 23).

**179. Cuerpos malos y buenos conductores.**—Son *cuerpos malos conductores, dieléctricos o aisladores*, aquellos que quedan cargados de electricidad cuando se frotan, porque la conservan por más o menos tiempo, y *buenos conductores*, los que no quedan cargados, porque la pierden o conducen, si no están aislados.

Entre los *malos conductores* se encuentra la resina, lana, seda, el caucho, los aceites, etc., y entre los *buenos conductores*, los metales, el cuerpo humano, la madera, el agua, etc.

**180. Depósito común de electricidad.**—La tierra es el depósito común de electricidad; es decir, que al ponerse los cuerpos electrizados en contacto con ella se descargan, por ser buena conductora, y distribuyéndose por su gran masa, los efectos eléctricos no se notan.

**181. Naturaleza de la electricidad.**—La teoría *eléctronica* explica la electricidad admitiendo que los átomos de los cuerpos es-

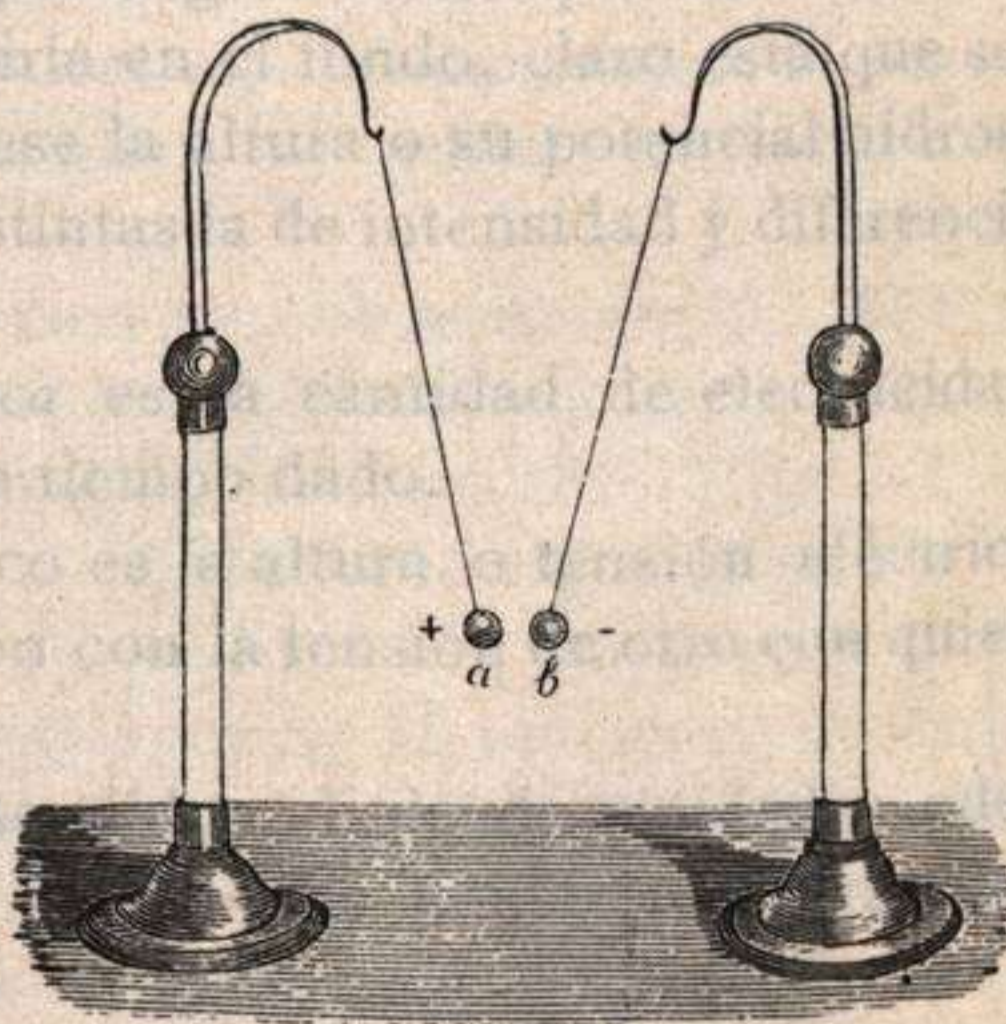


Fig. 23.-Ley de las atracciones.

tán formados de dos partes distintas, una central o *protón* constituida por una pequeñísima cantidad de materia con carga eléctrica positiva y otra exterior rodeando aquélla, formada por infinidad de *electrones* cargados de electricidad negativa.

Se dice que un cuerpo queda cargado de electricidad positiva cuando pierde electrones o carga negativa; que queda cargado de negativa cuando gana en electrones; y, está en estado neutro cuando el número de electrones permanece constante.

Las experiencias anteriores enseñan que existen dos maneras opuestas de cargar los cuerpos que se distinguen porque los cuerpos electrizados igualmente se repelen, y los electrizados con electricidad contraria se atraen, y así se prueba aproximando dos pedruzcos de la misma electricidad o con electrizadas con electricidad contraria.

179. *Cuerpos malos y buenos conductores.*—Son cuerpos malos conductores, aisladores, aquellos que quedan cargados de electricidad cuando se frota, porque la consiguen por fricción, y buenos conductores, los que no quedan cargados, porque la pierden o conducen.

Los cuerpos malos conductores, como el vidrio, el ámbar, el caucho, el azufre, el goma, el plástico, etc., se encuentran en la naturaleza, y entre los buenos conductores, los metales, el cuerpo humano, la madera, el agua, etc.

180. *Deposito común de electricidad.*—La tierra es el deposito común de electricidad; es decir, que al ponerse los cuerpos electrizados en contacto con ella se descargan por ella.

181. *Naturaleza de la electricidad.*—La teoría eléctrica es la que explica el fenómeno de la electricidad, y dice que los cuerpos están formados de dos partes distintas, una central o *protón* constituida por una pequeñísima cantidad de materia con carga eléctrica positiva y otra exterior rodeando aquélla, formada por infinidad de *electrones* cargados de electricidad negativa.





## CAPITULO XXI

**182 Corriente eléctrica.**—Corriente eléctrica es el movimiento de electrones que se establece entre dos cuerpos electrizados a lo largo de un hilo conductor que los pone en comunicación.

La corriente eléctrica puede ser mayor o menor, dependiendo su intensidad de la cantidad eléctrica y de la diferencia de potenciales entre los cuerpos unidos por un conductor.

Para comprender lo que se entiende por intensidad eléctrica y por potencial eléctrico, se puede recurrir, entre otras comparaciones, a la siguiente:

La cantidad de agua que pase por un canal podrá ser mayor o menor según que la fuente de donde emana sea más o menos caudalosa, de lo cual depende la *intensidad* de corriente líquida; y si después la misma cantidad de agua llegara a caer por un desnivel del terreno, el efecto que produciría en el fondo, claro está que sería tanto mayor cuanto mayor fuese la altura o su potencial hidrostática. Son, pues, magnitudes distintas la de intensidad y diferencia de potencial.

*Intensidad de corriente eléctrica* es la cantidad de electricidad que pasa por un conductor en un tiempo dado.

*Diferencia de potencial eléctrico* es la altura o tensión eléctrica que tiene un conductor en relación con la tensión de otro con quien se compara.

La intensidad y el potencial se miden eligiendo unidades adecuadas y valiéndose de aparatos que se han construido para tales aplicaciones.

Las unidades, son: el *amperio* para la intensidad eléctrica y el *voltio* para la diferencia de potencial; y los aparatos, amperímetros y voltímetros, respectivamente.

**183 Amperio.**—Es la intensidad de una corriente que transporta la unidad de cantidad (*un colombio*) en cada segundo.

De *amperímetros* se han construido diversos modelos, entre los cuales está (fig. 24) el que se compone de un imán que lleva dispuesto entre sus polos un carrete multiplicador (un carrete de

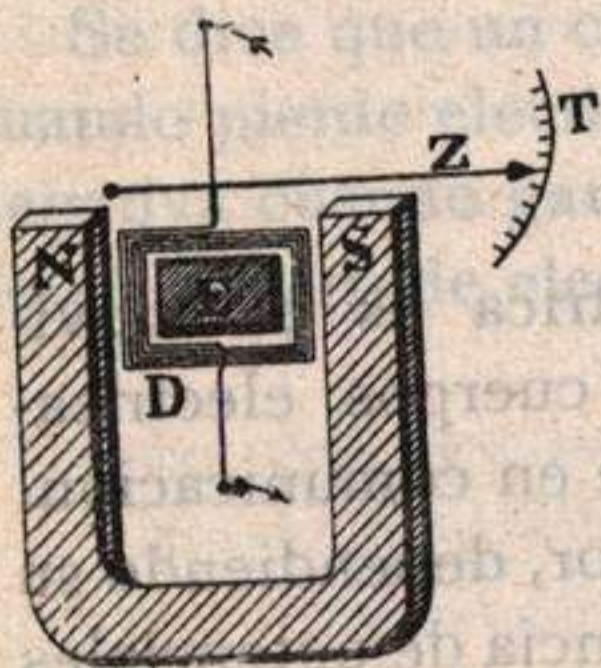


Fig 24.-Amperímetro.

madera, al que se han arrollado muchas vueltas de hilo de cobre forrado con seda) suspendido de un hilo, al que se sujeta una aguja que puede recorrer un arco graduado en amperios.

Cuando la corriente cuya intensidad se trata de medir se hace pasar por el hilo del carrete, éste y la aguja se desvían tanto más cuanto mayor sea la intensidad de corriente.

**184. Voltio.** — Es la tensión eléctrica o diferencia de potencial entre dos puntos de un conductor, 300 veces menor que la que adquiere una esfera de un centímetro de radio con la unidad de carga electrostática.

Los *voltímetros* son amperímetros de hilo muy fino, para que al intercalarlos entre los puntos del conductor cuya diferencia de potencial se trata de averiguar, no alteren el potencial entre dichos puntos. La desviación de la aguja dá la intensidad, que multiplicada por la resistencia del aparato se tiene el potencial. Y si están graduados en voltios, se evita el tener que efectuar la multiplicación.

**185. Tensiones de uso corriente.** — La tensión en las líneas urbanas está comprendida entre 100 a 250 voltios.

En las interurbanas es mucho mayor de 10.000 a 20.000 voltios.

En un acumulador no llega de 250 voltios.

Y la que pasa por una lámpara de filamento de carbón determina un consumo de 5 vatios por bujía, mucho mayor que la de filamento metálico, que consumen solo de 1 a 1,2 vatios; consumo que se obtiene dividiendo el producto de la intensidad en amperios y de la tensión en voltios, por el número de bujías o de lámparas.

## CAPITULO XXII

### MAGNETISMO Y ELECTROMAGNETISMO

**186. Propiedad fundamental de los imanes.**—Los imanes son cuerpos que tienen o adquieren la propiedad de atraer al hierro, níquel, cobalto y otros metales.

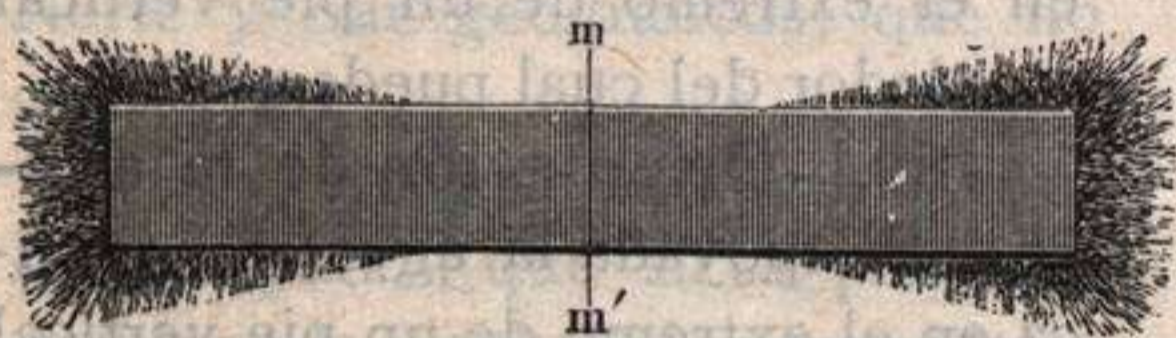


Fig. 25.—Polos y línea neutra.

Los imanes pueden ser naturales y artificiales.

Son *imanes naturales* los que presenta la natura-

leza en el mineral, llamado *magnetita* o *piedra imán*, compuesto de óxido ferrosuférrico  $Fe_3 O_4$  que se encontró en Suecia.

Y son artificiales los fabricados por el hombre en forma de agujas, de barras o de herradura.

En los imanes la fuerza magnética no se encuentra repartida igualmente en toda su extensión.

**187. Polos y línea neutra.**—En un imán artificial (fig. 25) se llaman *polos* los puntos donde la atracción magnética es mayor, y *línea neutra*, la parte donde la atracción es menor.

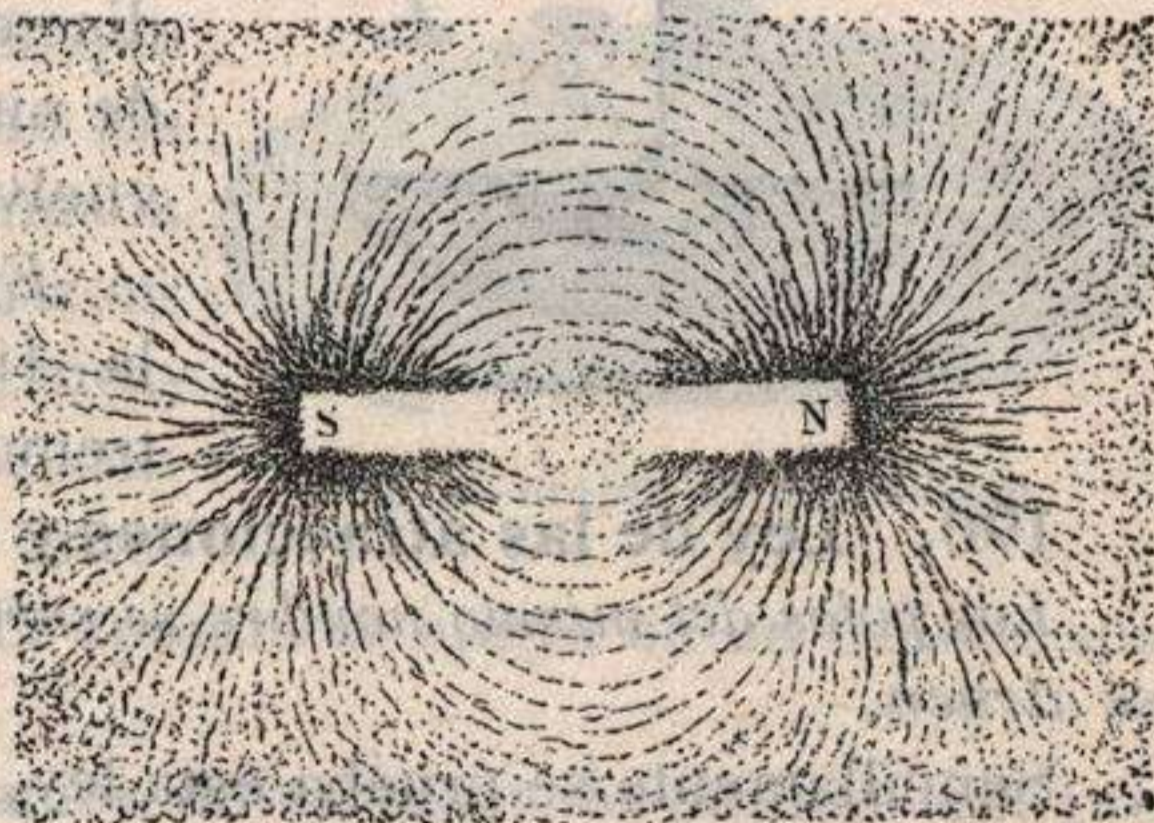


Fig. 26.—Fantasma magnético.

En los imanes de forma de barra o de aguja, los polos corresponden a los extremos, y la línea neutra está próxima al centro.

Los polos y línea neutra se ponen de manifiesto reproduciendo el fantasma magnético (fig. 26), que se consigue espolvo-

reando limaduras de hierro sobre un papel que está cubriendo un imán, y apreciando que las partículas de hierro se agrupan formando pinceles en los extremos o polos y no en el centro de la barra o línea neutra. Y se ve, además, que las partículas se disponen formando líneas que salen, unas divergentes, y otras que son atraídas por las que parten del polo opuesto; líneas de fuerza magnética que determinan el sentido en que la atracción magnética se verifica. El conjunto de estas líneas, o espacio hasta donde alcanzan los efectos de un imán, se llama *campo magnético*.

**188. Aguja magnética.**—Es una lámina de acero imanada (fig. 27), de forma de rombo, muy alargado, apoyada por su centro en el extremo de un pie vertical alrededor del cual puede girar.

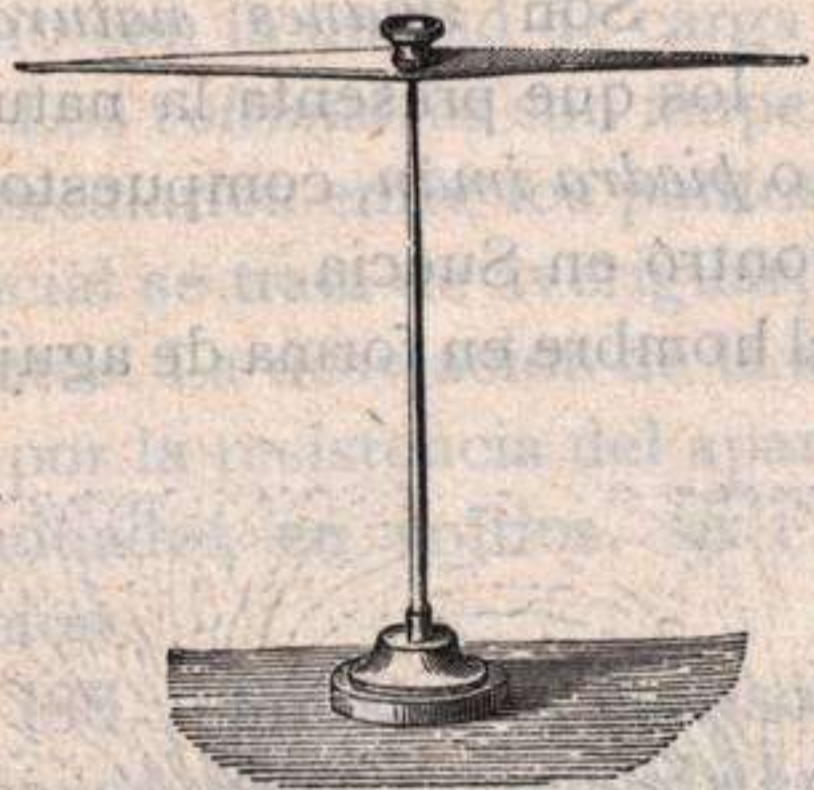


Fig. 27.—Aguja magnética.

**189. Orientación de la aguja.**—Si apoyada la aguja magnética en el extremo de un pie vertical se abandona, se observa que va variando de posición hasta que llega a adquirir próximamente la dirección Norte-Sur de tierra, en cuya posición la aguja queda fija y se dice que se ha orientado. Desviada de nuevo, cuanto se la deja libre, vuelve a la posición que tenía.

*Eje* de la aguja magnética es la línea que une sus dos extremos.

**190. Ley de las atracciones y repulsiones.**—Entre imanes: *Los polos del mismo nombre se repelen y los de nombre contrario se atraen.*

Sencillamente se prueba esta ley, aproximando un polo de un imán al del mismo nombre de la aguja magnética, y viendo que, efectivamente, la repele, y si se aproxima al opuesto, la atrae.

