

8. Vientos regulares. Llámase así los que reinan en la zona tórrida porque soplan por largo tiempo en una misma dirección, y vuelven periódicamente en épocas fijas.

Vientos monzones. Estos vientos soplan constantemente durante seis meses, de abril á octubre y de octubre á abril, en dos direcciones opuestas, del nordeste al sudoeste, ó del noroeste al sudeste.

Vientos alizos. Estos vientos reinan también constantemente en las regiones ecuatoriales, y soplan entre los trópicos en la dirección de este á oeste.

9. Brisas de mar y tierra. Llámase así el vientecillo que sopla en las costas por mañana y tarde en dirección de la costa al mar ó del mar á la costa. Hé aquí cómo se explica generalmente este meteoro. Por la mañana el aire que baña las costas, siendo más frío que el que descansa sobre la superficie del mar á causa de la radiación de la noche, producirá una brisa que vendrá de la tierra á la mar, emanada por una corriente de aire frío que tiende á bajar en virtud de su exceso de densidad, y á ponerse en equilibrio con el aire caliente y menos denso que descansa en la mar. Por la tarde sucede á la inversa: el aire de las costas, siendo más caliente que el que descansa sobre la superficie del mar, producirá una brisa de mar á tierra, emanada por la corriente de aire frío que afluye para llenar el vacío formado por la ascension del aire caliente de la playa.

10. Manera de propagarse los vientos. Parece que lo verifican de dos maneras: dicese que el viento se propaga por *impulsion* cuando sopla en una dirección, y se adelanta en el mismo sentido y por *aspiracion* cuando sopla en un sentido y se adelanta en una dirección contraria.

11. Velocidad de los vientos. Es muy variable. Se mide por el camino que recorren, en la unidad de tiempo, los cuerpecillos ligeros que arrastra consigo. La esperiencia dió los resultados siguientes:

0.m 5	por segundo	viento apenas sensible.
2.m	—	viento moderado.
10.m	—	viento fuerte.
27 m	—	gran tempestad.
45.m	—	viento que arranca los árboles y derriba los edificios.

§. III. *Calor terrestre.*

4. De qué manera debe hacerse el estudio del calor terrestre?—2. Qué cambios sufre la temperatura del suelo, y á qué causas son debidos?—3. Explicar las diversas temperaturas durante el día.—4. Explicar la causa de la variacion de temperatura en las estaciones.—5. A qué se llama temperatura media del día y cómo se halla?—6. Cómo se halla la temperatura media del mes?—7. Cómo se halla la temperatura media del año?—8. Cómo se halla la temperatura media de un lugar?—9. Cuál es la causa de la temperatura media de un lugar?—10. Qué son líneas isothermas?—11. A qué se llama zona isotherma?—12. Cómo pueden dividirse los climas?—13. Cómo completaremos la fisonomía de un clima?—14. Qué fenómenos presenta la temperatura debajo de la superficie terrestre?—15. Qué ley guarda el calor á medida que uno se eleva á la atmósfera, y qué hechos lo comprueban?—16. Cuáles son las causas del frío en las capas elevadas de la atmósfera?—17. Qué son termómetros demáxima y y mínima?—18. Termómetro de Rutherford : 1.º de máxima, 2.º de mínima.

1. El estudio del calor terrestre debe hacerse por la observacion : 1.º de la temperatura de la superficie del suelo ; 2.º por la temperatura á diversas profundidades debajo de esta superficie ; 3.º por la temperatura de diversas alturas sobre ella.

2. **Temperatura en la superficie del suelo.** Esta temperatura varía con las latitudes, con la posicion de los lugares, y en un mismo lugar con la hora del día y con la estacion del año. Estos cambios tienen por principal causa las cantidades diversas de calor que los rayos solares derraman sobre el globo terrestre, y que dependen: 1.º de su inclinacion; 2.º de la duracion de la presencia del sol sobre el horizonte.

3. **Diversas temperaturas durante el día.** Por la mañana así que sale el sol el termómetro comienza á subir, y la temperatura aumenta progresivamente á medida que el sol se eleva sobre el horizonte: esta temperatura llega á su máximum entre 2 y 3 de la tarde, decrece luego á medida que el sol baja, y cuando ha pasado por debajo del horizonte el enfriamiento se hace cada vez mas intenso por efecto de la radiacion nocturna. El momento mas frío ó el mínimum de temperatura es el de pocos minutos antes de salir el sol.