**191. Magnetismo terrestre.**—Por la orientación de la aguja magnética y por las leyes anteriores, se llegó a averiguar que la tierra es un poderoso imán, con sus respectivos polos magnéticos,

Norte y Sur, próximos a los astronómicos de nombre contrario de la tierra, y causa de la orientación de la aguja.

La acción que la tierra ejerce sobre la aguja magnética no es de atracción hacia uno de sus polos, sino exclusivamente de dirección, lo cual se prueba colocando una aguja sobre un corcho flotante en el agua, y apreciando que la aguja sí se orienta; pero no se traslada de lugar.

**192. Declinación magnética.**— Es el ángulo que forma el meridiano magnético con el geográfico.

Estos meridianos son, respectivamente, los que pasan por los polos Norte y Sur magnéticos y Norte y Sur geográficos, que no coinciden.

**193. Brújula de declinación.** Es el aparato que sirve para determinar la declinación magnética de un lugar.

Se compone la brújula de declinación (fig. 28) de una larga aguja magnética, que, apoyada por su centro, puede girar sobre un círculo horizontal graduado, en el que va dibujada la rosa náutica de los vientos, y una línea N. S., llamada *línea de fe*. Sobre el disco horizontal existen dos columnas verticales, unidas por sus extremos, con una varilla que sostiene un anteojo astronómico y un nivel. El aparato se apoya en un tripode sostenido por tornillos.



Fig. 28.—Brújula de declinación.

Para determinar la declinación de un lugar, lo primero que precisa hacer es poner el plano en que se encuentra la aguja horizontal con el auxilio del nivel y de los tornillos en que se apoya; después se pone la brújula en estación, lo que se consigue dirigiendo con el anteojo una visual a un astro que esté en el Norte, en cuyo caso la línea de fe representa la dirección del meridiano astronómico, y, últimamente, basta leer en el círculo el ángulo que la aguja

forma con dicha línea N. S., y este ángulo será la declinación del lugar.

La declinación de Madrid es boreal y vale  $14^{\circ},36'$ ; pero no es constante, sino que va variando con el transcurso de largo tiempo.

#### 194. **Inclinación magnética.**

Es el ángulo que la aguja magnética, dispuesta en plano vertical, forma con el diámetro horizontal.

#### 195. **Brújula de inclinación.**

Sirve este aparato para determinar la inclinación magnética de un lugar.

La *brújula de inclinación* se compone esencialmente de una aguja imanada (fig. 29), atravesada por su centro por un prisma triangular y dispuesta de modo que puede recorrer un círculo vertical. Este círculo se apoya, mediante un marco rectangular, sobre otro horizontal, sostenido por una columna con tres piés de nivelar.

La inclinación de un lugar se determina nivelando el aparato, moviendo después el círculo en que está la aguja lo suficiente para que ésta quede en posición vertical, y haciendo, finalmente girar otra vez el círculo,  $90^{\circ}$  para que la aguja quede en el meridiano magnético. El ángulo que así forme la aguja con el plano horizontal, leído en el círculo vertical, es la inclinación del lugar.

La inclinación media de España es de  $58^{\circ}$ , ángulo que, como el de inclinación, varía con el tiempo.

La inclinación media de España es de  $58^{\circ}$ , ángulo que, como el de inclinación, varía con el tiempo.

**196. Acción entre corrientes e imanes.**—La corriente eléctrica ejerce acción sobre los imanes, e inversamente, los imanes sobre la corriente.

Si se tiene una aguja magnética, y próximo a la misma se dispone un hilo conductor, al pasar por este hilo la corriente eléctrica la aguja se desvía.

Si la experiencia anterior se dispone de modo que la aguja mag-

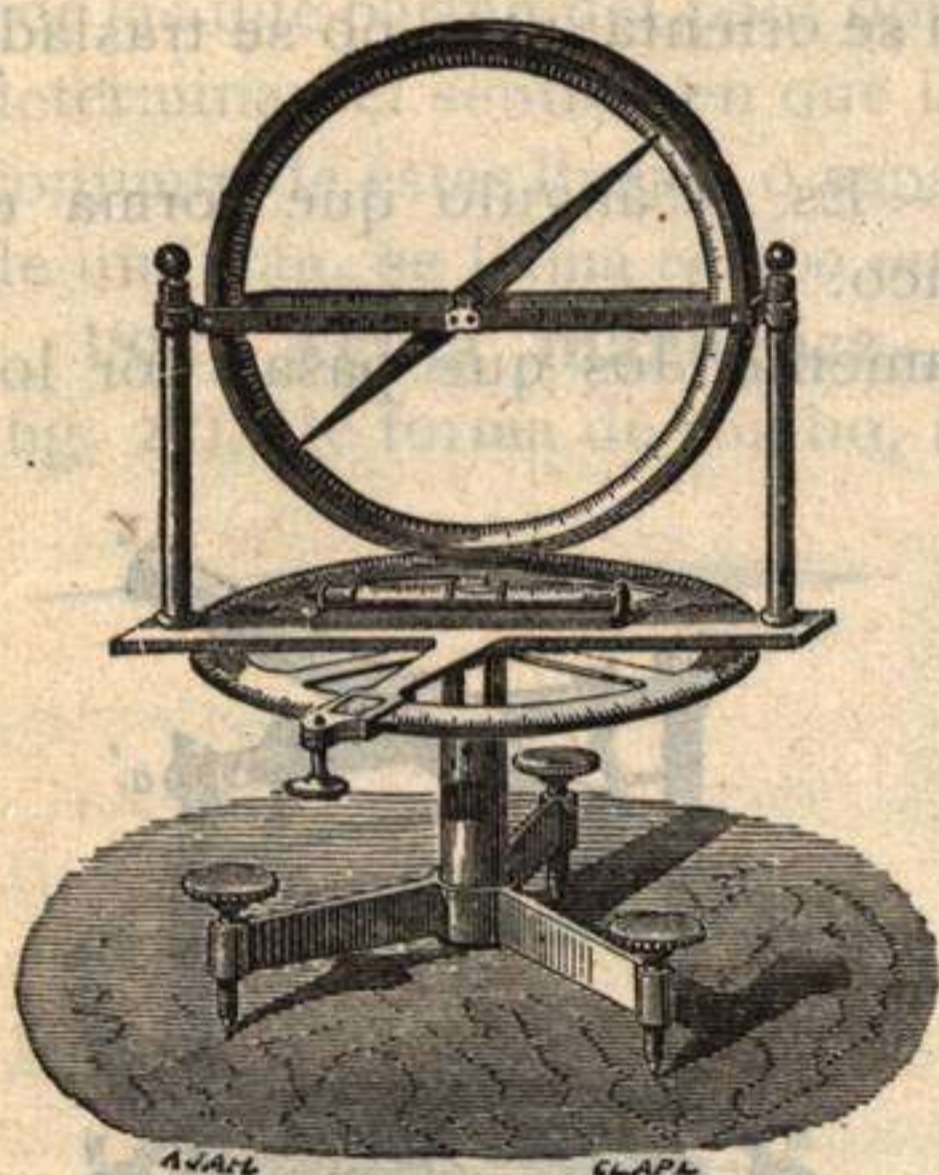


Fig. 29-Brújula de inclinación.

nética quede en el interior de un carrete, al que se ajuste una vuelta de hilo (fig. 30), la desviación resulta más apreciable, y si en vez de una vuelta de hilo se arrollan varias, la desviación es mayor, porque la corriente actúa repetidas veces (carrete multiplicador), siendo de notar que el polo Norte de la aguja se desvía siempre en el mismo sentido si la dirección de la corriente no varía.

Del mismo modo, si se tiene un circuito que pueda girar y por donde pueda pasar una corriente al aproximar un imán, el circuito se mueve, poniéndose en cruz con el imán.

Fundados en estos efectos se han construido aparatos destinados a apreciar y medir la intensidad de las corrientes, deducida de la mayor o menor desviación que experimenta el imán (si es de imán movable), o el conductor (si fuese de imán fijo).

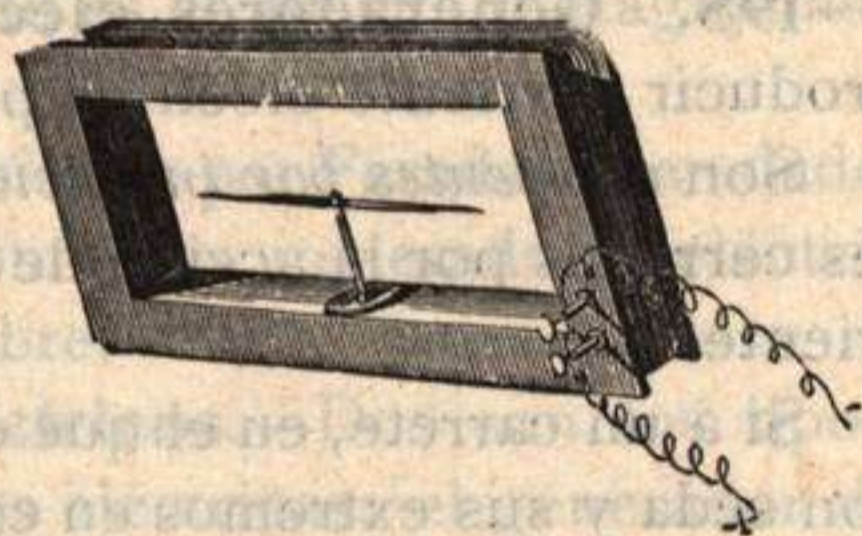


Fig. 30.-Acción de la corriente eléctrica sobre los imanes.

Estos aparatos son los ya descritos con los nombres de galvanómetros, amperímetros y voltímetros.

**197. Acción entre corrientes.**—Una corriente eléctrica ejerce acción sobre otra corriente.

La acción entre corrientes se prueba aproximando dos circuitos, fijo el uno y movable el otro, por los que pasen corrientes, y apreciando que el movable será atraído o repelido, según que las corrientes vayan en el mismo sentido o en sentido contrario.

## CAPITULO XXIII

### GENERADORES Y MOTORES

**198. Generadores eléctricos.**—Son máquinas destinadas a producir corriente eléctrica por inducción.

Son *corrientes por inducción*, las que se desarrollan en conductores cerrados por la acción de un imán o por la acción de otra corriente.

Si a un carrete, en el que está arrollado un hilo de cobre forrado con seda y sus extremos en comunicación con un aparato indicador de corrientes, se aproxima el polo de un imán (fig. 31), en el hilo del carrete se produce corriente eléctrica inducida, como se produce al aproximar el carrete o introduciendo en el hueco del mismo,

otro carrete menor por donde circula corriente. En uno y otro caso la aguja del aparato indicador se mueve, volviendo inmediatamente a la posición que tenía, porque estas corrientes inducidas son instantáneas o de corta duración.

En este fenómeno, al agente

(imán o corriente) que origina la corriente inducida se llama *inductor*; el hilo por el que la inducida se establece, *inducido*, y al fenómeno en general, *inducción*.

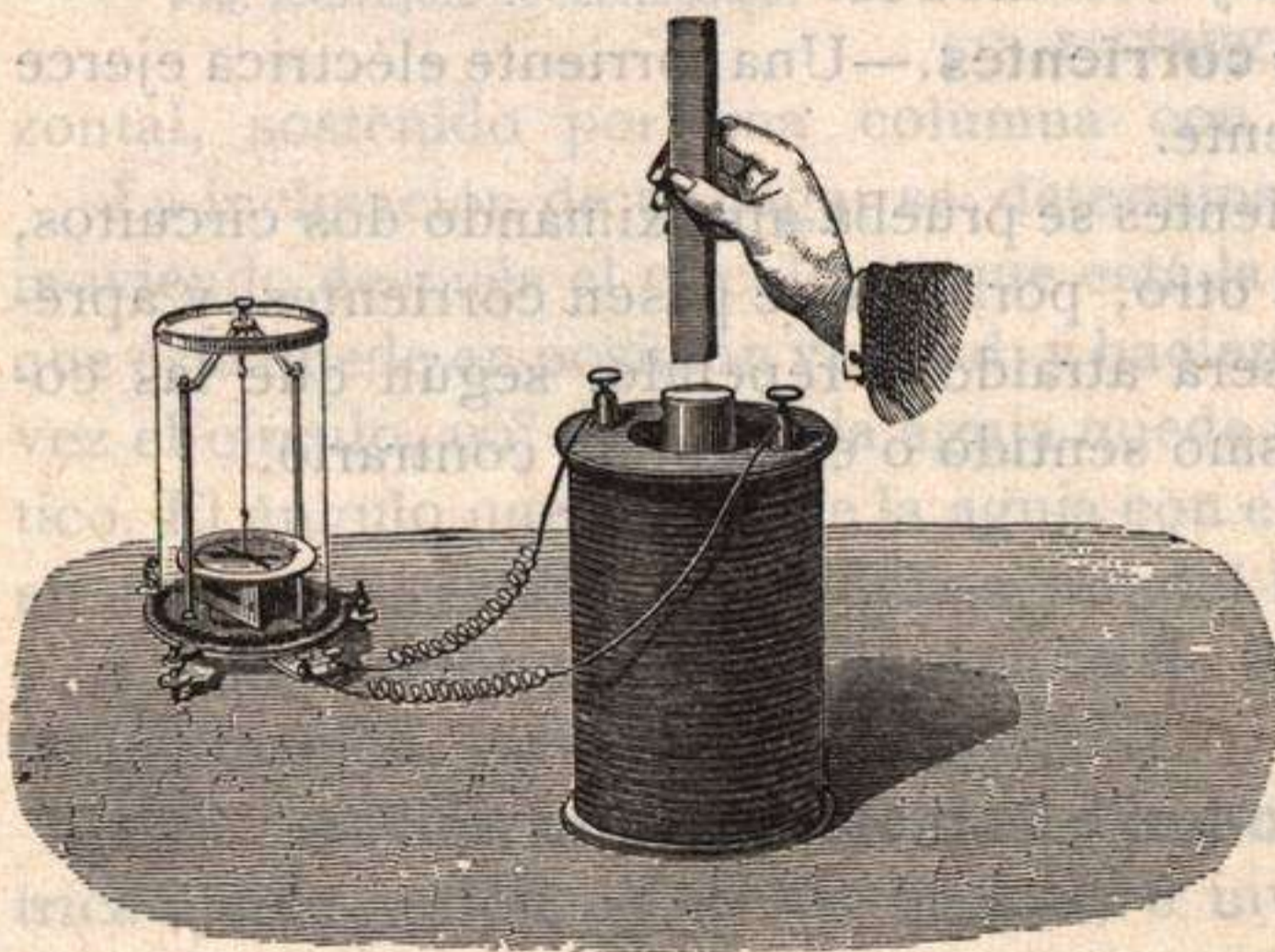


Fig. 31.-Acción de un imán sobre un conductor cerrado.



**199. Sentido de la corriente.**—Respecto del sentido de la corriente inducida, está comprobado que, al aproximar el polo de un imán a un carrete, la corriente inducida que en el hilo se establece lleva sentido contrario a la que se origina cuando el imán se aleja; la aguja del aparato se desvía a uno y otro lado, indicando así el cambio de sentido.

El mismo resultado se obtiene si al carrete se aproxima, en vez del imán, otro carrete por el que circula corriente, o sea, que en aquél se origina una corriente inducida en sentido contrario de la inductora, y, cuando se aleja, el sentido es el mismo. La aguja así lo indica.

Las corrientes de inducción, descubiertas por Faraday, han dado origen a máquinas tan interesantes como los generadores eléctricos, que tanta utilidad prestan al hombre.

**200. Tipos de generadores eléctricos.**—Dos son los tipos modernos de generadores de corrientes eléctricas: el generador *de corriente continua o dinamo* y el generador *de corriente alterna o alternador*.

**201. Dinamo.**—Una dinamo se compone de inductor, inducido y colector. (Conviene tener un modelo a la vista).

El *inductor* es un anillo de hierro provisto por la superficie interior de un número par de salientes, a los que se arrolla un hilo de cobre de tal modo, que al pasar de uno al siguiente, el arrollado cambia de sentido, cambio preciso para que al pasar por él corriente eléctrica se conviertan en poderosos electroimanes con polos de nombre contrario alternados.

El *inducido* de anillo y el de tambor, si bien son de distinta forma, esencialmente tienen la misma construcción.

El *inducido de anillo* se compone de núcleo y conductor. El *núcleo* está constituido por un anillo, formado por varias vueltas de alambre de hierro dulce, aisladas unas de otras por un barniz y a la vez fuertemente apretadas o unidas entre sí. El *conductor* lo forma varios carretes de hilo de cobre, que están arrollados al núcleo, y están unidos de modo que la terminación de cada uno va unida al principio del siguiente, y juntos terminan en unas piezas de cobre que lleva el *colector*.

Y el *colector* es un cilindro de ebonita, que sirve de eje de rota-

ción, y que tiene incrustados independientemente y en sentido de su longitud una serie de láminas de cobre, sobre las que se apoyan opuestamente dos escobillas que frotan el cilindro cuando éste gira, y que estando en comunicación, mediante reóforos, con el hilo de línea, completan o cierran el circuito exterior.

**202. Dínamo como generadora de corriente continua.**— Para explicar cómo produce corriente esta máquina, se pone en movimiento el eje o colector, ya con la mano simplemente, o por la fuerza producida por una corriente de agua, vapor, etc., transmitida por una correa sin fin, y, como con el colector gira el inducido, en el hilo conductor de éste, se producirán corrientes inducidas al aproximarse y alejarse a cada uno de los polos inductores.

Particularizando: elíjase dos polos opuestos del electroimán y un solo carrete o espira del inducido, el que esté frente a uno de los polos del electroimán. Si en ésta posición se hace girar media circunferencia al carrete elegido, como se aleja de este polo y se aproxima al contrario, se originará en el carrete una corriente inducida en un sentido que llegará al máximo de intensidad cuando pase frente a este polo opuesto, y, como a partir de esta posición, se aleja de este polo y se aproxima al primero, la corriente será de sentido contrario, y llegará a su máximo de intensidad cuando pase frente al polo que se eligió, corrientes que se repetirán en las sucesivas y todas las vueltas.

Ahora bien, como lo que pasa en una espira se repite en las demás, en un momento dado todas las espiras de una región están recorridas a la vez por corrientes en un sentido, y las de la región opuesta por corrientes en sentido contrario.

Y, finalmente, como las espiras forman un circuito único que cierran las escobillas o polos, los efectos se van sumando, y por una de estas escobillas sale la corriente a la línea, y por la otra vuelve, o sea siempre en el mismo sentido, por lo que se dice de corriente continua.

**203. Dínamo como productor de trabajo o dínamo motor.**— Si a una dínamo se hace llegar convenientemente una corriente eléctrica producida por otra máquina, como tal corriente se divide en dos mitades que recorren cada una y en sentido opuesto la mitad de las espiras del inducido, son fuerzas que, ayudadas por

las que se van desarrollando en la misma máquina mueven y ponen en rotación al eje del inducido que ahora se llama *árbol motor*, movimiento que se transmite a otros mecanismos para transformarlo en trabajo útil. Esta dinamo trabaja, pues, como motor y a expensas de la energía eléctrica que se emplea o invierte.

**204. Alternadores.**— Se llaman *alternadores* las máquinas eléctricas que producen corrientes inducidas tales, que de tiempo en tiempo o periódicamente cambian de sentido.

Se componen, como las dinamos, de inductor, inducido y colector, ya descritos.

Los alternadores pueden ser monofásicos, bifásicos, trifásicos, etc. (Es indispensable tener un modelo a la vista).

En los alternadores monofásicos, el número de carretes del inducido es igual al de polos del inductor, en los bifásicos es doble y en los trifásicos, triple.