4. **Temperatura en las diversas estaciones.** La oblicuidad de los rayos solares y la duracion de la insolacion, es causa de la temperatura en las diversas estaciones. En efecto, en verano tenemos 16 horas de día y solo 8 de noche, y los rayos solares, aunque mas lejanos que en invierno, caen en direccion menos oblicua: debemos por consiguiente experimentar mas calor. Por esta razon se sufren en nuestros climas dias tan calurosos como en el ecuador, donde la temperatura es uniforme por la igualdad de los dias y noches.

5. **Temperatura media del día.** Basta hacer tres observaciones: al nacer el sol, á las 2 de la tarde y al ponerse el sol, y dividir su suma

por tres. También se obtiene tomando la semisuma de la mínima y de la máxima del día.

6. **Temperatura media del mes.** Conocida la del día, se obtiene la del mes haciendo la suma de todos los días del mes y dividiéndola por su número.

7. **Temperatura media del año.** Dividiendo por doce la suma de la temperatura media de los doce meses se obtiene la del año.

8. **Temperatura media de un lugar.** Finalmente, la temperatura media de un lugar se obtiene reuniendo las medias de un gran número de años y dividiendo su suma por su número.

9. **Causas de la temperatura media de un lugar.** La temperatura media de un lugar depende de su latitud y de la elevación sobre el nivel del mar. Decrece progresivamente yendo en un mismo meridiano del ecuador á los polos, y á medida que uno se eleva sobre la superficie del mar. La distancia á la mar, la proximidad de las montañas, la naturaleza del suelo, su inclinación, los vientos que reinan, son causas que influyen en la determinación de la temperatura media de un lugar.

10. **Líneas isothermas.** Llámense así las formadas por varios lugares que gozan de una misma temperatura media.

11. **Zona isotherma.** Llámase así el espacio comprendido entre dos líneas isothérmicas.

12. **Climas.** Pueden dividirse en tres clases: 1.º climas *constantes*, aquellos que presentan poca diferencia (5 ó 6.º) entre la temperatura media del mes más cálido y la del mes más frío; 2.º climas *variables*, aquellos en que esta diferencia es mayor (15 á 16.º); 3.º climas *excesivos*, aquellos en que esta diferencia es mucho mayor de 30 á 32.º.

13. Para completar la fisonomía del *clima* de un país, deben añadirse á los caracteres sacados de su temperatura la reunión de los fenómenos meteorológicos que puedan ejercer una influencia bienhechora ó dañosa sobre el hombre, los animales y la vegetación.

14. **Temperatura debajo de la superficie terrestre.** Observaciones termométricas repetidas han puesto en evidencia los principios siguientes:

1.º A cierta profundidad debajo de la superficie exterior de la tierra existe una capa de *temperatura invariable*, cuyo grado de calor es siempre el mismo, independientemente de las vicisitudes que sufre la temperatura del suelo.

2.º Debajo de esta capa invariable, la temperatura de las capas inferiores es asimismo invariable para cada una de ellas, y que la temperatura aumenta con las profundidades (1).

(1) En los elementos de geología nos ocuparemos con alguna más extensión de este asunto y sus consecuencias.

15. **Temperatura sobre la superficie del suelo.** Esta temperatura decrece progresivamente á medida que uno se eleva en la atmósfera.

Dos hechos comprueban esta verdad: 1.º La existencia de las nieves perpetuas sobre las cumbres de las altas montañas; 2.º las observaciones de temperatura hechas en las ascensiones aerostáticas.

16. **Causas del frio en las capas elevadas de la atmósfera.**

1.º El aire es eminentemente permeable á los rayos caloríficos, y tanto mas cuanto menor es su densidad, y lo es mas al calor luminoso que al calor oscuro. Resulta de aqui que el aire absorve menos calor en las partes elevadas de la atmósfera que en las inferiores.

2.º El aire hace latente el calor que se eleva de las capas superficiales á medida que las dilata.

3.º El aire en las altas regiones atmosféricas está sujeto á una radiación continua hácia los espacios celestes, que debe producir un gran enfriamiento.

17. **Termómetros de máxima y mínima.** Llámanse asi ciertos instrumentos que abandonados á sí mismos conservan la señal de la mas alta y baja temperatura á que han llegado durante el dia.

18. **Termómetro de Rutherford.** 1.º **Termómetro de máxi-**



ma. Consiste en un termómetro común de mercurio, cuyo tubo es encorvado y horizontal. En lo interior del tubo está colocado un pequeño cilindro de hierro que sirve de índice. Cuando la temperatura crece, el mercurio impele el cilindro delante de sí; cuando baja queda en su lugar (fig. 73).