En los *alternadores monofásicos*, las corrientes inducidas alternas, o que alternativamente cambian de sentido desde un polo al polo siguiente, se originan cuando uno de los carretes del inducido se aproxima a un polo inductor, por ejemplo, a un polo N, con lo cual se produce una corriente inducida en un sentido, como se produce otra en sentido contrario cuando pasa y se aleja de este polo aproximándose al siguiente de nombre contrario o polo S. En igual caso se encuentran todos los carretes que, como el anterior, se aproximan o alejan a polos inductores.

En estos generadores se producen, por tanto, dos corrientes inducidas de sentido contrario por cada polo inductor.

En los *alternadores bifásicos*, lleva el inducido una segunda serie de carretes intermedios e independientes de los considerados en los monofásicos, en cuyos carretes se originan del mismo modo otras corrientes igualmente alternas; pero que como se originan un poco después, marchan detrás o retrasadas con respecto a las primeras.

En los *alternadores trifásicos*, que son los más usados, son tres las series de carretes independientes que lleva el inducido, y las corrientes inducidas que se producen en esta tercera serie, marchan retrasadas con respecto de las segundas.

Los dos extremos de los alambres de cada serie de carretes se reúnen de tal modo, que tres unidos van a terminar en el mismo

borne, y los otros tres independientemente a su correspondiente hilo conductor, hilos que transportan la energía eléctrica que se emplea en poner en movimiento diversos mecanismos y que terminan por unirse en un punto para que pueda volver la corriente por distinto conductor, gracias al signo, y cerrar así el circuito.

## CAPITULO XXIV

### TELÉGRAFOS Y TELÉFONOS

**205. Aparatos telegráficos.**—Son aparatos destinados a establecer rápida comunicación entre los puntos distantes.

En la antigüedad para comunicarse se valía el hombre de banderas dispuestas en lugares altos, de bocinas, de hogueras, etc., por medio de los atalayas, procedimientos rudimentarios que todavía se emplean entre cortas distancias, y en particular, en las costas marinas.

En la actualidad se utiliza la corriente eléctrica por su rápida propagación.

**206. Partes de que consta un telégrafo con hilo conductor.**—Las partes esenciales de que consta un telégrafo con hilos son:

1.<sup>a</sup> De una pila o generador de corriente eléctrica. 2.<sup>a</sup> De la línea o hilo conductor que establece comunicación entre las estaciones. 3.<sup>a</sup> Del transmisor o aparato para hacer señales. 4.<sup>a</sup> Del receptor que reproduce las señales transmitidas.

La *pila* en cada estación se constituye por la reunión de varios elementos convenientemente asociados, eligiendo, entre las que se conocen, las que produzcan corrientes de mayor intensidad y tengan más duración; sin olvidar que sean de fácil manejo para la limpieza y alimentación.

El *hilo* de las líneas telegráficas es de alambre de hierro galvanizado o cubierto de una capa de zinc para evitar la oxidación, o de gutapercha, como el utilizado en el interior de las poblaciones. Hoy se sustituye el hierro por el cobre o el bronce, que ofrecen menos resistencia a la corriente.

Los hilos se sostienen con postes provistos de soportes metálicos, aislados con porcelana.

Las líneas submarinas o cables están formados por hilos de cobre, cubiertos por gruesa capa de gutapercha y rodeados de alambre en espiral de hierro galvanizado.

El *transmisor*, que varía en los diferentes sistemas de telégrafos, es un mecanismo con el que fácilmente se cierra y abre el circuito de la pila.

Y el *receptor* es un electroimán que, al pasar por él la corriente, atrae a una palanca, y cuando aquélla se interrumpe la abandona, correspondiéndose con las señales que se transmiten de la otra estación.

**207. Disposición de un telégrafo.**—En una (fig. 32) de las estaciones se dispone una pila, de tal modo, que el reóforo que

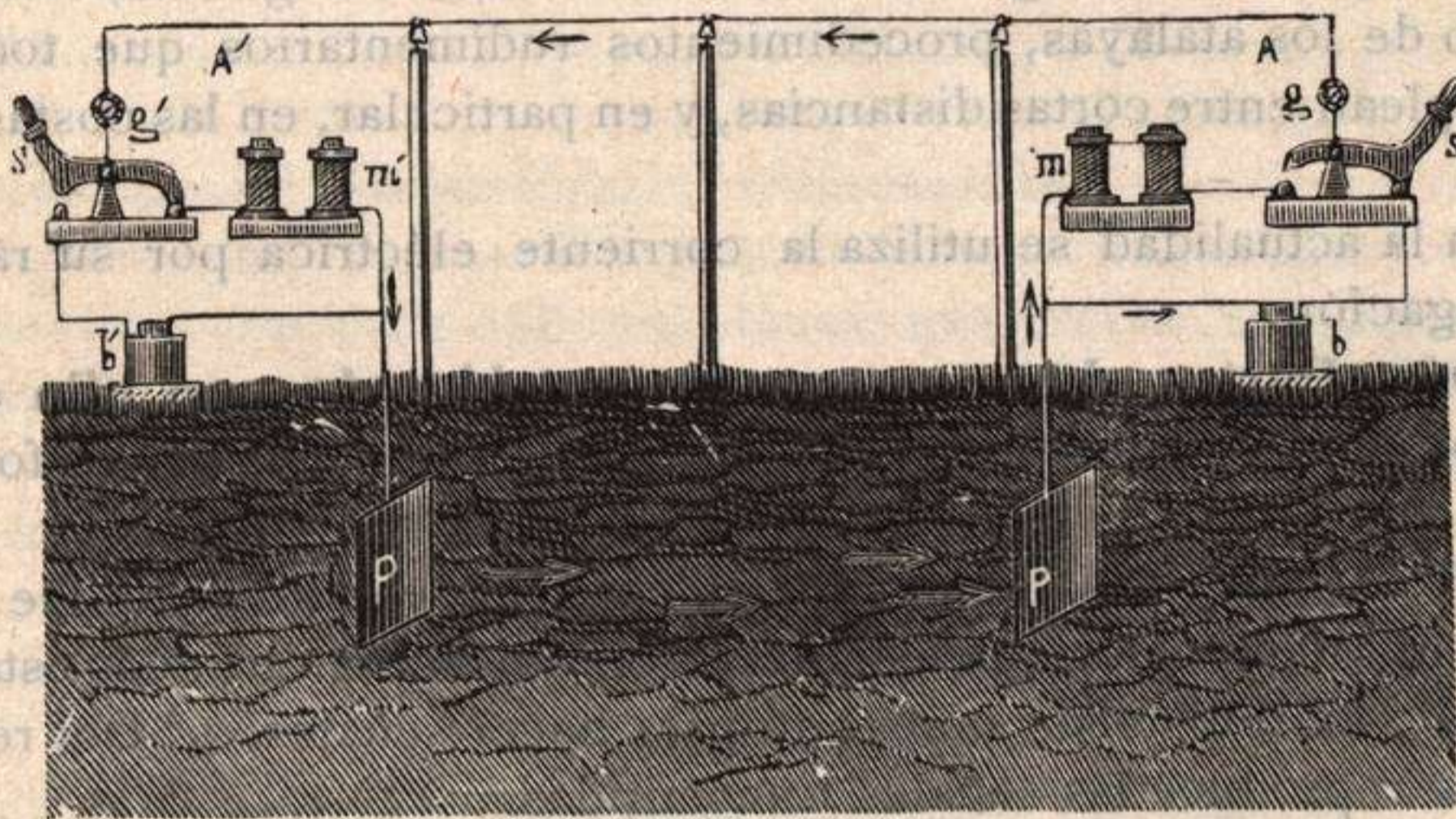


Fig. 32.-Instalación de un telégrafo.

parte del polo negativo termine enlazado a una placa de cobre en comunicación con tierra, y el otro, o positivo, sucesivamente, con el transmisor, hilo de línea, receptor, y, finalmente, con tierra, con intermedio de otra placa de cobre. De esta manera, el circuito queda cerrado, puesto que la tierra es cuerpo conductor.

**208. Sistemas de telégrafos.**—Son numerosos:

El llamado de cuadrante o indicador, porque una aguja se va deteniendo en un cuadrante, indicando las letras y signos escritos en él a cada emisión del transmisor.

El escritor, de Morse.

El de palanca o acústico.

El de Hughes o impresor, porque a cada emisión de corriente imprime una letra o número en una cinta.

Los múltiples, como el Baudot, que transmite al mismo tiempo en los dos sentidos de la línea.

Y últimamente, han sido ensayados con éxito en España el de Creed automático, y el rápido impresor, de Siemens.

**209. Telégrafo Morse.**—Se llama este aparato *escritor*, porque quedan señales (puntos y rayas) escritas en una cinta de papel.

El *transmisor* se compone de una palanca metálica de primer género que puede girar alrededor de un eje horizontal en comunicación con una borna, a la que llega el hilo de línea. Por uno y otro extremo lleva o presenta dos salientes, en uno de los cuales se mantiene apoyada, merced a un resorte, en un tope metálico, en comunicación eléctrica con el receptor, y con el otro se apoyará en un tope análogo al anterior, al ejercerse presión sobre un pomo de ebonita. Tope que está en comunicación con uno de los polos de una pila eléctrica.

El *receptor* es un electroimán que, al atraer la palanca por un extremo, por el otro, que lleva una punta saliente llamada aguja, se levanta y comprime una cinta de papel contra un rodillo entintado; y, como el movimiento de la cinta continúa, aparecen en ella puntos y líneas dependientes de la duración de la corriente.

Con puntos y líneas combinados se representan todas las letras y signos que componen el alfabeto de Morse, universalmente aceptado.

**210. Telégrafo de palanca o acústico.**—Es el mismo que el de Morse, diferenciándose (fig. 33) en que al hacerse

activo el electroimán del receptor y atraer la palanca, la hace chocar contra un tornillo o tope, produciendo un sonido metálico bien perceptible; la palanca vuelve inmediatamente a su posición

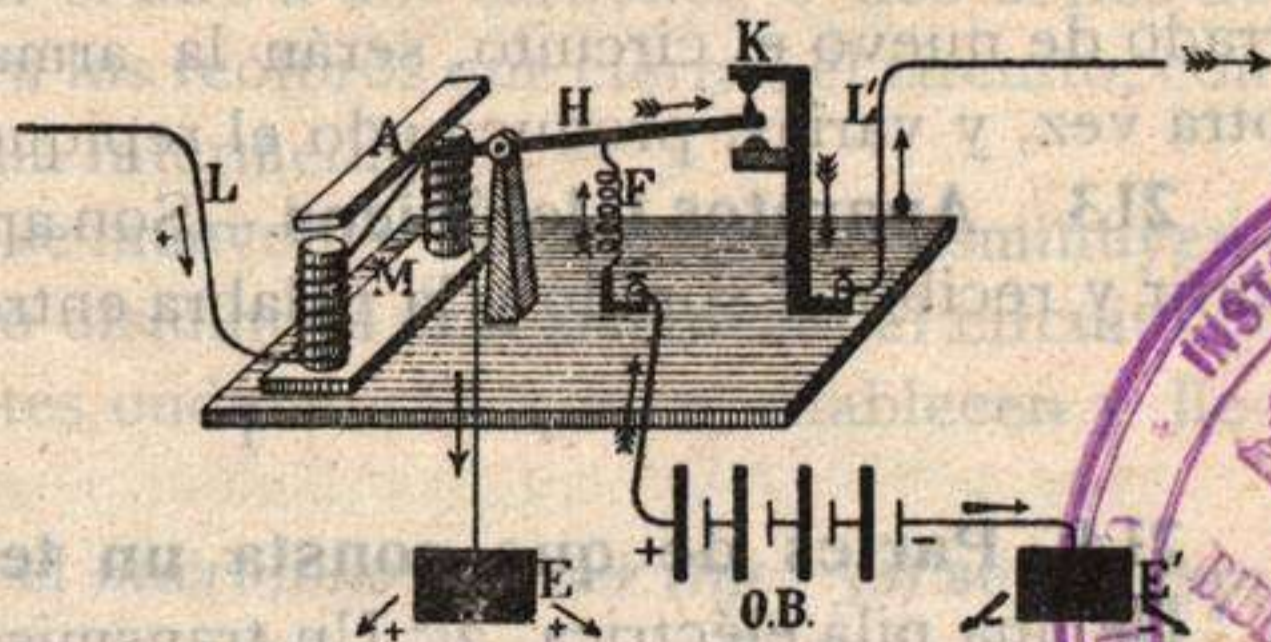


Fig. 33.—Telégrafo de palanca.

primera, porque al cesar la corriente, un resorte la impele a ello. No tiene cinta.

Al intervalo entre dos sonidos se llama punto, cuando es corto, y línea, si tiene mayor duración; puntos y líneas que se combinan como en el alfabeto Morse.

**211. Aparatos auxiliares en telegrafía.**—En toda estación telegráfica existen aparatos auxiliares, entre los que está el timbre eléctrico.

**212. Timbres eléctricos.**—Sirven para avisar o llamar a otra estación.

Hoy se emplean también en telefonía.

Se componen (fig. 34) de un electroimán que se intercala en el circuito de una pila, con su armadura provista de un brazo terminado en un martillo y próximo a una campana metálica.

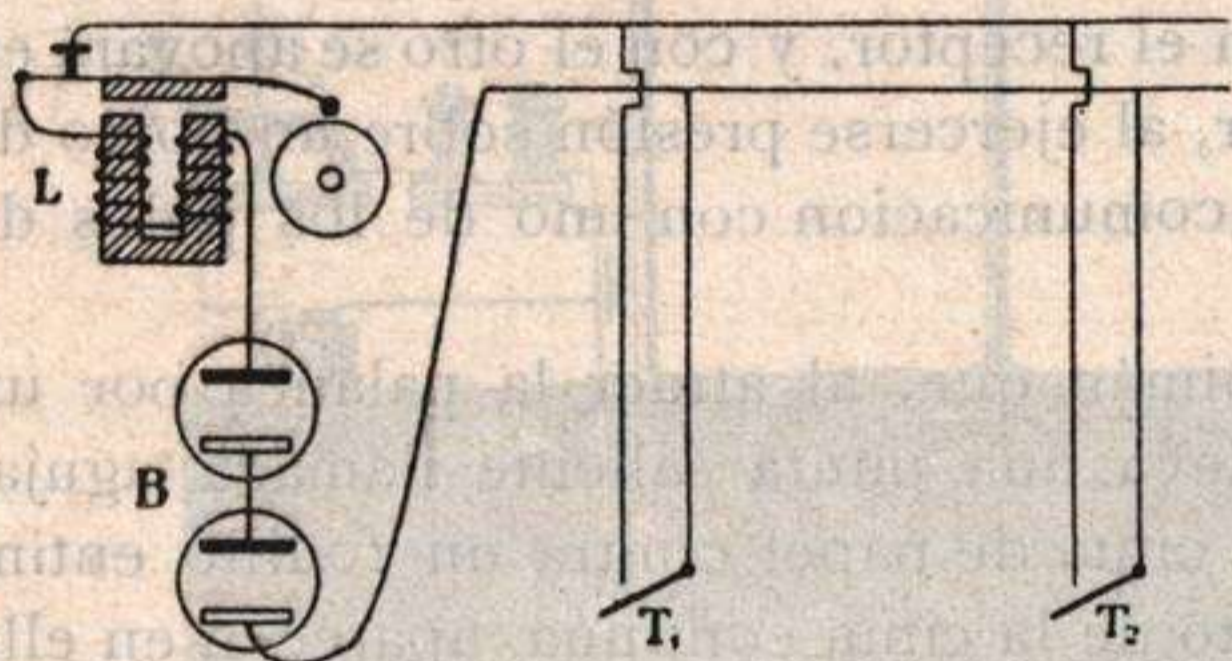


Fig. 34.—Timbre eléctrico.

Al cerrarse el circuito y ser atraída la armadura, el martillo golpea la campana e interrumpe con ello el circuito; un resorte le hace volver a la armadura a su posición primitiva, y cerrado de nuevo el circuito, serán la armadura y martillo atraídos otra vez, y varias, produciendo el repique de la campana.

**213. Aparatos telefónicos.**—Son aparatos destinados a transmitir y recibir el sonido y la palabra entre dos lugares.

**214 Partes de que consta un teléfono con hilos.**—Son:

- 1.<sup>a</sup> De una pila eléctrica.
- 2.<sup>a</sup> Un transmisor que transforma los sonidos en corrientes eléctricas que salen a la línea.
- 3.<sup>a</sup> Hilo de línea o conductor que establece comunicación entre las dos estaciones.
- 4.<sup>a</sup> Un receptor que transforma las corrientes que llegan por la línea en vibraciones sonoras análogas a las producidas en el transmisor.



La *pila* debe ser intensa y de duración.

Los *hilos de línea* son generalmente de cobre.

El *transmisor* telefónico o productor de corrientes varía: puede ser magnético y eléctrico.

Y el *receptor* telefónico es el propiamente llamado teléfono.

**215. Sistemas de teléfonos.**—Atendiendo al transmisor pueden ser magnéticos y eléctricos.

**216. Transmisores telefónicos.**—En los *transmisores magnéticos* las vibraciones

sonoras son transmitidas por el aire a una lámina vibrante de hierro dulce que forma la armadura de un electroimán, en el que las terminaciones de

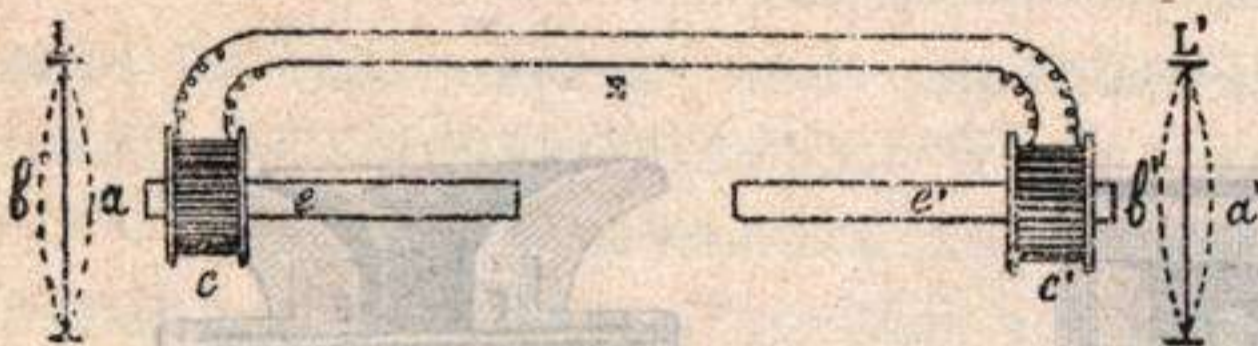


Fig. 35.-Teléfono.

los hilos de su carrete están en comunicación con la línea.

La lámina al vibrar (fig. 35) se aproxima al imán y se aleja de él, aumentando y disminuyendo la intensidad del campo magnético, perturbaciones que son la causa de las corrientes inducidas que se establecen en el hilo del carrete y que por la línea llegan al receptor.

Estos transmisores tienen inconvenientes para distancias grandes. En los *transmisores eléctricos*, llamados *micrófonos*, las vibraciones son transmitidas por el aire a dos carbones o dos series de carbones, de los que parten los reóforos que cierran el circuito, con uno o dos elementos de pila intermedios.

Los carbones al vibrar se mueven, y aumentando o disminuyendo los contactos aumenta o disminuye la resistencia del circuito, y esto da lugar a las corrientes ondulatorias que se establecen y llegan al receptor.

De estos transmisores, el *micrófono de Ader* (fig. 36) se compone de una caja o pequeño pupitre de madera muy flexible, que tiene dos carbones laterales y uno central, destinados a recibir dos series de cinco carbones cada una. De los laterales parten los reóforos.

El *micrófono de Ericson* está formado por un bloque cilíndrico de carbón que en una de sus bases presenta una concavidad llena

de partículas de carbón comprimidas por una placa vibrante. En la actualidad es preferido al de Ader.

**217. Receptores telefónicos.**— Constan de un imán (fig. 37) en forma de anillo incompleto, en cuyos extremos lleva dos carretes con núcleos de hierro dulce, sobre los cuales y próxima a los polos del imán va la placa vibrante, y sobre ella un anillo de hierro dulce para concentrar las líneas de fuerza.

Cada aparato lleva dos receptores suspendidos de dos ganchos, a uno y otro lado de la caja transmisora, uno de los cuales hace

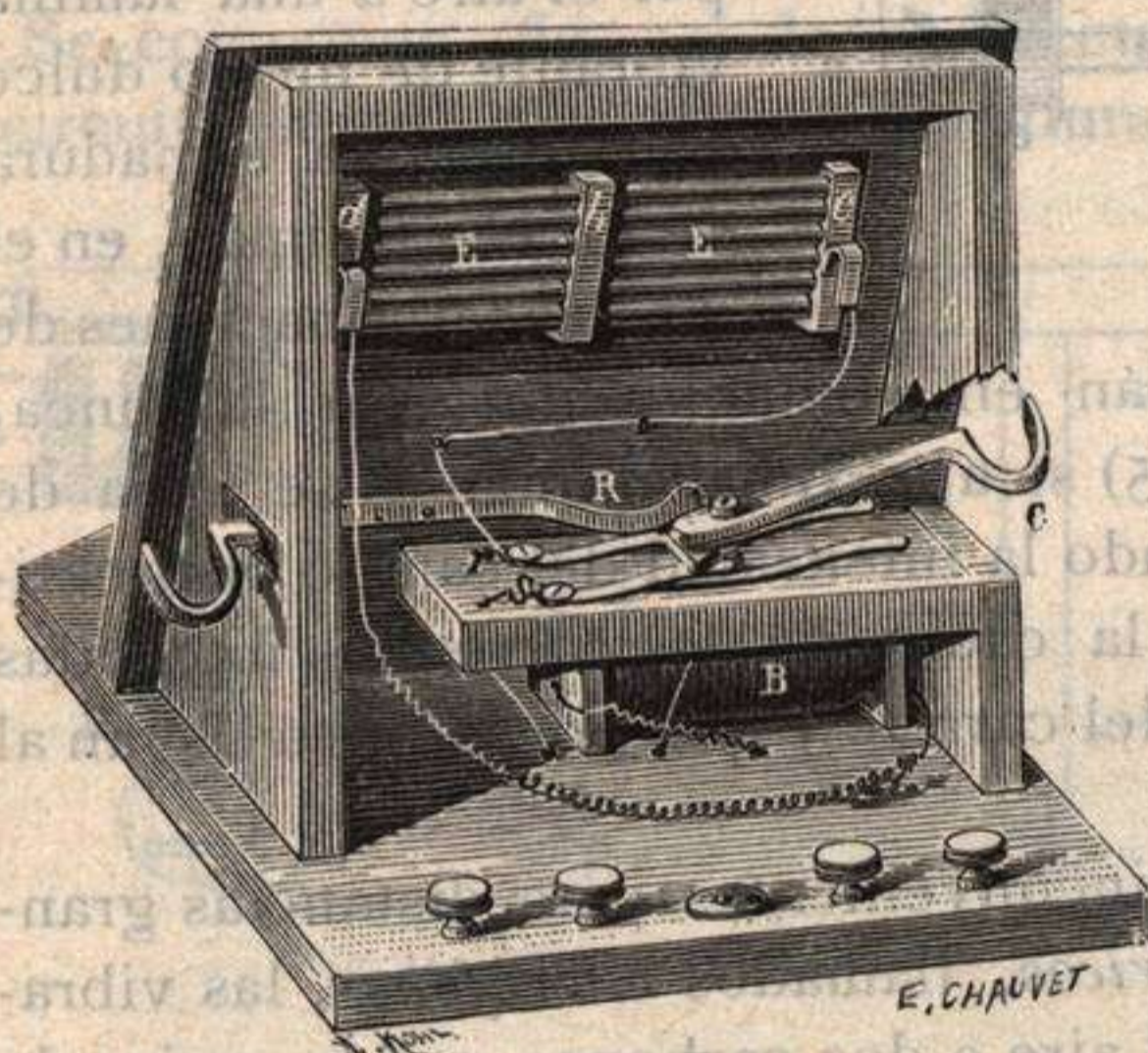


Fig. 36.-Microfono Ader.

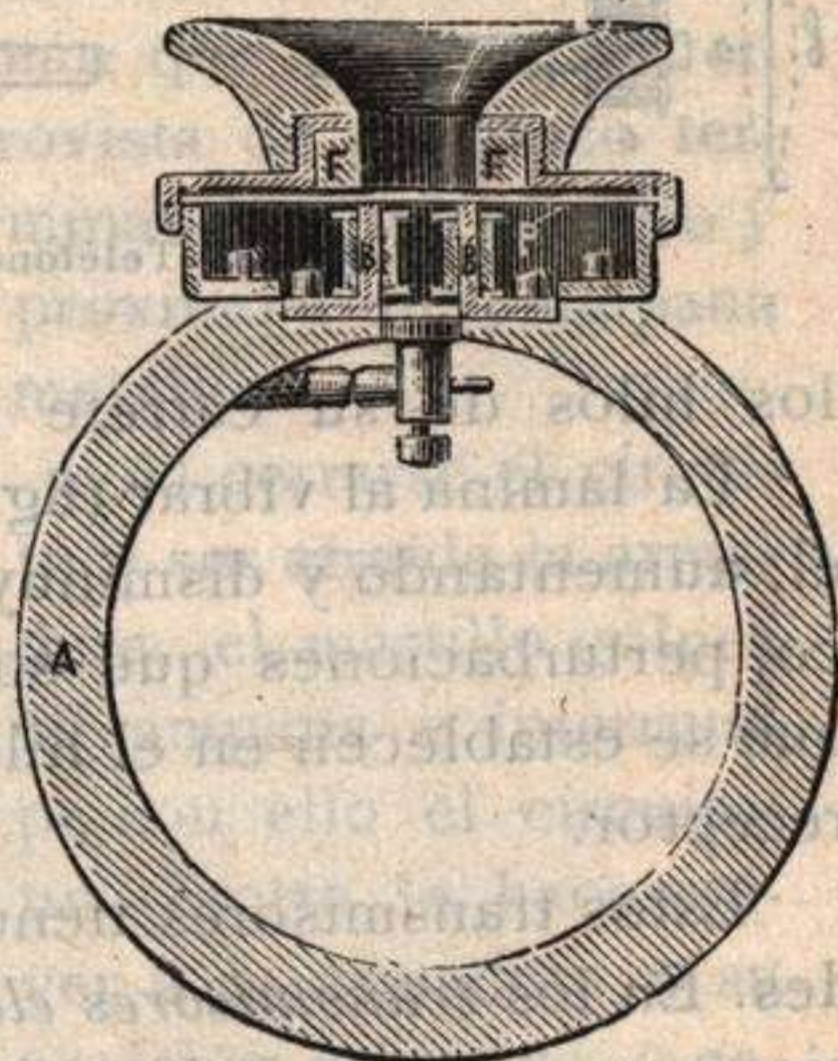


Fig. 37 Receptor telefonico.

descender por su propio peso una palanca que establece comunicación con la otra estación y con un timbre, y cuando se levanta comunica con el hilo de línea.

Hoy se construyen el transmisor y receptor formando una sola pieza, por la ventaja de que al aproximarse el transmisor a la boca queda el receptor cerca del oído.

**218. Centrales telefónicas.**—Tienen por objeto establecer comunicación entre distintas líneas telefónicas.

En la central existe un cuadro en donde terminan las líneas de la misma red, en el cual van marcados los números asignados a cada aparato tapados con una chapa. Al llamar a la central cae la

chapa correspondiente, y comprimiendo con su peso un resorte cierra el circuito de un timbre y avisa la llamada.

El empleado encargado de vigilar el cuadro de comunicación pone una clavija en el agujero correspondiente al número que queda descubierto y otra con el número del abonado que pide la comunicación. En cada uno de los agujeros va colocado un *jack*, en el que terminan los dos hilos de línea.



### CAPITULO XXV

**219. Electrólisis.**— Es la descomposición que experimentan algunos cuerpos por la corriente eléctrica.

**220. Electrólitos y aisladores.**— Los cuerpos que se dejan atravesar y se descomponen por la corriente eléctrica se llaman *electrólitos*, y los que no la conducen, *aisladores*.

Entre los electrólitos están los ácidos, bases y sales en disolución, o bien fundidos.

**221. Electroodos.**— Así se llaman las placas, varillas o cuerpos en general que se sumergen parcialmente en un líquido electrólito, y que por el exterior se comunican con reóforos o hilos conductores, y por el interior con el mismo líquido.

De los electroodos, uno es el *polo positivo* o *ánodo*, que es aquel por el que entra la corriente al líquido, y el otro el *negativo* o *cátodo*, o sea por donde la corriente sale al exterior.

**222. Iones.**— Son los átomos o grupos de átomos cargados de electricidad, de los que se desdoblán los electrólitos al disolverse en los líquidos, y en cuya disociación no deja de intervenir la acción de la corriente eléctrica.

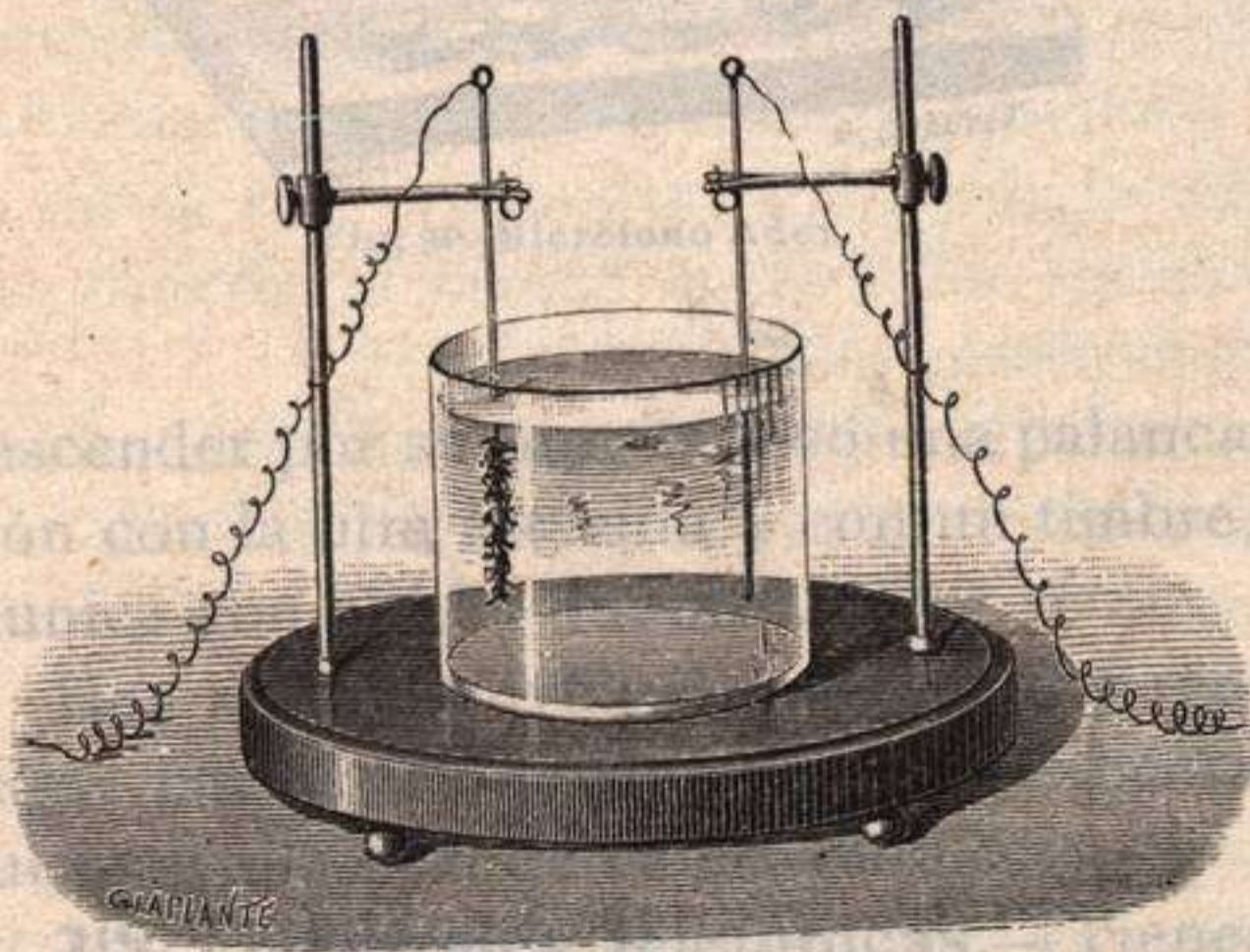


Fig. 38.-Cuba<sup>7</sup>electrolítica.

Los iones que se dirigen y van a parar al ánodo se llaman *aniones*, y los que van al cátodo, *cationes*.

**EJEMPLO DE ELECTRÓLISIS.**— Si en un vaso (fig. 38) de grandes di-

mensiones (*cuba electrolítica*) se pone una disolución de sulfato de cobre (*electrólito*), y en la disolución se introducen separadamente dos láminas metálicas cuidadosamente limpias (*electrodos*), al poner estas láminas en comunicación con los polos de una pila, bien pronto se observa que la lámina que hace de cátodo se cubre de una capa de cobre (*cación*), y que a la otra lámina, que hace de ánodo, se dirige el resto de la molécula, en donde tienen lugar otras acciones químicas (*anión*).

**223. Voltámetro.**—Este aparato (fig. 39) se compone de una copa de vidrio, con el fondo de sustancia aisladora, atravesado por dos laminitas metálicas, que sobresalen unos centímetros por el interior, y quedan rodeadas por sus correspondientes probetas, y otro tanto por el exterior, por las que se establece comunicación con los reóforos de una pila eléctrica. Una de dichas probetas [rodea al electrodo positivo o ánodo, y la otra al electrodo negativo o cátodo.

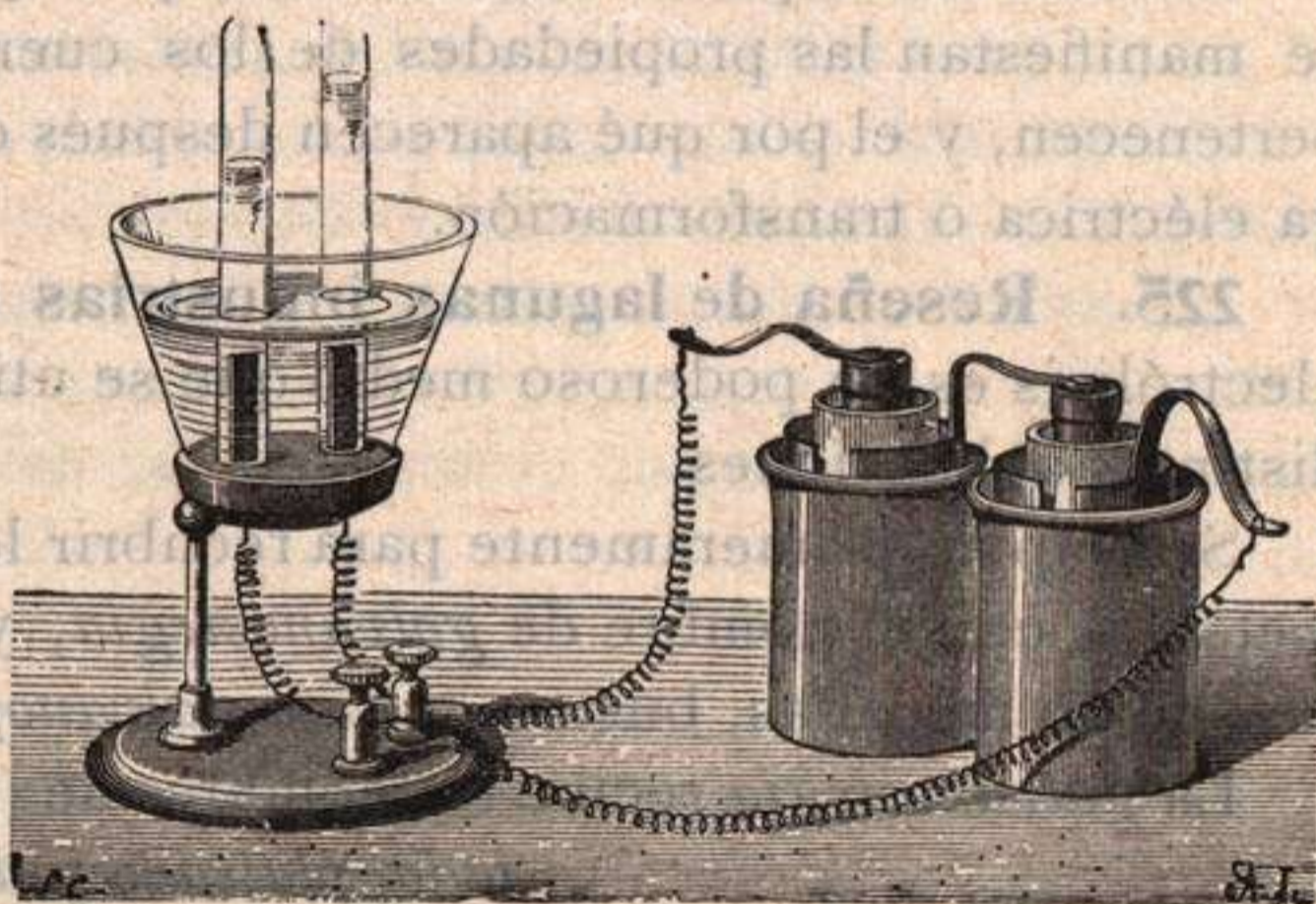


Fig. 39. Voltámetro.

Si en este aparato se echa un electrólito, agua con unas gotas de ácido sulfúrico, por ejemplo, con el cual se llenan también las probetas, y por él se hace pasar la corriente eléctrica, pronto aparecen los gases oxígeno *O* en el ánodo y el hidrógeno procedente del ácido sulfúrico en el cátodo *H*.

El voltámetro es el que se emplea en estos casos, o sea siempre que los productos de la descomposición electrolítica o iones resultantes sean gaseosos.

**224. Disociación.**—A toda descomposición parcial que experimentan los cuerpos se llama *disociación*.

Así, al disolverse un cuerpo en el agua, según la teoría de Arrhenius, el cuerpo se desdobra o disocia en *iones* o átomos, unos

cargados de electricidad negativa, otros de positiva. De estos iones, al introducir en la disolución los reóforos de una pila, los iones cargados de electricidad negativa son atraídos por el polo positivo o anión, por lo que se llaman *aniones*, y los cargados de positiva, por el polo negativo o catión, y son los *cationes*.

Termina la teoría afirmando que al establecerse el contacto entre los polos o iones cargados de electricidades contrarias, éstas se neutralizan o desaparecen, y los átomos iones quedan así transformados en estado atómico.

De este modo puede explicarse el por qué en forma de ión no se manifiestan las propiedades de los cuerpos a que dichos iones pertenecen, y el por qué aparecen después de la pérdida de la carga eléctrica o transformación.

**225. Reseña de lagunas industrias electroquímicas.**—La electrólisis es un poderoso medio que se utiliza en la industria con distintas aplicaciones.