2.º **Termómetro de mínima.** Es el mismo termómetro lleno de alcohol, en cuyo interior hay un pequeño índice de esmalte. Si la temperatura crece, este cilindro permanece en su lugar; pero si baja, el alcohol al contraerse arrastra consigo el índice.

§. IV. *Meteoros acuosos.*

1. Qué es el rocío?—2. Cuáles son las causas de su producción?—3. A qué se llama sereno?—4. Qué es la escarcha?—5. A qué se llama helada común?—6. A qué deben su origen las nieblas y las nubes? ¿Qué es vapor vesicular?—7. Cómo se forman las nieblas y las nubes?—8. Cómo se explica la suspensión de las nubes en la atmósfera?—9. Qué es la lluvia?—10. Qué son udometros?—11. De qué resulta la niebla?—12. Explicar la piedra.—13. Explicar el verglas ó agua nieve.

1. **Rocío.** Este meteoro consiste en una infinidad de gotitas líquidas de que se cubren las superficies de los cuerpos en las noches de calma y serenas.

2. **Causa del rocío.** El doctor Wells ha probado que la formación del

rocío tiene por causa el enfriamiento que sufren los cuerpos terrestres por efecto de su radiación nocturna. De la temperatura de estos cuerpos, siendo menor que la del aire que les baña, resulta, en circunstancias convenientes, una condensación parcial del vapor de agua esparcido en él.

3. **Sereno.** Llámase así el rocío que se forma al ponerse el sol algunos momentos antes del crepúsculo.

4. **Escarcha.** Llámase así el rocío congelado. No reconoce, pues, otra causa que el rocío, y solo necesita que la temperatura de los cuerpos baje á cero. Las gotitas de rocío se congelarán entonces y formarán agujitas cristalinas de hielo que se adherirán á las ramas de los árboles y á las hojas de las plantas.

Observación. En nuestros climas la escarcha se forma generalmente en la primavera y en el otoño, y puede ser muy funesta á las plantas. Para preservarlas deben cubrirse con cualquier cuerpo que se oponga á la radiación.

5. **Helada comun.** Llámase así la congelación pura y simple del agua esparcida en la superficie del suelo. Reconoce la misma causa que los meteoros precedentes: la baja de temperatura por la radiación.

6. **Nieblas y nubes. — Vapor vesicular.** Las nubes y las nieblas deben su origen al *vapor vesicular*. Consiste este en unos globulillos blancuzcos, que son unas bolitas de aire cubiertas con una película de agua muy tenue y huecas interiormente.

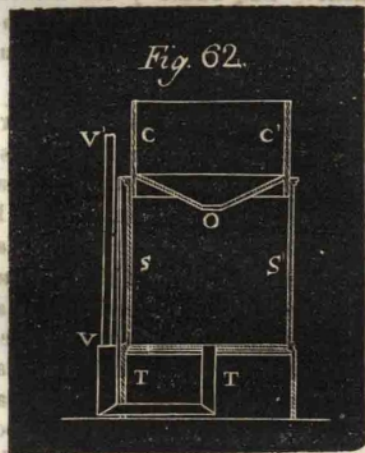
7. **Formación de las nieblas y de las nubes.** Las nieblas se formarán siempre que una masa de aire cargada de humedad, se enfrie lo bastante para que el vapor de agua que contiene se condense. Así, pues, las nieblas se formarán en la superficie de los ríos si el aire está en calma y la temperatura es mas baja que el agua. Pueden también formarse las nieblas sobre la superficie de los ríos ó de los lagos cuando el agua está fría, y una corriente de aire caliente saturado de humedad pasa por su superficie. En las montañas cerca de los manantiales y las cascadas, donde el aire es generalmente muy húmedo, puede asistirse con frecuencia á la formación de las nieblas y las nubes. Si el aire que baña las faldas húmedas de las montañas se calienta por los rayos solares, se cargará de una gran cantidad de vapor de agua. Cuando el sol se oscurezca ó sus rayos se intercepten momentáneamente, el aire caliente se enfriará, y el vapor de agua de que está impregnado se convertirá en una *niebla* ó en una *nube*. Finalmente, estas pueden también formarse directamente en el seno de la atmósfera por dos causas muy generales: 1.^a por la condensación súbita que experimentan al elevarse en las altas regiones del aire las corrientes de vapor, que toman origen en la superficie del suelo húmedo, por el calor de los rayos solares; 2.^a por el encuentro y mezcla de dos corrientes de aire saturadas de humedad á temperaturas diferentes.