Se empleó primeramente para recubrir los cuerpos de una capa metálica, con el nombre de *galvanostegia*, y para reproducir objetos, como medallas, bustos, etc., o *galvanoplastia*.

La *galvanostegia* recibe los nombres de (fig. 40) *cobreado*, *níquelado*, *plateado* y *dorado*, según que la superficie del objeto se cubra de una capa de cobre, níquel, plata u oro, y se practica como queda indicado, en el ejemplo de electrólisis.



Fig. 40.—Galvanostegia

Para la *galvanoplastia*, la primera cosa indispensable es preparar el molde del objeto que se ha de reproducir.

Los moldes se hacen generalmente de gutapercha, cera, yeso, etcétera, sustancias que, aplicadas al objeto, permiten que queden gravados los más pequeños detalles, moldes que se recubren por

el interior de grafito o de otras sustancias para hacerlos buenos conductores.

La fabricación de los clisés para imprenta es una *galvanoplastia*.

En química se emplean los procedimientos electroquímicos para obtener, purificar y conservar muchos cuerpos.

Por electrólisis se obtienen los metales muy puros; se fabrican azúcar, almidón, etc., rápida y económicamente; y se conservan la leche, maderas, etc., porque se destruyen los fermentos, causa de la alteración que experimenta.

## CAPITULO XXVI

### POTENCIA DE LA CORRIENTE. — KILOVATIO-HORA

**226. Potencia de la corriente.**—Potencia de una corriente eléctrica es el trabajo que puede realizar en la unidad de tiempo.

De dos corrientes, la que produce mayor trabajo, en el mismo tiempo, es la que tiene mayor potencia.

El trabajo realizado por una corriente eléctrica puede compararse con el que realiza un salto de agua, que, como es sabido, depende de la cantidad de agua y de la altura de que cae o diferencia de nivel.

Análogamente:

El trabajo que puede efectuar una corriente eléctrica depende de dos factores: de la cantidad, o su equivalente intensidad, expresada en amperios  $I$ , y del potencial o fuerza electromotriz expresada en voltios  $E$ .

De donde:

La potencia de una corriente se obtiene multiplicando las amperios  $I$  por los voltios  $E$ , y expresando en vatios  $W$ , el valor.

$$\text{Watios} = \text{Amperios} \times \text{voltios} \quad \ast \quad W = I \times E.$$

El *vatio* es, pues, la potencia de una corriente de 1 amperio de intensidad y de 1 voltio de potencial, que se obtiene sustituyendo en la fórmula anterior  $I$  y  $E$  por 1 y 1.

$$W = 1 \times 1 = 1.$$

La unidad de corriente eléctrica se dá en *kilovatios-horas*:

Un *kilovatio-hora* es la energía suministrada en una hora por una corriente eléctrica de un kilovatio de potencia.

**227. Instalación eléctrica.**—En toda instalación eléctrica in-



terviene el salto de agua, estación eléctrica productora, línea conductora, estación eléctrica transformadora y tendido o aplicación.

Se llama *salto de agua* de un río a la diferencia de nivel entre los dos puntos más distantes del mismo, dependiendo, además, de la cantidad o caudal de agua.

El salto de agua produce un trabajo, cuyo valor, expresado en kilográmetros, se obtiene multiplicando la diferencia de nivel en metros por la cantidad de agua en litros por segundo.

Este trabajo mecánico, producido por el agua, es el que se aprovecha transformándole en eléctrico, a fin de poderlo transportar fácilmente al sitio en donde se ha de hacer aplicación.

La *estación eléctrica productora* la componen los elementos necesarios para convertir primeramente el trabajo producido por el agua en trabajo motor o de movimiento, a cuyo fin se emplean ruedas hidráulicas, turbinas, etc.; y después de los órganos que transforman este trabajo mecánico en eléctrico lo que se consigue por medio de los generadores eléctricos.

La energía eléctrica así obtenida, después de pasar por un cuadro de *tablero* de mármol llamado de *distribución*, llega a unas barras metálicas o *colectoras*, de las que parten a su vez los hilos que enlazan con los llamados de línea.

Las líneas eléctricas pueden ser aéreas o subterráneas.

Las *líneas aéreas* son hilos generalmente de cobre, de diámetro proporcional a la intensidad de la corriente, y que en el tendido del interior de las poblaciones deben estar revestidos de una capa de caucho y de una y más cintas cauchutadas protegidas por una capa de pintura para evitar contactos con la mano, puesto que son mortales. Van sostenidos por postes de madera o de cemento armado, etcétera, provistos de aisladores fijos en la parte alta de los mismos.

Las *líneas subterráneas* se emplean sólo en las grandes poblaciones, y van protegidas por gruesas capas de sustancias protectoras para evitar su alteración y el contacto con la humedad.

En la *estación transformadora*, como su nombre indica, existe un transformador, cuya finalidad es rebajar la tensión o potencial y aumentar la intensidad, o bien hay un convertidor cuando se han de cambiar las corrientes alternas en continuas o inversamente,

corrientes que, transformadas, van al cuadro de distribución, y de allí salen al circuito de utilización para su aprovechamiento.

**228. Alumbrado eléctrico.**—Se obtiene por medio de lámparas de diversos tipos, entre las que se hallan las de *incandescencia*, formadas por pequeños depósitos de vidrio, en los que se ha enrarecido el aire para evitar la combustión de un hilo fino dispuesto en su interior, y cuyos extremos comunican con dos piezas metálicas que, atravesando el tapón, salen al exterior para poder establecer la corriente que pone al hilo incandescente y luminoso.

Los hilos son de cuerpos refractarios, como de carbón, platino, óxido de manganeso, tungsteno, etc.

**229. Tracción eléctrica.**—Una de las aplicaciones de la electricidad es la del arrastre de trenes, tranvías y otros vehículos.

Los tranvías llevan un motor debajo de la plataforma, al que llega la corriente de una dinamo, situada en una estación, por el hilo de línea y el trole, corriente que pone el motor en movimiento, el cual es transmitido, por medio de un piñón, a una rueda dentada, concéntrica con las ruedas del coche, a las que pone en rotación.

La velocidad aumenta o disminuye, aumentando o disminuyendo la intensidad de la corriente, para lo cual lleva una caja de resistencias variable, o *reóstato de campo*, que maneja el conductor.

## LUZ

### CAPITULO XXVII

**230. Optica.**—*Se llama óptica a la parte de la Física en la que se estudia la luz.*

Luz es la causa que al impresionar el órgano de la vista permite apreciar las dimensiones, forma, color, etc., de los cuerpos que nos rodean.

La luz natural emana del sol, estrellas fijas, etc., y la artificial, de los cuerpos combustibles e incandescentes.

A los cuerpos que emiten luz propia se les llama *luminosos*; a los que emiten la que reciben de otros, *iluminados*, y a los que no emiten luz, *oscuros*.

**231. Naturaleza de la luz.**—Fundándose en el hecho de que al calentar suficientemente un hilo metálico llega a enrojecerse y a mayor temperatura se hace luminoso, se llegó a suponer que la luz podría ser producida por un considerable número de vibraciones de las moléculas de los cuerpos, que, en forma de ondas y por un medio eminentemente elástico, se propagaran por el espacio, e impresionando la retina, permitían ver los cuerpos.

*Marwell* supuso que la luz u ondas luminosas son corrientes eléctricas alternativas de mucha frecuencia, originadas por variaciones de intensidad de un campo magnético, *ondas electromanéticas* que, propagándose por inducción de un espacio al inmediato y sucesivamente a los demás, son las que iluminan los cuerpos e impresionan la retina, produciendo el fenómeno de la visión.

**232. Propagación de la luz.**—Por un medio homogéneo la luz se propaga en línea recta y en todas direcciones; interponiendo una pantalla entre una bujía y el ojo del observador, cualquiera que sea la dirección en que se la mire, la llama de la bujía se puede ver,

lo cual prueba que la propagación no es de forma curva ni quebrada.

De un cuerpo luminoso parten infinidad de rayos. Al conjunto de rayos se llama *haz luminoso*. A un rayo luminoso no se le puede por sí sólo separar de los demás; pero la dirección rectilínea que sigue la luz al propagarse es lo que se entiende por *rayo de luz*.

**233. Velocidad de la luz.**—La velocidad de la luz es próximamente de *300.000 kilómetros por segundo*, y fué calculada por Roemer dividiendo el valor del diámetro terrestre por 16 minutos y 36 segundos, tiempo que tardaba la luz en recorrerle, deducido de diferencia de tiempo entre los eclipses de un satélite de Júpiter, según que la tierra se encontrara, respecto a Júpiter, en oposición o en conjunción, dato que encontró examinando detenidamente las tablas de un Observatorio Astronómico.

$$\frac{\text{Diámetro terrestre}}{\text{Número de segundos}} = \frac{296\,000.000}{996} = 300.000 \text{ km.}$$

La velocidad disminuye a medida que aumenta la densidad del medio por el que la luz se propaga.

**234. Sombra.**—El espacio privado de luz que deja un cuerpo detrás de sí cuando es iluminado por la cara opuesta se llama *sombra*.

Si el foco luminoso es mayor que el cuerpo que se interpone, y que se supone esférico, la sombra tiene la forma de cono con la base en el cuerpo y el vértice en su lugar del espacio; pero si el foco es menor, el espacio privado de luz que resulta va en aumento a partir del cuerpo.

Los límites de la sombra, en parte iluminados por las nuevas ondas que en los bordes o superficie del cuerpo se produce, y que aparecen con menos intensidad, se llaman *penumbra (casi sombra)*.

**235. Reflexión.**—Es el retroceso que experimentan las ondas luminosas al encontrar un cuerpo pulimentado o elástico.

Los metales bruñidos, el mármol pulimentado, la superficie de los lagos, etc., reflejan la luz.

*Rayo incidente* es el rayo de luz que llega a un cuerpo; *punto de incidencia* el de encuentro con dicho cuerpo; *rayo reflejado* la nueva dirección que toma el rayo incidente al reflejarse.

*Angulo de incidencia* es el formado por el rayo incidente y la normal a la superficie reflectora en el punto de incidencia, y *ángulo de reflexión* el que forma el rayo reflejado con la misma normal.

Las leyes de la reflexión son:

- 1.<sup>a</sup> *El ángulo de incidencia es igual al reflexión.*
- 2.<sup>a</sup> *El rayo incidente, la normal y el rayo reflejado, se hallan en un mismo plano, perpendicular a la superficie de reflexión.*

Estas leyes se comprueban, entre otros medios, con el aparato de *Silbermán* (fig. 41), que se compone de un anillo o círculo vertical, apoyado en su correspondiente pie, con dos diámetros, uno vertical, en cuyo extremo superior está el O de la graduación, que se extiende a uno y otro lado del arco de círculo hasta  $180^\circ$ , y otro horizontal, que lleva en su centro un espejito plano. Completan el aparato dos tubitos que pueden resbalar por el arco, destinados, a que penetre por uno el haz de luz incidente hasta encontrar el espejo y salga por el otro el reflejado.

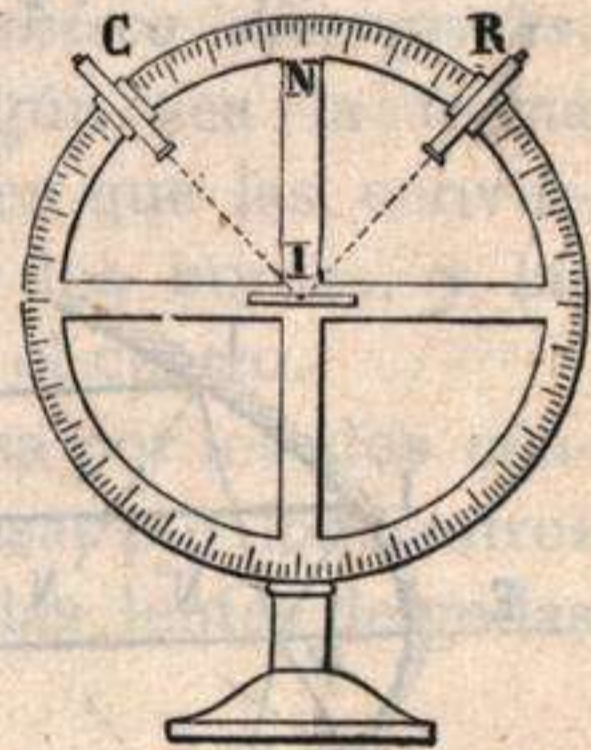


Fig.41.-Aparato Silberman.

Al efectuar la experiencia ambas leyes quedan comprobadas.

**236. Luz regular y difusa.** — De la luz que llega a la superficie de un cuerpo, al reflejarse no toda toma la misma dirección, sino que unos rayos cumplen con las leyes enunciadas, saliendo paralelos, y otros, por el contrario, salen dispersos, a causa de las desigualdades de la superficie que los refleja pueda tener; y de aquí las denominaciones respectivas de luz regular o especular y de luz difusa.

**237. Espejos** — Son superficies pulimentadas destinadas a producir imágenes de los cuerpos o transportar luz por reflexión.

Por la forma de la superficie pueden ser planos, cóncavos, parabólicos, etc.

Los que se usan en las casas para producir imágenes están formados de lunas muy *planas* y homogéneas de cristal que tienen una superficie cubierta por una delgada capa de amalgama de estaño o de plata precipitada. Las imágenes que producen son *ilusorias* o *virtuales*.

Los destinados a reflejar luz son *cóncavos*, y para transmitirla a larga distancia o como *reflectores*, parabólicos; porque colocando el foco luminoso en el geométrico o principal de un espejo parabólico (figura 42), los rayos u ondas que se reflejan en su superficie salen paralelamente al eje del espejo, y por esta cualidad no existe pérdida de luz refleja y puede alcanzar mayor distancia.

**238. Refracción de la luz.**—Es la desviación que los rayos luminosos experimentan al pasar de unos cuerpos a otros de distinta densidad.

Cuando la luz pasa (fig. 43) de un medio menos denso a otro

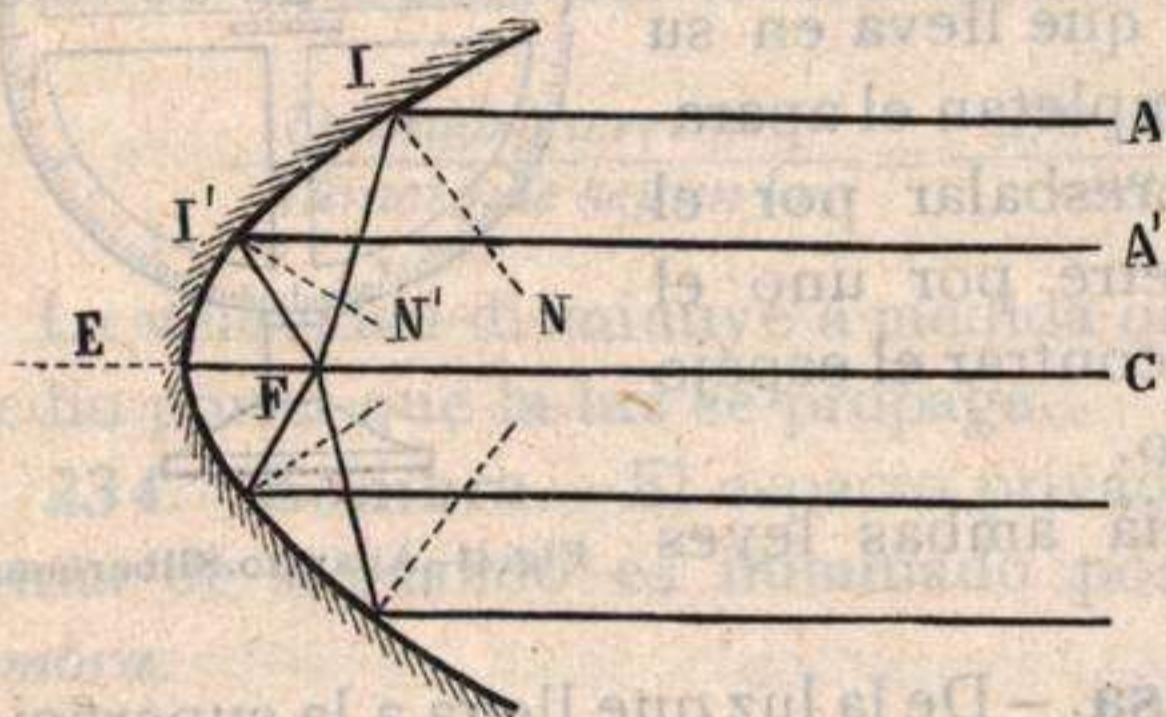


Fig. 42.-Reflector.

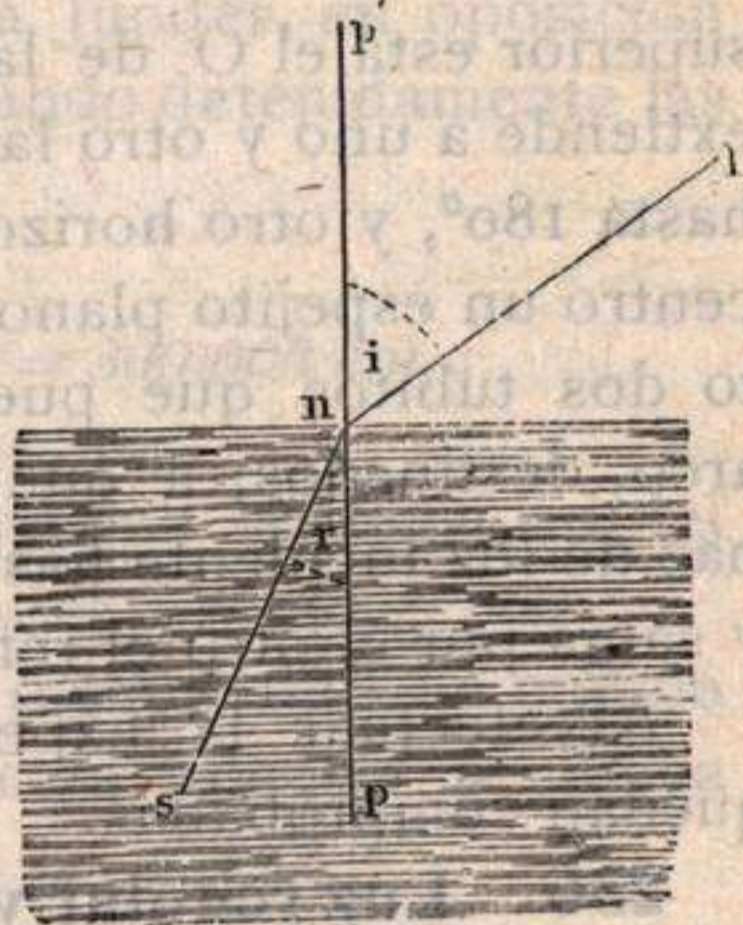


Fig. 43.-Refracción de la luz.

más denso, como del alre al agua, se aproxima a la normal; pero si pasa de uno más denso a otro que lo es menos, se separa de la normal. La desviación es tanto mayor cuanto mayor sea la diferencia de densidad entre los dos medios.

La dirección que lleva la luz se llama *rayo incidente*,  $l n$ ; su encuentro con el segundo medio, *punto de incidencia*,  $n$ , y la dirección que adquiere en este segundo medio, *rayo refractado*,  $n s$ .

*Angulo de incidencia* es el formado por el rayo incidente y la normal,  $i$ , y *ángulo de refracción* el que la normal forma con el rayo refractado,  $r$ .

**239. Lentas.**—Son medios diáfanos terminados por superficies curvas, o planas y curvas, destinadas a dar por refracción imágenes

**240. División.**—Pueden ser *convergentes*, que son las que reúnen los rayos que las atraviesan, y *divergentes*, las que los separan.

Las convergentes (fig. 44), a su vez, pueden ser: *biconvexas*,



Fig. 44.—Lentes convergentes divergentes.

*planoconvexas* y *concavoconvexas* o *menisco convergentes*, y las divergentes *bicóncavas*, *plano-cóncavas* y *convexo-cóncavas* o *menisco divergentes*, según sea la forma

respectiva de las caras. Al tacto se diferencian en que las convergentes son más gruesas por el centro que por los bordes, y las divergentes, al contrario, son más delgadas por el centro.

*Eje principal* de una lente es la recta que pasa por los dos centros de curvatura, y *eje secundario*, el que sin pasar por los centros de curvatura pasa por el centro óptico, que en las lentes delgadas

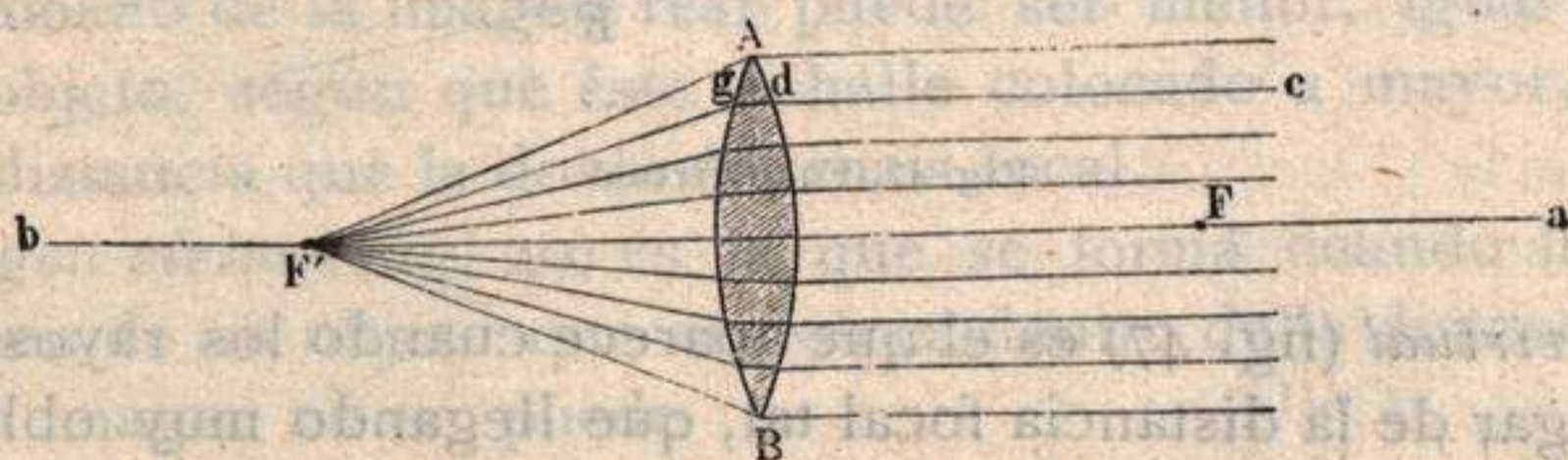


Fig. 45.—Foco principal.

corresponde a su centro, y tiene la propiedad de que el rayo de luz que pasa por él no cambia de dirección.

**241. Focos e imágenes en las lentes convergentes.**—En estas lentes los focos son tres: *principal*, *conjugado* y *virtual*.

Las imágenes son de dos clases: *reales* y *virtuales*.

*Foco principal* (fig. 45) es el que se forma con los rayos luminosos que llegan a la lente paralelos al eje principal, rayos que, al ser refractados, se reúnen al otro lado de la lente en un punto equidistante del centro de curvatura y el óptico,  $F'$ . Su distancia al centro óptico es la *distancia focal*.

*Foco conjugado* (fig. 46) es el que se forma cuando los rayos luminosos encuentran a la lente oblicuos al eje principal, y vienen de una distancia mayor que la focal, los cuales, al refractarse, se reúnen al otro lado de la lente en un punto que depende de la distancia que separa al cuerpo luminoso de la misma lente,  $A'$ .

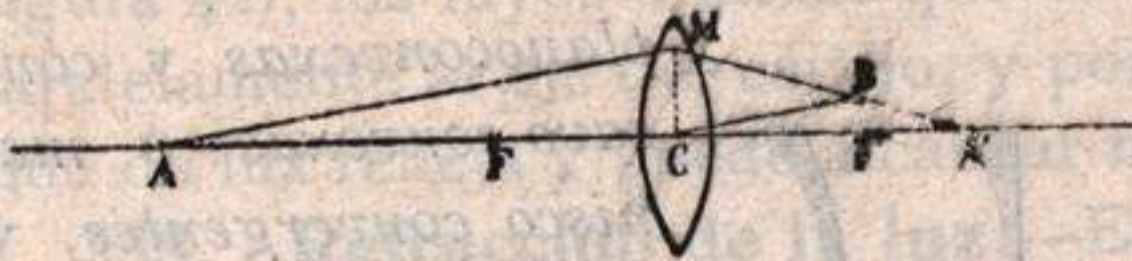


Fig. 46.-Foco conjugado.

Cuando el punto luminoso esté a mayor, igual o menor distancia que la doble distancia focal, el foco estará al lado opuesto de la lente, a menor, igual o mayor distancia que la doble distancia focal.

*Foco virtual* (fig. 47) es el que aparece cuando los rayos parten de un lugar de la distancia focal tal, que llegando muy oblicuos a la lente, al refractarse salen divergentes; pero sus prolongaciones se encuentran por el mismo lado en un punto, que es el foco virtual,  $V$ . Idénticos resultados se obtienen si los rayos luminosos encuentran a la lente del mismo modo, pero con respecto a un eje secundario.

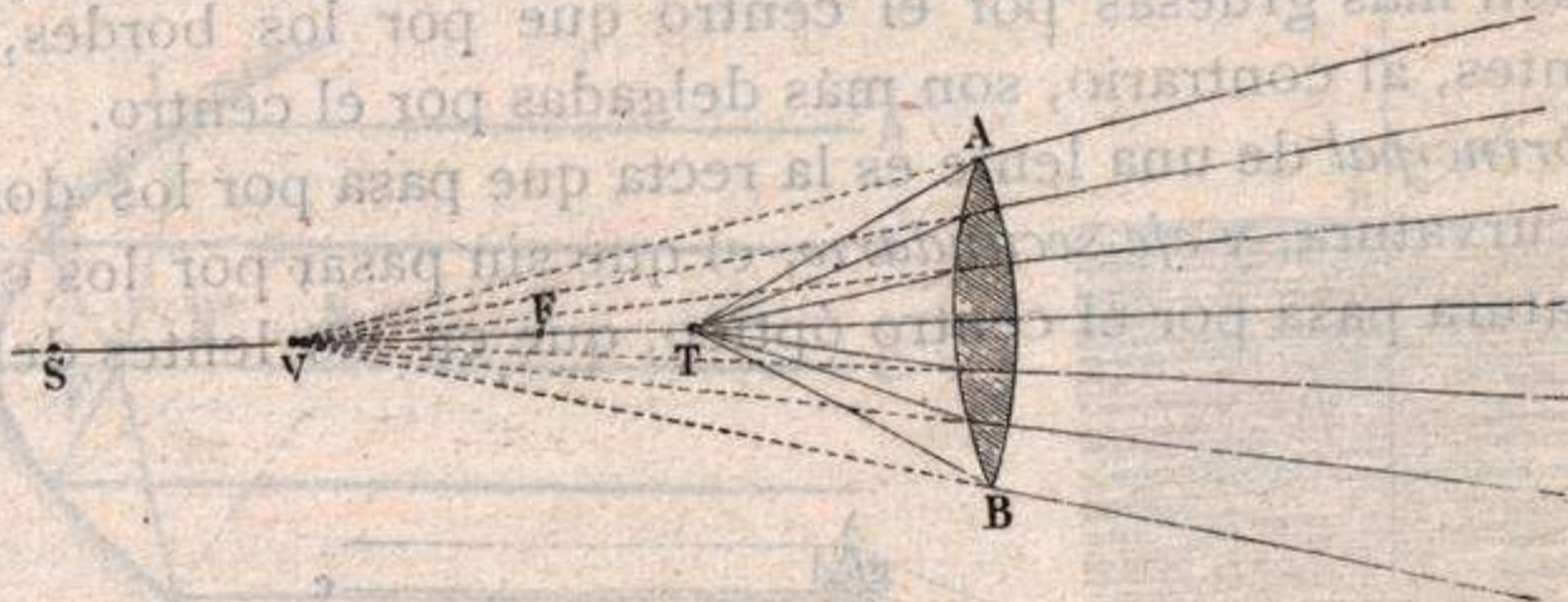


Fig. 47.-Foco virtual.

*Imagen real* (fig. 48) es la que se forma cuando el objeto se coloca fuera de la distancia focal de la lente. Se caracteriza porque se puede recibir en una pantalla, por estar

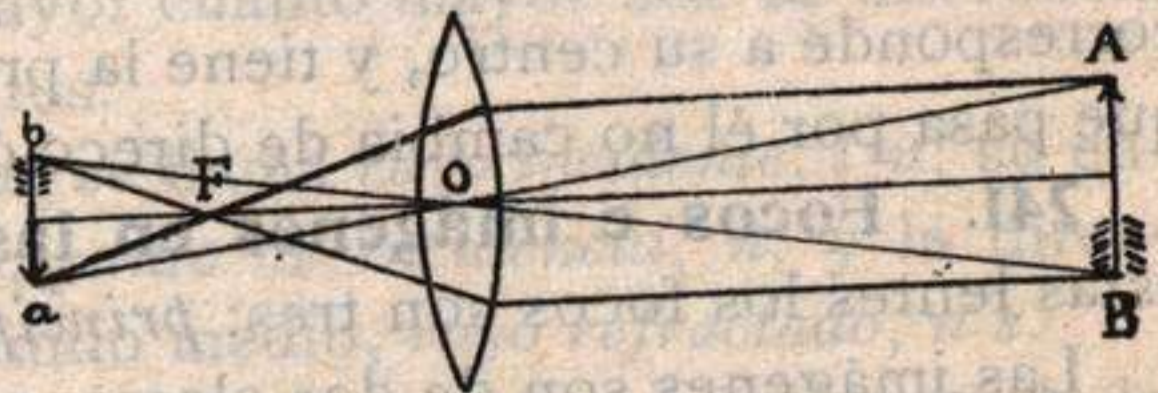


Fig. 48.-Imagen real.



formada por los rayos refractados, ser invertida y, en general, más pequeña.

Se construye esta imagen geoméricamente colocando una flecha distante de la lente y normalmente al eje principal, trazando un rayo secundario desde un extremo, después otro paralelo al eje principal, que se refracta a la entrada y salida de la lente, pasando por el foco principal y prolongando éste suficientemente hasta su encuentro con el secundario del mismo extremo; el punto en que se cortan es la imagen del extremo dado. Con idéntica construcción se obtiene la del otro extremo, y uniendo los dos focos con una recta se tendrá la imagen *a b* de la flecha dada, *A B*.

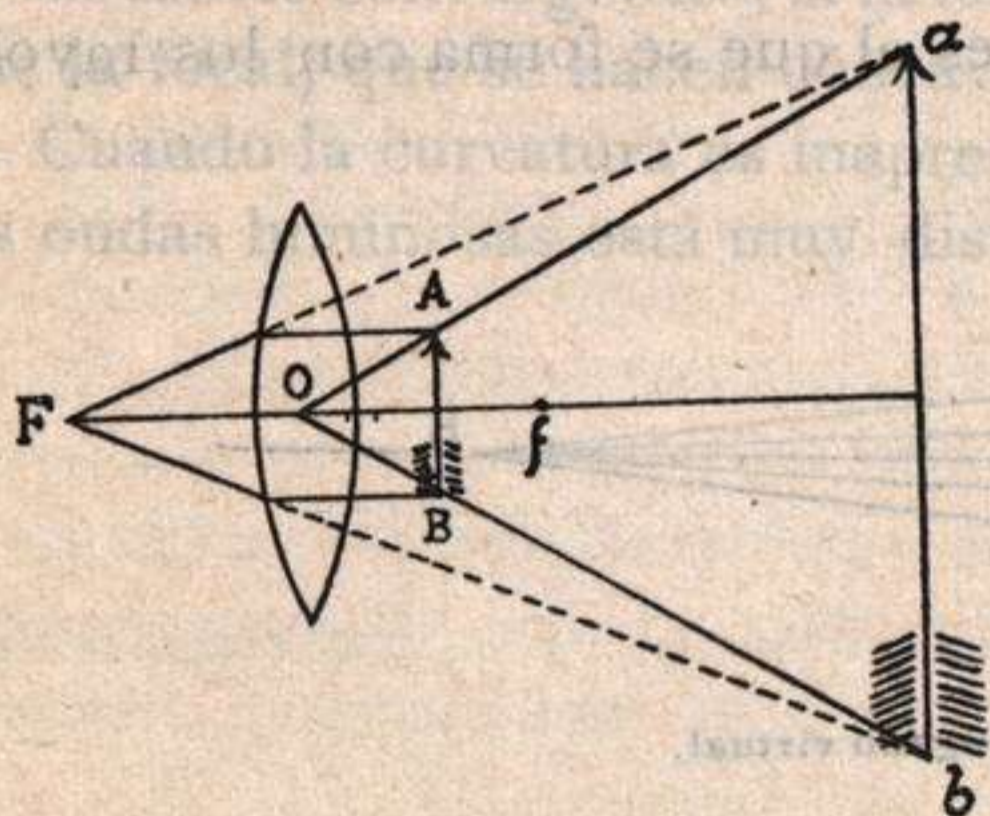


Fig. 49.-Imagen virtual.

El tamaño de la imagen real puede ser menor, igual o mayor que el objeto, según que éste se halle colocado a mayor, igual o menor distancia que la doble distancia focal.

*Imagen virtual* (fig. 49) es la que se forma cuando los rayos provienen de un objeto que se coloca dentro de la distancia focal.

Esta imagen no se puede recibir en una pantalla, por estar formada por la prolongación de los rayos refractados; es derecha y mucho mayor que el objeto (*lentes de aumento*).

Se construye trazando desde el extremo de la flecha un eje secundario, después un rayo paralelo al eje principal, que, no obstante de refractarse a la entrada y salida, sale divergente, encontrando su prolongación al eje secundario, con lo que se obtiene la imagen de un extremo. Y repitiendo análoga construcción

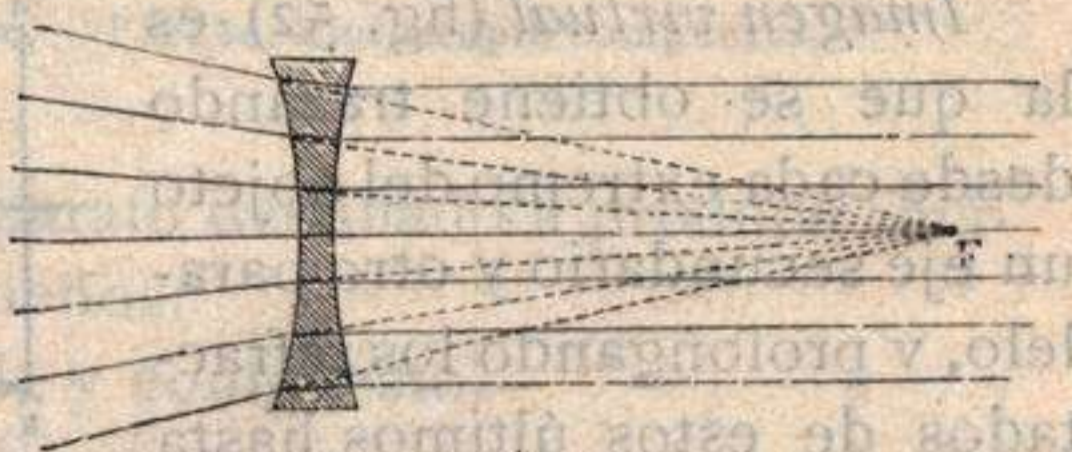


Fig. 50.-Foco principal virtual.

Se construye trazando desde el extremo de la flecha un eje secundario, después un rayo paralelo al eje principal, que, no obstante de refractarse a la entrada y salida, sale divergente, encontrando su prolongación al eje secundario, con lo que se obtiene la imagen de un extremo. Y repitiendo análoga construcción

desde el otro extremo se tendrá su respectiva imagen, y al unir los dos, la imagen  $ab$  de la flecha  $AB$ .

**242. Focos e imagen de las lentes divergentes.**—Los focos son dos: *principal-virtual* y *conjugado-virtual*.

La imagen es también de este orden o *virtual*.

*Foco principal virtual* (fig. 50) es el que se forma con los rayos

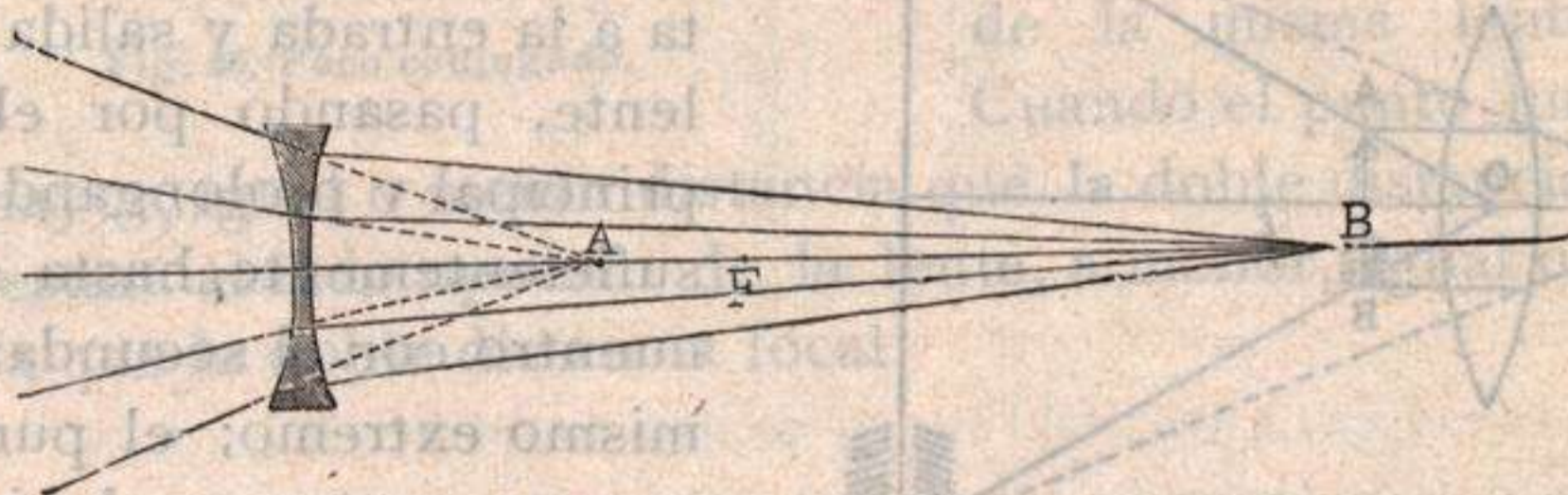


Fig. 51.-Foco conjugado virtual.

luminosos que llegan a la lente paralelos al eje principal, rayos que al atravesar la lente salen divergentes, pero sus prolongaciones se reúnen en un punto equidistante de la lente y del centro de curvatura, o sea en el punto  $F$ .

*Foco conjugado-virtual* (fig. 51) es el que resulta de los rayos que llegan a la lente oblicuos al eje principal, los cuales después de refractarse a la entrada y salida, salen divergentes; pero sus prolongaciones se encuentran en un punto que está más próximo a la lente que el principal-virtual, y es el foco de referencia  $B$ .