8. **Suspensión de las nubes en la atmósfera.** A pesar de la for-

ma de las vesículas acuósas, parece deben poseer una densidad superior á la del aire, y su suspensión en la atmósfera en masas considerables, parece difícil de concebir: sin embargo, hé aqui razones que la esplican: 1.^a El aire absorve con mayor facilidad el calor radiante *oscuro* que el calor *luminoso*. Las nubes interceptan la luz en gran parte, trasformando en calor oscuro el calórico de los rayos solares. Asi el aire contenido en las vesículas y al rededor de ellas, calentándose mas que el aire que rodea la nube, esta se hará específicamente mas ligera y se contendrá en la atmósfera como un mongolfiero. 2.^a Los vientos, las corrientes de aire caliente que se elevan continuamente en la superficie del suelo, y finalmente la resistencia que el aire opone á los globulillos vesiculares por la dificultad que experimentan en filtrar por sus mismos intersticios, son tambien causas que esplican la suspensión de las nubes en la atmósfera. La exactitud de estas esplicaciones se halla comprobada con un hecho general: las nubes estan tanto mas próximas á la superficie terrestre cuanto mas baja es la temperatura.

9. **Lluvia.** Este meteoro resulta de la licuefaccion del vapor de agua contenido en las nubes y de la caída de gotas de vapor condensadas. Esta condensacion es efecto de un enfriamiento.

10. **Undómetros ó pluviómetros.** Llámense asi ciertos aparatos destinados á medir la cantidad de lluvia que cae anualmente en un mismo punto de la tierra. La fig. 62 representa el *undómetro comun*. Consiste en un cilindro de cobre de 6 á 8 pulgadas de diámetro. Compónese de un recipiente CC' y de un depósito SS'.



El recipiente tiene un fondo único con un orificio O, que se ajusta sobre el depósito SS'.—En el fondo de este se abre un tubo doblado TT, que se alza á lo largo de la pared exterior: aqui recibe un tubo de vidrio VV', que se divide en partes iguales, y que sirve para indicar la altura del líquido interior. Se mide exactamente la superficie del recipiente C'C, se afora el depósito SS' para saber la cantidad de líquido que corresponde á las diversas divisiones del tubo VV', y es fácil deducir la cantidad de lluvia, esto es, el grueso de la capa que haya formado en un vaso de fondo horizontal.

11. **Nieve.** La nieve resulta, como la lluvia, del enfriamiento de las nubes; pero su formacion exige que la temperatura de esta masa de vapores sea bajo cero. El vapor, condensándose entonces, se congela y cristaliza.— Si la cristalización se efectúa en un aire sereno, la nieve se presenta bajo formas perfectamente geométricas, afectando casi siempre la de una estrella de seis radios.

12. **Piedra.** La *pietra*, cuya causa es tambien la congelacion del vapor de agua esparcido en la atmósfera, está formada de agujas de hielo entrelazadas unas con otras formando una especie de pelotillas bastante compactas.

13. **Verglas.** Este meteoro es una capa de hielo delgada, lisa y trasparente que se forma en la superficie del suelo cuando el aire está bastante caliente para que las nubes den origen á la lluvia, y el suelo bastante frio para congelar esta lluvia á medida que cae.

§. V. *Electricidad atmosférica.*

1. Manifestar la semejanza entre los efectos del rayo y los de la electricidad.—2. Experiencias de Dalibard para averiguar la electricidad de las nubes.—3. Explicar las de Franklin con el mismo objeto.—4. Medios de estudiar la electricidad atmosférica.—5. Electrómetro de Saussure.—6. Qué particularidades se han observado en la electricidad atmosférica en los días serenos?—7. Y en los tiempos nublados?—8. Cuáles son los manantiales de la electricidad atmosférica?—9. Qué es el relámpago?—10. Qué es el rayo?—11. Qué es el trueno?—12. Cómo explica M. Pouillet el ruido del trueno?—13. Cómo podemos apreciar la distancia á que se hallan de nosotros las nubes tempestuosas por el ruido del trueno?—14. Qué efectos causa el rayo?—15. Qué es choque de retroceso?—16. Qué observaciones deben hacerse acerca del rayo?—17. Cómo podemos preservarnos del rayo? Qué son para-rayos?—18. Cuáles son los efectos del para-rayos?—19. Qué condiciones se requieren para que sean eficaces?—20. Cuál es su esfera de actividad?—21. Explicar el fuego de S. Telmo?—22. Qué es el granizo?

1. **Semejanza entre los efectos del rayo y los de la electricidad.** Desde 1746 los físicos comenzaron á sorprenderse de esta semejanza. En efecto, la forma sinuosa y comun del relámpago y de la chispa eléctrica, las propiedades de quebrar y desgarrar los cuerpos malos conductores, de inflamar las sustancias combustibles, de fundir y volatilizar los metales y de matar los animales, pertenecen en pequeño á la chispa eléctrica de nuestras baterías, como en grande al rayo.—Esta identidad hacia ya presumir la identidad de la materia de este meteoro y el fluido eléctrico.

2. **Electricidad de las nubes tempestuosas.—Experiencias de Dalibard.** Este físico estableció en un jardin, en Marli-la-Ville, una barra metálica vertical terminada en punta de cuarenta pies de altura y aislada por su base. Suponiendo que una *nube tempestuosa* fuese un depósito de electricidad, al pasar sobre la barra metálica debía descomponer por influencia su fluido neutro; el fluido del nombre contrario atraído á la punta debía esparcirse libremente en la atmósfera, y el fluido del mismo nombre repelido á la parte inferior debía producir chispas á la aproximacion de un cuerpo conductor en comunicacion con el suelo.—La experiencia confirmó estas suposiciones.

3. **Experiencias de Franklin.** Este físico seguía en América distinto camino casi al mismo tiempo que Dalibard en Francia para comprobar el mismo hecho. Una cometa dirigida á una nube tempestuosa le

sirvió al efecto. Hizo la experiencia en Filadelfia en junio de 1782. Habiendo unido las cuatro puntas de un pañuelo de seda á dos varillas en cruz armadas de una punta metálica, ató á este aparato una larga cuerda y le lanzó en la atmósfera hácia una nube tempestuosa. Suspendió una llave á la estremidad de la cuerda, que sujetó á un poste por medio de un cordón de seda á fin de aislarle. El primer signo de electricidad que obtuvo fue el erizamiento de los filamentos de la cuerda. Pero habiendo sobrevenido una ligera lluvia que mojó la cuerda, haciéndola mejor conductora, consiguió sacar varias chispas eléctricas, con que logró inflamar el alcohol y cargar una botella de Leyde. Esta experiencia, repetida y variada por los sabios, comprobó la identidad de la electricidad atmosférica con la de nuestras máquinas.

4. **Medios de estudiar la electricidad atmosférica.** El fluido eléctrico no existe únicamente en las nubes, sino tambien en el aire atmosférico. Entre los medios de que podemos valernos para comprobarlo solo citaremos uno.

5. **Electrómetro de Saussure.** Consiste en un electrómetro común de pajas. El conductor fijo está cubierto de un sombrero cónico de metal, que preserva la caja del contacto de la lluvia, que está colocada en una larga barra de cobre. Elevando verticalmente este aparato en el aire atmosférico, la electricidad del aire descompone el fluido neutro del conductor, y hace diverger las pajas una cantidad correspondiente á su intensidad.

6. **Electricidad del aire en los días serenos.** Con el auxilio del aparato que acabamos de describir, y de otros fundados en el mismo principio, se han comprobado los hechos siguientes:

En el tiempo *sereno* existe siempre en la atmósfera un exceso de electricidad positiva libre que comienza á hacerse sensible en campo raso á 3 ó 4 pies de elevacion, aumentando de intensidad á medida que se eleva en la atmósfera. Esta electricidad sufre variaciones diurnas en su intensidad, y no es tan abundante en verano como en invierno. Saussure reconoció que en general es mayor en los lugares elevados y aislados, y nula en las casas, debajo de los árboles, en las calles, en los patios y generalmente en los parajes abrigados. Es, sin embargo, sensible en medio de las grandes plazas, en las orillas de los lagos, y principalmente sobre los puentes.

7. **Electricidad del aire en los tiempos nublados.** La electricidad libre esparcida en la atmósfera cuando llueve, nieva, y especialmente durante una tempestad, es ya positiva, ya negativa, y su intensidad es mayor que en los tiempos serenos.

8. **Manantiales de la electricidad atmosférica.** Hasta ahora la evaporacion del agua en la superficie terrestre es la única causa comprobada á que puede atribuirse la formacion de la electricidad atmosférica. Monsieur Pouillet atribuye tambien á la vegetacion un gran papel en la produccion de este fenómeno.

9. **Relámpago.** El *relámpago* consiste en la chispa eléctrica, saltan-

do ya entre dos nubes electrizadas en sentido inverso, ya entre una nube y el suelo.

10. Rayo. El rayo es una chispa eléctrica mayor que la del relámpago: el relámpago es, pues, un rayo menor. El relámpago y el rayo se propagan casi siempre en zis-zas, lo que es efecto de que las masas de vapores que surcan, no siendo un conductor continuo, la chispa eléctrica sigue, no la línea mas corta, sino la que le opone menos resistencia.