*Imagen virtual* (fig. 52) es la que se obtiene trazando desde cada extremo del objeto un eje secundario y otro paralelo, y prolongando los refractados de estos últimos hasta su encuentro con los secundarios para que resulten sus respectivas imágenes, y con ello la de la flecha u objeto  $an$ .

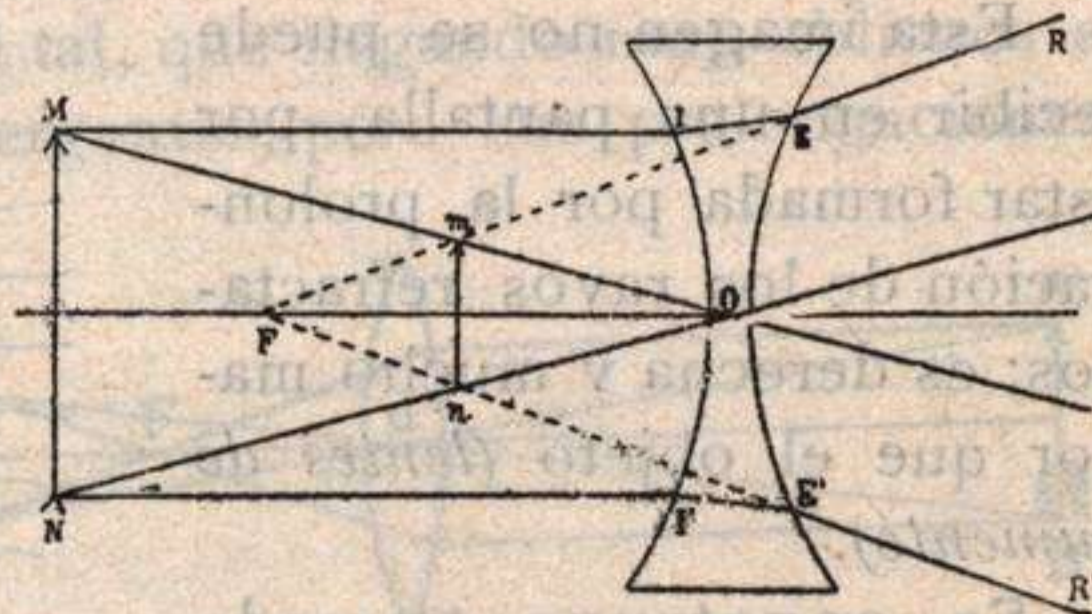


Fig. 52.-Imagen virtual.

Exponiendo una lente de esta clase a la luz del sol, y después a la de una bujía en una habitación obscura, se reproducen prácticamente los distintos focos y las imágenes citadas.

**OBSERVACIÓN.**—En la producción de focos e imágenes en las lentes, hay que tener presente que no son rayos de luz los que parten de los cuerpos luminosos, sino ondas de menos o más curvatura, que al refractarse no cambian su forma convexa, excepto en el caso de las lentes convergentes; si la luz proviene de una distancia mayor que la focal, que se hacen cóncavas.

Cuando la curvatura es inapreciable porque el cuerpo que emite las ondas luminosas está muy distante, las ondas se llaman *planas*.



Fig. 53.-Microscopio simple.

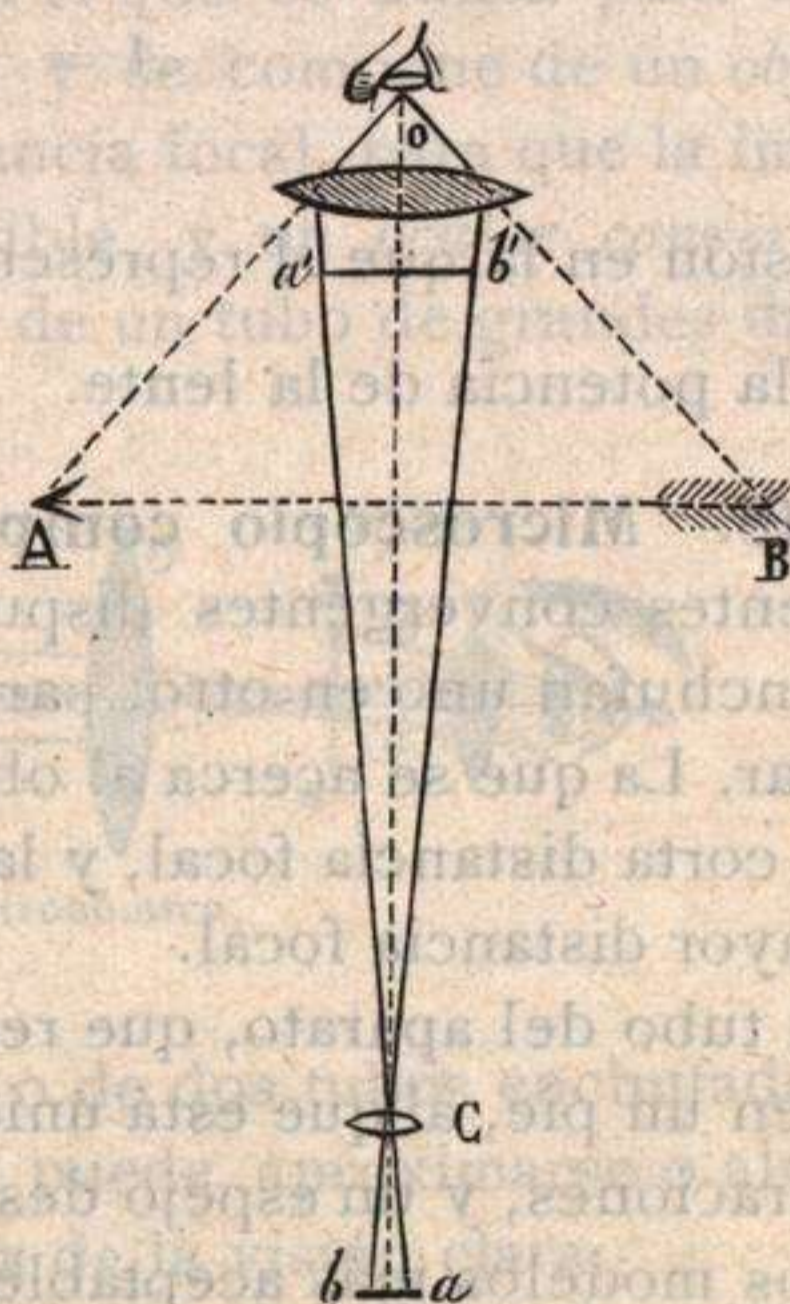


Fig. 54.-Microscopio compuesto.

**243. Microscopio.**—Es un aparato destinado a producir imágenes amplificadas de objetos pequeños.

El microscopio puede ser simple y compuesto.

**244. Microscopio simple.**—Se compone esencialmente (figura 53) de una lente biconvexa de corta distancia focal, que se dispone en un anillo sujeto al extremo de una palanquita horizontal, la que se puede subir y bajar merced a una cremallera movida por un botón.

La preparación que se ha de examinar se coloca sobre la platina, y una vez iluminada por la luz que refleja un espejo cóncavo

colocado al pie del aparato, se aproxima la lente con lentitud hasta enfocar, o sea hasta que la imagen se vea con la mayor claridad.

Como el objeto se coloca entre el foco principal y la lente, o lo que es lo mismo, en la distancia focal, la imagen que se produce y se ve con este aparato es virtual.

El *aumento* del microscopio simple se determina por la comparación entre los tamaños de la imagen y el objeto, deducida de la relación de las distancias de ambos al centro óptico

$$A = \frac{d}{f} = d \times \frac{1}{f}$$

expresión en la que  $A$  representa el aumento,  $d$  la distancia focal y  $\frac{1}{f}$  la potencia de la lente.

**245. Microscopio compuesto.**—Está formado (fig. 54) por dos lentes convergentes dispuestas en los extremos de dos tubos que enchufan uno en otro, para que las lentes se puedan aproximar o alejar. La que se acerca al objeto, llamada por esta razón *objetivo*, es de corta distancia focal, y la otra, por la que se mira, u *ocular*, es de mayor distancia focal.

El tubo del aparato, que resulta de la unión de los dos, va montado en un pie, al que está unida la platina donde se colocan las preparaciones, y un espejo destinado a iluminarlas.

Los modelos más aceptables pueden disponerse verticales, inclinados y horizontales para observar en la actitud que se desee.

El objeto se coloca próximo al objetivo, pero fuera de la distancia focal, para que la imagen que produzca sea real y algo mayor. Esta imagen se forma en la distancia focal del ocular, y sirviendo de objeto para ésta, se forma una segunda imagen virtual y mucho mayor.

El aumento del microscopio compuesto se hallará determinando primero, por separado, el de cada una de las dos lentes, y multiplicando su valores; o bien haciendo uso del *micrómetro objetivo*, auxiliado con la cámara clara, que es el procedimiento empleado.

El aumento de los microscopios compuestos varía entre 500

**246. Aplicaciones.**—El microscopio simple, como el compuesto, se emplean exclusivamente para producir imágenes menos o más amplificadas, si bien con finalidad distinta.

El simple, llamado también *lente de mano y de bolsillo*, se utiliza para favorecer la lectura, haciendo mayores las letras (lupa), y para examinar hilos, tejidos, etc.

El compuesto es el microscopio de la investigación científica.

**247. Anteojos.**—Son aparatos destinados a producir imágenes de los objetos lejanos a poca distancia del observador.

El *anteojo astronómico* (fig. 55) es el que se utiliza para la observación y estudio de los astros, y se compone de un *objetivo acromático convergente* de larga distancia focal, para que la imagen aunque pequeña, sea lo mayor posible, y un *ocular convergente* también, colocados en los extremos de un tubo de grandes dimen-

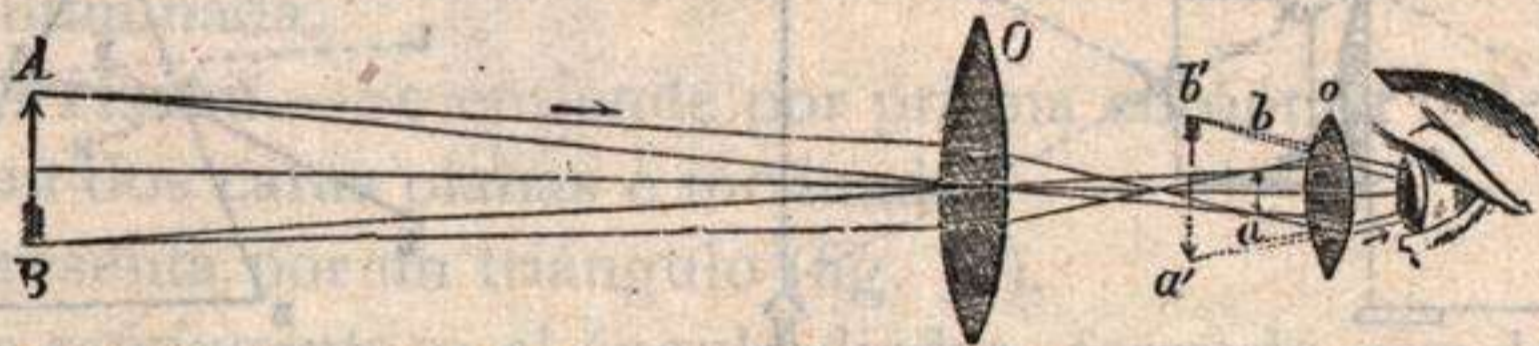


Fig. 55.—Anteojo astronómico.

siones, ennegrecido por su interior, o de dos tubos enchufados. El tubo en que va montado el ocular puede aproximarse o alejarse para colocar la imagen a la distancia de la visión clara.

Y además, los anteojos buenos llevan un segundo anteojo de mucho campo, llamado el *buscador*, porque cuando su retículo coincide con el centro del astro, éste se encuentra en el pequeño campo del anteojo astronómico.

La formación de la imagen se explica exactamente como en el microscopio compuesto, y su aumento o amplificación, dada la distancia a que ambos lentes se sitúan, poco menor que la suma de sus distancias focales, se le representa con mucha aproximación por la *relación entre la distancia focal del objetivo y del ocular*  $\frac{F}{f}$ .

Las imágenes se ven invertidas, pero no es inconveniente para el examen de los astros,

A este anteojo astronómico se llama *anteojo meridiano* cuando se instala de modo que en su giro no salga del meridiano astronómico, representado por un círculo graduado y destinado a observar el paso de los astros por el meridiano; y si se fija sobre un eje paralelo al de la tierra y, girando alrededor de ésta, se puede seguir la marcha de los astros, se llama *anteojo ecuatorial* o simplemente *la ecuatorial*.

El *anteojo de Galileo*, llamado de campo y teatro, se compone de un *objetivo acromático convergente* de gran distancia focal y de un *ocular divergente*, que impide la formación de la imagen real de aquél, y, dispensando los rayos, en su prolongación se formará una imagen virtual derecha y amplificada cerca del observador. Los

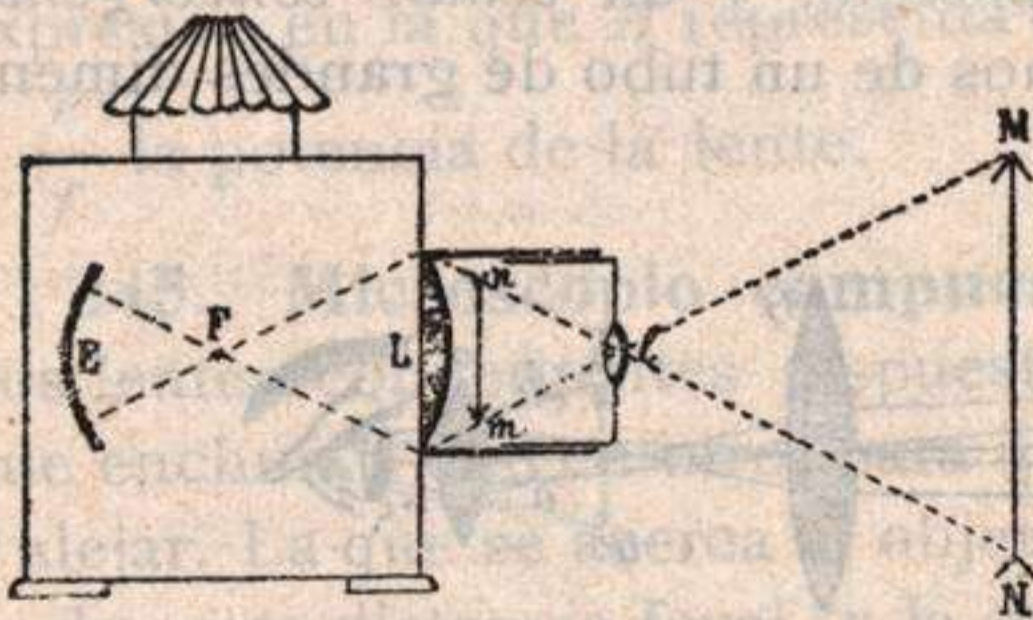


Fig. 56.-Linterna.

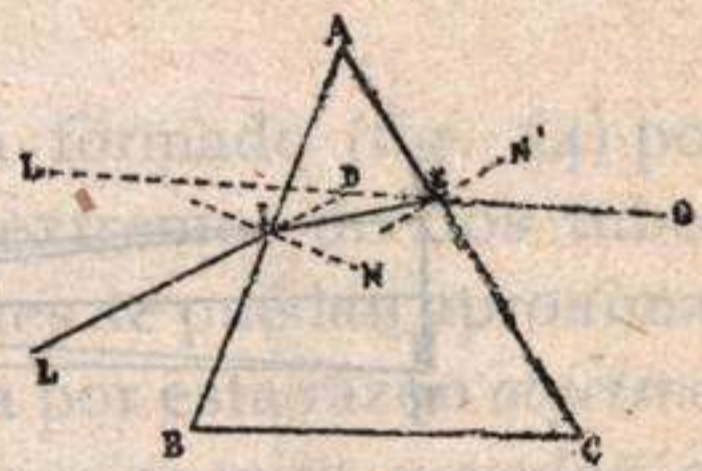


Fig. 57.-Prisma.

que constan de un solo tubo, se conocen con el nombre de *anteojos*, y si de dos, con el de *gemelos de teatro*.

El *anteojo prismático* tiene la particularidad de que entre el objetivo y el ocular van dispuestos *prismas* perpendiculares, en los que la luz sufre cuatro reflexiones totales; pero, por lo mismo, como no se pierde luz, las imágenes se ven con toda claridad.

**248. Linterna de proyección e mágica.**—Se compone (figura 56) de un espejo cóncavo, de un sistema de dos lentes convergentes, llamado *condensador*, y de otro también convergente o de *proyección*.

El espejo y el condensador están dispuestos a tal distancia, que sus focos coinciden en un punto, en donde se coloca un foco luminoso intenso, generalmente eléctrico, y de este modo, la luz del foco llega al condensador directamente, así como la reflejada por el espejo que sale formando haz paralelo a iluminar fuertemente el

objeto fijo en una placa, del que la lente o sistema de proyección produce imagen real o ampliada proyectada sobre una pantalla. Este sistema de proyección es movable para poder enfocar o conseguir que la imagen quede bien definida sobre la pantalla fija, y para que resulte derecha, la placa se coloca invertida.

**249. Cinematógrafo.**—Es una linterna de proyección, en la que la placa que lleva la figura que se ha de proyectar, es sustituida por una cinta de celuloide, en la que van las fotografías de los objetos en las distintas posiciones en que se han de representar sobre la pantalla de proyección, cinta que gira rápidamente, como gira un obturador que intercepta la luz entre cada dos posiciones o fotografías consecutivas, sin que se perciba en la pantalla, porque la impresión de la imagen luminosa en la retina, persiste durante algún tiempo después de haber desaparecido la luz, y por tal causa no nos damos cuenta del cambio, y la pantalla parece uniformemente iluminada.

**250. Prisma.**—Se entiende por prisma en óptica todo cuerpo diáfano con dos caras planas e inclinadas.

Se representa por un triángulo (fig. 57).

*Angulo refringente* es el ángulo diedro, formado por dos caras diáfanos, *A. Base* es la cara opuesta.

El rayo luminoso que atraviesa un prisma se refracta dos veces, una a la entrada y otra a la salida del prisma, aproximándose en las dos a la base del prisma, dada la posición de las caras.

La *desviación* de un prisma se obtiene disponiéndole de modo que un haz de luz pase rasando a su arista, de tal manera, que una parte del haz atraviese al prisma y otra parte no la atraviese, y recibiendo la desviación en una pantalla. Moviendo el prisma se llegará a su separación o desviación *máxima* y a otra *mínima*, dependientes de la naturaleza del prisma y del valor del ángulo refringente.

**251. Espectro solar.**—Otro fenómeno aparece al atravesar la luz un prisma, y es el de que ésta se descompone en siete colores (fig. 58) de distinta refrangibilidad: *rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violado*, conocido con el nombre de *espectro solar*; debido a que las ondas respectivas tienen distinta longitud.

De la descomposición resulta que el color rojo es el menos refrangible.

De los colores del espectro luminoso, los fundamentales son el *rojo, verde y azul*, porque de estos tres pueden resultar los demás colores.

El **arco iris** no es otra cosa que la descomposición de la luz al atravesar con cierta dirección las gotitas de agua suspen-

didas en la atmósfera, y algunas veces se perciben dos o más arcos.