11. Trueno. Llámase así el ruido que generalmente acompaña á los relámpagos y los rayos.

12. Explicacion del ruido del trueno. M. Pouillet esplicó así este fenómeno: Siempre que una conmocion instantánea sucede en el aire, resulta un ruido mas ó menos fuerte. Ahora bien: la chispa eléctrica, la de una batería por ejemplo, determina en el aire que atraviesa un chasquido particular que la acompaña. Lo mismo sucede con el relámpago y el rayo. Cuando brillan, aparece á un mismo instante en puntos muy lejanos: en toda esta vasta estension el aire y el vapor son en un mismo instante desgarrados y dilatados: las moléculas de materia ponderable, conmovidas en un largo tránsito, se ponen en vibracion, y la larga detonacion que resulta, repetida y aumentada por los ecos de las nubes, forma los retumbamientos del trueno.

13. Apreciacion de la distancia de las nubes tempestuosas por el ruido del trueno y la luz de los relámpagos. Como la velocidad de la luz es tan inmensa, el momento que tarda en venir de la nube á nuestros órganos visuales es inapreciable. Pero como el sonido recorre 340.m por segundo, deben pasarse entre la aparicion del relámpago y la detonacion que le sigue tantos segundos como veces haya 340.m entre el observador y el paraje donde estalla el trueno. De aqui el medio de medir la distancia á que se hallan las nubes tempestuosas por el número de segundos que tardamos en oír el ruido del trueno desde la vision del relámpago. Cuando brilla el relámpago sin que le siga el trueno, prueba que la nube en que tuvo origen está de tal modo lejana del observador que el sonido se estingue antes de llegar á él.

14. Efectos del rayo. Son de mayor escala los mismos que los de la batería eléctrica. Explicaremos algunos, y especialmente el

15. Choque de retroceso. Cuando una nube tempestuosa pasa sobre la superficie de la tierra, ejerce su acción por influencia sobre todos los cuerpos que se hallan bajo su esfera de actividad. Si la nube se aleja sin explosion, los cuerpos electrizados por influencia vuelven á su estado natural. Si la electricidad de la nube se recompone por medio de un relámpago con la electricidad contraria de un cuerpo colocado sobre la superficie de la tierra, este cuerpo es forzosamente herido del rayo directamente. Entonces se dice que ha *caído un rayo*. Finalmente, si el relámpago parte de una nube tempestuosa á otra nube, ó entre los extremos de una nube y un cuer-

po terrestre, otros cuerpos á veces bien lejanos, pero que estaban sometidos á su influencia, pueden ser heridos por el *choque de retroceso*, cuando esta influencia aniquilada de repente, se hace asiento de una recomposicion instantánea de dos flúidos eléctricos que la accion de la nube habia descompuesto.

16. Observaciones acerca del rayo. El rayo ataca siempre con preferencia los cuerpos conductores y los que estan mas próximos de las nubes tempestuosas, como los edificios elevados, las iglesias, los campanarios, las torres, los árboles cuyas hojas y ramas pueden asemejarse á las puntas. La diversa conductibilidad de estos diferentes cuerpos hace su abrigo á veces fatal á las personas que le buscan.

Subsiste aun hoy en muchos puntos la preocupacion funesta de tocar las campanas durante una tempestad. La esperiencia prueba que el rayo ataca con preferencia las campanas que suenan.

17. Preservativos contra el rayo. A veces un vestido de seda ha bastado á preservar de los funestos efectos del rayo; pero el mejor preservativo son los

Para-rayos. Este aparato, imaginado por Franklin, consiste en una larga barra metálica sin solucion de continuidad y terminada en punta. Se coloca verticalmente sobre el techo del edificio, y se hace comunicar con el suelo por medio de un conductor metálico.

18. Efectos del para-rayos. Si una nube tempestuosa pasa sobre un para-rayos, descompone por influencia su flúido neutro, repele al suelo el flúido del mismo nombre, y atrae á la punta el de nombre contrario, que obedeciendo á la atraccion de la nube, sale por la punta y va á neutralizar á cada momento el flúido eléctrico de la nube. La accion preservadora del para-rayos aumenta con la proximidad, y carga de la nube, y si á pesar del torrente de electricidad que sale de la barra fuese insuficiente para neutralizar la accion de las nubes y oponerse á la caida del rayo, preservaria sin embargo los cuerpos próximos, puesto que recibiria él solo la descarga, como siendo el mejor conductor y mas propio para transmitirle al suelo.

19. Condiciones para la eficacia de los para-rayos. 1.^a Desde la cúspide de la barra hasta la estremidad inferior del conductor no debe haber la menor solucion de continuidad.

2.^a La comunicacion del conductor debe ser tan perfecta como sea posible; y si hay un pozo inmediato, debe ir á parar á él, ó de lo contrario á una profundidad de 3 ó 6 metros debajo del suelo.

3.^a El diámetro del conductor debe ser de 17 á 18 milímetros en cuadro. Este conductor es á veces formado por una reunion de barras de hierro cuadradas, ó de cuerdas metálicas, que tienen la ventaja de ser mas flexibles.

4.^a La punta del para-rayos debe ser de forma piramidal ó conoidea: esta punta debe terminar en una aguja de cobre de 35 centímetros de lar-

go, con su estremidad dorada, ó mejor, formada de platino de 3 ó 6 centímetros de largo.

20. **Esfera de actividad del para-rayos.** Un para-rayos protege todos los cuerpos que estan á su alrededor en un espacio circular cuyo radio sea el doble por lo menos de su longitud.

21. **Fuego de San Telmo.** Luz meteórica que se observa á menudo en la punta de los mástiles de los buques. Todos los cuerpos conductores elevados, y especialmente los terminados en punta cuando se hallan bajo la esfera de actividad de una nube tempestuosa, pueden dar origen á estas llamas eléctricas. Se observan muchas veces al rededor de las puntas de los para-rayos. Sus efectos se esplican por las propiedades de las puntas.

22. **Granizo.** Lluvia de piedras redondas, á veces de un tamaño considerable, que acompaña frecuentemente á los grandes vientos y á las fuertes descargas eléctricas. Parece que este meteoro debe su origen á la electricidad; pero nada mas que hipótesis existen acerca de su formacion.

§. VI. Luz meteórica.

1. Que es el miraje?—2. Cuál es la causa del miraje?—3. Qué es el arco iris y de qué proviene?—4. Qué son halos?—5. Qué son perielios?—6. Qué son coronas?—7. Qué son aereólitos?

1. **Miraje.** Se ha observado á veces en la mar y en los países llanos que los objetos lejanos presentan, ademas de su imágen que es recta, una segunda imágen inversa, cuyos contornos estan algo alterados y mal definidos. A este fenómeno se llama *miraje*.

2. **Causa del miraje.** Cuando dos capas de aire de temperatura, y por consiguiente de densidad diferente, estan separadas por una superficie perfectamente determinada, lo que solo puede suceder en momentos de calma, los rayos de luz, que viniendo de la capa mas densa caigan formando un ángulo muy pequeño sobre la superficie de separacion, podrán reflejarse totalmente en ella y producir imágenes por reflexion: tal es la causa del *miraje*. Si la capa mas caliente y menos densa toca al suelo, como sucede frecuentemente en las arenosas llanuras del Bajo Egipto, la superficie de la tierra hácia el horizonte parecerá un lago tranquilo, y reflejará las imágenes inversas de los oasis que bordan estas llanuras. Si la capa mas caliente es superior á la mas densa, como acontece á menudo en alta mar, se verán las imágenes inversas de los buques que vogan hácia el horizonte colocadas sobre ellas y marchando á la par. Finalmente, si las masas de aire diferentemente calientes estan en un mismo nivel y separadas por planos verticales, los objetos parecerán dobles y sus imágenes serán rectas. Este último caso se presenta algunas veces en las costas marítimas.

3. **Arco iris.** Arco que presenta los colores del espectro solar. Es uno de los mas hermosos fenómenos naturales dependientes de la descomposicion de la luz : tiene por condiciones esenciales : 1.^a la presencia del sol sobre el horizonte ; 2.^a la resolucion de una nube en lluvia ; y 3.^a que el espectador esté colocado entre la nube y el sol con la espalda vuelta á este astro. Es producido por los rayos luminosos que llegan al ojo del observador despues de haber sufrido una descomposicion por efecto de dos refracciones (la una á la entrada y la otra á la salida), y de haber experimentado ademas en lo interior de las gotitas líquidas una , dos ó varias reflexiones, lo que produce uno , dos ó varios arco-iris concéntricos , pero de un colorido muy diferente. El arco interior es el que tiene los colores mas vivos, y aunque cada uno de los arcos presenta los colores del espectro es en un orden inverso. En el arco interior el color mas elevado es el rojo , en el exterior el violado. Cuando el tercer arco es visible , el orden de los colores es el mismo que en el primero, y asi de los demas. Se han observado á veces arco-iris lunares ; pero estos arcos son poco brillantes.