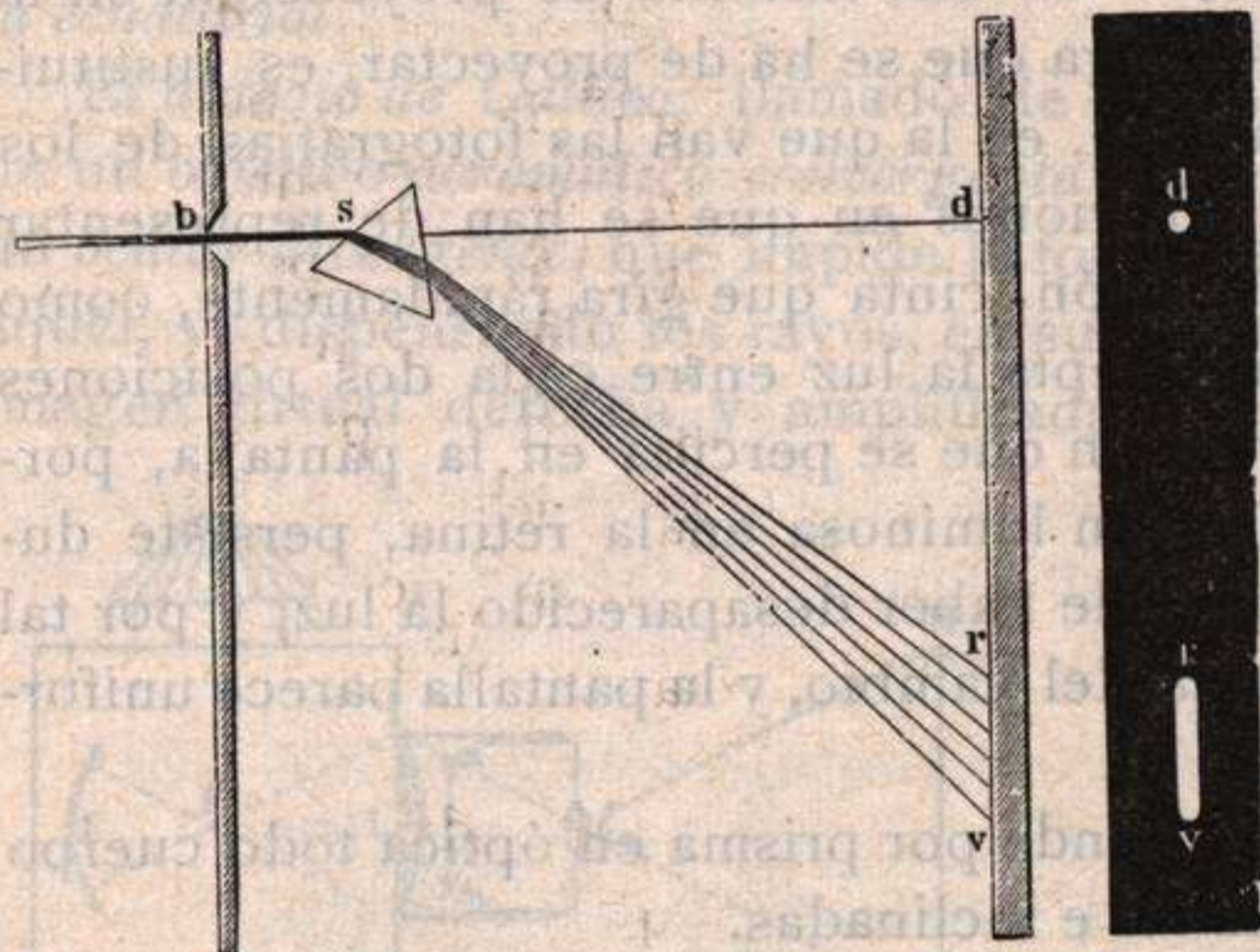


Fig. 58.-Desviación del prisma.

### 252. Espectros de emisión de los elementos químicos.

Si en vez de la luz del sol, se hace atravesar un prisma, la luz procedente de focos producidos por sólidos incandescentes, como de platino enrojecido, aparecen

*espectros luminosos* con los siete colores enumerados.

Si en la luz producida por el gas del alumbrado se disponen cuerpos susceptibles de dar vapores o gases incandescentes, se producen espectros que no son luminosos, sino *oscuros, con rayas o franjas de distintos colores*, perpendiculares al espectro, y dependientes en número y color de la naturaleza de los cuerpos compuestos. Los de sodio dan una sola raya amarilla; los de potasio, dos rayas rojas y otra violada, etc.

Y si en los focos de luz existen cuerpos sólidos o líquidos incandescentes, rodeados de otros que sean gaseosos, aparecen *espectros luminosos con numerosas rayas negras* y finísimas, perpendiculares al espectro. Esta clase de espectro es la que produce realmente la luz del sol, llamados *espectros de inversión*.

### FOTOGRAFÍA

**253. Fundamento de la fotografía.**—La *fotografía* se ocupa de formar imágenes de los objetos y fijarlas para su reproducción.



Las imágenes se obtienen por medio de la cámara oscura.

*Cámara oscura.*—La cámara de fotógrafos es una caja o recinto privado de luz, de forma prismática, con un orificio en una de sus caras, en el que lleva una lente convergente u objetivo, y en la cara opuesta una pantalla de vidrio deslustrado, que se puede alejar y aproximar a la lente cuando convenga, porque las caras laterales se despliegan y plegan como las de un fuelle.

Si lejos de la lente se coloca un objeto, los rayos de luz que de él parten, al atravesar la lente, forman en la pantalla, una imagen real, y, por tanto, invertida, pantalla que se aproxima o se aleja convenientemente hasta que la imagen se vea con la mayor claridad, que es lo que se llama *enfocar*.

Conseguido lo anterior, se cierra el orificio, al que va ajustada la lente con un obturador, se sustituye la pantalla de vidrio por una cajita o *chasis* que contiene la lámina sensible a la luz, se descubre la placa, y, sin pérdida de tiempo, se separa el obturador por unos momentos para que la luz penetre (*exposición*) y actúe sobre la sustancia sensible de la placa el tiempo suficiente, con lo cual queda modificada o impresionada, e inmediatamente se cierran el obturador y el chasis.

Obtenida la imagen, se lleva en su chasis a una habitación débilmente iluminada con luz roja, que es la luz que menos altera la placa, y allí se la somete a la operación del *revelado*; operación que consiste en sumergirle en un líquido o baño formado por una disolución en agua destilada de ácido pirogálico y sulfito sódico (entre otros reveladores), que tiene la propiedad de precipitar las sales de plata más o menos dependiente de la intensidad de luz que cada parte de la superficie de la plata recibió, y del tiempo que duró la exposición. En el baño se mantiene la placa, moviendo la cubeta continuamente, hasta que la reducción tenga lugar.

Una vez revelada la placa, se procede a fijar la imagen, para lo que se traslada la placa a otro baño de hiposulfito sódico, en el cual se disuelve el resto de la capa sensible no impresionada fuertemente por la luz, y se hace visible la imagen. Después se lava la placa en gran cantidad de agua, y mejor en agua corriente, y se deja secar y pasar tiempo para que la imagen se endurezca.

Así queda logrado el cliché o *imagen negativa*.

Para *reproducir* la imagen, convirtiéndola en *positiva*, o sacar copias sobre papel, se dispone el cliché sobre el cristal de una prensa, y sobre cliché un papel sensible a la luz, que quedan fijos por la acción del muelle elástico de la prensa, y en estas condiciones se expone a la luz el tiempo que sea necesario hasta que aparezca la imagen sobre el papel con tonalidad conveniente, en cuyo caso se pasa a un baño fijador, y después de lavada la copia, se deja secar y se pega en cartulina.

### ONDAS HERTZIANAS

**254. Ondas hertzianas.**—Son las ondas producidas por descargas alternativas en los llamados circuitos oscilantes.

Un circuito oscilante, consta:

De un *circuito interrumpido* (fig. 59), que en la interrupción termina en dos esferitas metálicas *B*, entre las que se ha de producir descargas alternativas u oscilantes; de un *condensador C*, que se carga con un generador de corriente continua, y de un *carrete* o autoinductor *A*, cuyo fin es el que pueda cargar de nuevo al condensador después de verificada cada descarga.

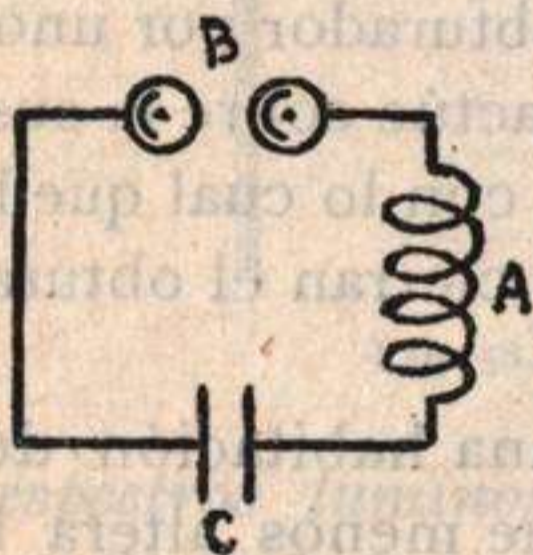


Fig. 59.—Descarga oscilante.

Las oscilaciones se propagan por medio de ondas esféricas, llamadas *ondas hertzianas*, con una velocidad que se aproxima a la velocidad con que se propaga la luz, o de 300.000 kilómetros por segundo.

Estas ondas son las utilizadas en los telégrafos y teléfonos sin hilos conductores, conocidos también con los nombres de aparatos radiotelegráficos y radiotelefónicos.

**255.—Aparatos radiotelegráficos.**—Son estos aparatos una aplicación de la propagación de las ondas hertzianas al través del espacio.

Las ondas de estos aparatos son de las llamadas *amortiguadas*, por ir disminuyendo de intensidad hasta desvanecerse.

Se compone de transmisor y receptor.

El *transmisor* o *productor de ondas* es un aparato de descargas oscilantes, llamado circuito oscilante, acoplado con otro abierto o

antena, con un manipulador Morse interpuesto en el circuito, manipulador que produce interrupciones cortas y largas análogas a los puntos y rayas del telégrafo escritor.

El *receptor de ondas* se compone de un circuito abierto o antena, y de un detector con teléfono.

Las *antenas* son circuitos oscilantes, abiertos, formados por un hilo conductor en comunicación con tierra por uno de sus extremos. Se destinan a recoger las ondas hertzianas emitidas por el transmisor, dando lugar a corrientes alternativas de elevada frecuencia y muy débiles.

El *detector* sirve para hacer sensibles las débiles corrientes que llegan a él, no dejando pasar más que las que van en un solo sentido; en su circuito se coloca un teléfono para la recepción de señales.

Hay detectores de sólidos formados de partículas metálicas que llenan un tubo, como el de *Branli*, o en masa, como los de *galena*, *carborundun*, etc.; los llamados de *vacío*, como la *lámpara de tres electrodos*, es el más importante, y se emplea además, como amplificador y generador de corrientes alternas.

**256. Aparatos radiotelefónicos.**—Tienen por objeto la transmisión y recepción de sonidos a larga distancia valiéndose de las ondas hertzianas.

Las ondas son de las llamadas *entretenidas* o producidas por descargas de igual intensidad, porque la energía gastada se repone paulatinamente por un generador de alta frecuencia.

Para establecer una comunicación radiotelefónica es preciso montar una estación emisora y una o más receptoras.

La estación *emisora* consta de un transmisor de ondas, formado por un circuito oscilante, y de un micrófono, destinado a modular las oscilaciones producidas por los sonidos que se dan delante de él, el cual se instala próximo a otro circuito abierto llamado antena, de donde han de partir las ondas inducidas que se producen en el mismo.

Las estaciones *receptoras* se construyen de diversos tipos, siendo partes esenciales, un circuito abierto o antena que recoge las ondas emitidas, induciéndolas a otro circuito provisto de un detector, y un teléfono para reproducir los sonidos emitidos.

antes, como en las comunicaciones de voz, para que el receptor pueda comprender el mensaje que le llega. En este caso, el receptor debe estar sintonizado con la frecuencia de la onda que se le transmite, dando lugar a corrientes alternativas de elevada frecuencia y muy débiles.

Para que la onda pueda ser recibida por el receptor, es necesario que la frecuencia de la onda que se le transmite sea igual a la frecuencia de la onda que se recibe. En este caso, el receptor debe estar sintonizado con la frecuencia de la onda que se le transmite, dando lugar a corrientes alternativas de elevada frecuencia y muy débiles.

Para establecer una comunicación radioeléctrica es necesario que el emisor y el receptor estén sintonizados con la misma frecuencia. En este caso, el receptor debe estar sintonizado con la frecuencia de la onda que se le transmite, dando lugar a corrientes alternativas de elevada frecuencia y muy débiles.

## INTRODUCCION

Material químico.....	1
Polarización.....	2
Disolución y cristalización.....	3
Fusión.....	4
Filtración.....	5

## INDICE

Caracteres generales y sistemas.....	6
Hidrógeno.....	7
Ciclo bromo y yodo.....	8
Oxígeno, oxígeno azul.....	9
Nitrógeno, fósforo.....	10
Carbono.....	11
Aire atmosférico.....	12
Componentes del aire y su intervención en los fenómenos naturales.....	13
Caracteres, descomposición y purificación del agua.....	14
Ciclo del agua.....	15
VALORES Y CONVERSIONES.....	16
Grupos de unidades, abreviaturas y su valencia.....	17
Formulación de los cuerpos simples y compuestos en general.....	18
Elementos y átomos.....	19
Definición de molécula.....	20
Nombres y símbolos de los aniones y cationes.....	21
Aniones y ácidos más importantes.....	22
Ácidos híbridos: clorhídrico, sulfúrico.....	23

## METALOS

Caracteres y estados.....	24
Grupos de metales.....	25





## INTRODUCCIÓN

	<u>Núm.</u>
Material químico.....	1
Pulverización.....	2
Disolución y cristalización.....	4
Fusión.....	7
Filtración.....	8

## METALOIDES

Caracteres generales y división.....	10
Hidrógeno.....	11
Cloro, bromo y yodo.....	12
Oxígeno, ozono, azufre.....	14
Nitrógeno, fósforo.....	17
Carbono.....	19

### AIRE ATMOSFÉRICO

Componentes del aire y su intervención en los fenómenos naturales.....	20
--	----

### AGUA

Caracteres, clasificación y purificación del agua.....	29
Ciclo del agua.....	31

### VALENCIA Y FORMULACIÓN

Grupos de metaloides atendiendo a su valencia.....	33
Formulación de los cuerpos simples y compuestos en general.....	35

### ANHÍDRIDOS Y ÁCIDOS

Definición de anhídridos.....	37
Nombres y fórmulas de los anhídridos y ácidos.....	38
Anhídridos y ácidos más importantes.....	44
Ácidos hidrácidos; clorhídrico, sulfhídrico.....	53

## METALES

Caracteres generales.....	55
Grupos de metales.....	58

	<u>Núm.</u>
Descripción de algunos metales.....	59
Aleaciones.....	70
<b>ÓXIDOS, BASES Y SALES</b>	
Descripción de especies importantes.....	74
CLASIFICACIÓN PERIÓDICA DE LOS CUERPOS SIMPLES.....	105

## QUIMICA ORGANICA

Mundo orgánico.....	106
Elementos organógenos y principios inmediatos.....	107
Análisis y síntesis.....	109
Desarrollo de la Química orgánica.....	110
Razones que explican el enorme número de sustancias orgánicas...	111
Formulación de los compuestos orgánicos.....	112
Concepto de la isomería.....	114
División de la química del carbono: grupos funcionales y relación..	115

### SERIE ACÍCLICA

Hidrocarburos y sus derivados.....	118
Alcoholes, aldehidos, acetonas.....	125
Acidos, éteres y esterres.....	132
Aminas, amidsa, nitrilos.....	145

### SERIE CÍCLICA

Anillos homocíclicos y heterocíclicos.....	154
Descripción de algunos compuestos cíclicos: bencina, naftalina, etc.	155
Alcaloieds: quinina, morfina.....	161
Hidratos de carbono monosacáridos: azúcares.....	165
Pilisacáridos: almidón, celulosa, etc.....	169
Albuminoides: indicación de alguno de estos compuestos.....	175

## ELECTRICIDAD

Primeros experimentos.....	176
Naturaleza de la electricidad: electrones.....	181
Corriente eléctrica: intensidad y potencias eléctricas.....	182
Amperio y voltio.....	183
Tensiones de uso corriente.....	185
<b>MAGNETISMO Y ELECTROMAGNETISMO</b>	
Ímanes.....	186
Aguja magnética: su orientación.....	188
Magnetismo terrestre.....	191
Declinación e inclinación magnética.....	192
Acción entre corrientes e imanes.....	196



	<u>Núm.</u>
Acción entre corrientes.....	197
<b>GENERADORES Y MOTORES</b>	
Corrientes por inducción.....	198
Dínamos.....	201
Alternadores monofásicos y trifásicos... ..	204
<b>TELÉGRAFO Y TELÉFONO</b>	
Partes de que consta un telégrafo con hilos.....	205
Sistemas telegráficos: de Morse, palanca.....	208
Disposición de un telégrafo.....	207
Partes de que consta un teléfono con hilos.....	213
Sistema de teléfonos.....	215
Centrales telefónicas.....	218
<b>ELECTRÓLISIS</b>	
Terminología.....	220
Voltámetro.....	223
Disociación.....	224
Industrias electroquímicas.....	225
<b>POTENCIA DE CORRIENTE</b>	
Kilovatio-hora .....	226
Instalación eléctrica.....	227
Lámparas de incandescencia.....	228
Tracción eléctrica.....	229
<b>LUZ</b>	
<b>ÓPTICA</b>	
Naturaleza de la luz.....	231
Propagación y velocidad de la luz.....	232
Sombra y penumbra.....	234
Reflexión, espejos reflectores.....	235
Refracción, lentes, focos e imágenes.....	238
Microscopio.....	243
Anteojos.....	247
Linterna de proyección y cinematógrafo.....	248
Prisma: espectro solar.....	250
Espectro de emisión de los elementos.....	252
Fotografía.....	253
Ondas hertzianas.....	254
Aparatos radiotelegráficos y radiotelefónicos .....	255

Núm.	Núm.
198	Acción entre corrientes.....
199	Generadores y motores.....
200	Corrientes por inducción.....
201	Dinamos.....
202	Aletrnadores monofásicos y trifásicos.....
203	TRIFÁSICO Y TRIFÁSICO.....
204	Partes de que consta un telegrafo con hilos.....
205	Sistemas telefónicos de Morse, palanca.....
206	Disposición de un telegrafo.....
207	Partes de que consta un telegrafo con hilos.....
208	Sistema de telégrafos.....
209	Centrales telefónicas.....
210	Electricidad.....
211	Terminología.....
212	Voltaaje.....
213	Disociación.....
214	Industrias eléctricas.....
215	POTENCIA DE CORRIENTE.....
216	Relativo a la potencia.....
217	Inducción eléctrica.....
218	Lámparas de incandescencia.....
219	Tracción eléctrica.....
220	Las lámparas, ánodos, sonidos de los aparatos.....
221	LUZ.....
222	Óptica.....
223	Naturaleza de la luz.....
224	Propagación y velocidad de la luz.....
225	Sombra y penumbra.....
226	Reflexión, espejos reflectores.....
227	Reflexión, espejos reflectores.....
228	Reflexión, lentes, focos e imágenes.....
229	Microscopio.....
230	Astros.....
231	Lámpara de proyección y cinematógrafo.....
232	Espectro solar.....
233	Espectro de emisión de los elementos.....
234	Fotografía.....
235	Ondas horizontales.....
236	Aparatos radiotelegráficos y radiotelefonos.....
237	Acción de la electricidad.....
238	Acción de la electricidad.....



---

GRÁFICAS MODERNAS  
— TELÉFONO 15504 —  
MADERA, 5 y 7 • MADRID

---

I. CARDENAL

T24

FONDO AN

S. XIX-