4. **Halos.** Llámense asi unos círculos coloreados en cuya parte céntrica domina el rojo, y que aparecen al rededor del sol en ciertas épocas del año. Mariotte esplica este fenómeno por la presencia en la atmósfera de unas agujitas de hielo que refractan la luz del sol.

5. **Perielios.** Llámense asi á otros círculos blancos que pasan por el sol y forman una faja muy viva é iluminada, cuya altura es igual al diámetro del astro. M. Babinet mira este meteoro como formado por la reflexion que la luz solar experimenta sobre las caras verticales de las agujitas de hielo.

6. **Coronas.** Este meteoro solo se diferencia del halo en que la parte rojiza es exterior y la interior violada.

7. **Aercólitos.** Globos de fuego mas ó menos voluminosos que caen de la atmósfera con gran velocidad, dejando un camino á veces sinuosos, señalado por una cadena de luz que persiste durante algunos segundos. Este globo estalla ya en la atmósfera, ya en el momento de contacto con la tierra, y sus fragmentos se dispersan en varias direcciones. Todos los fragmentos se hallaron cubiertos en todo ó parte de una capa vidriosa, y el análisis químico ha comprobado que su composicion difiere de la de todos los minerales conocidos, que el hierro constituye esencialmente parte , y muy á menudo el nikel.



CAPITULO V.

QUIMICA.

PRIMERA PARTE.

QUÍMICA INORGÁNICA.

§. I. *Nociones generales.*

1. Qué es química? Cómo se divide?—2. Cuántos órdenes de cuerpos presenta la naturaleza? Qué son cuerpos simples y compuestos?—3. De qué están formados los cuerpos y qué nombres reciben las partes que les constituyen?—4. Qué se entiende por combinación?—5. Cómo se explica la tendencia de los cuerpos á combinarse? Cómo se llama esta tendencia?—6. La atracción molecular cuándo recibe el nombre de cohesión y el de afinidad?—7. Qué es análisis químico y síntesis?—En qué consiste toda la ciencia química?—8. De qué medios se vale la química para analizar los cuerpos? Qué se entiende por agente y reactivo?—9. Qué es cristalización? Y cristal? Y precipitado? De qué medios nos valdremos para conseguir la cristalización?—10. Qué cuerpos tenían los antiguos por simples? Eran tales?—11. Cuántos cuerpos simples conocemos hoy y cómo se llaman?—12. Cómo se dividen los cuerpos simples?—13. A quién se debe la primera idea de la nomenclatura química, y quiénes fueron los autores de la metódica que vió la luz pública en 1787?—14. Cuál es la ley general de los principios antagonistas?—15. Cómo se forma, pues, la nomenclatura del compuesto?—16. Cuál es el cuerpo simple que hace el principal papel en la nomenclatura? Distinción del ácido, del óxido y del álcali.—17. Cómo se forma la nomenclatura de las combinaciones binarias del oxígeno?—18. Cómo se forma la nomenclatura de los compuestos binarios no oxigenados?—19. Cómo se forma la nomenclatura de las sales?—20. Qué son propiedades físico químicas y organolécticas?—21. Qué se entiende por equivalentes y números proporcionales?—22. Explicación de la teoría atómica.—23. Signos ó fórmulas químicas.—24. Qué es aire atmosférico?—25. El aire es un elemento?—26. Que experiencias hizo Lavoissier para descomponer el aire?—27. Qué es oxígeno?—28. Caracteres del oxígeno.—29. Usos del oxígeno.—30. Preparación.—31. Combustión y llama.—32. Teoría de la combustión.—33. Respiración.

1. Definición de la química. La química es una ciencia que nos da á conocer la naturaleza íntima de los cuerpos y la acción recíproca que tienen entre sí (1). La química se divide en *orgánica* é *inorgánica*, segun que tiene por objeto el estudio de los cuerpos brutos é inorgánicos, ó el de los cuerpos organizados, vegetales ó animales (2).

(1) Por esta razón se divide también la química en *mineral*, *vegetal* y *animal*.

(2) El químico penetra en lo interior de los cuerpos para aislar sus diversos principios, consiguiendo además por una serie no interrumpida de transformaciones repro-

2. **Cuerpos simples y compuestos.** La naturaleza presenta dos órdenes de cuerpos: los unos *simples*, que son en muy corto número, y los otros *compuestos*, que constituyen casi ellos solos todos los cuerpos de la naturaleza.

Los *cuerpos simples* son aquellos de quienes no se ha logrado aun extraer mas que una sola y única sustancia.

Los *cuerpos compuestos* son los formados por mas de una sustancia simple ó elemental.

3. Todos los cuerpos, asi simples como compuestos, estan formados por una multitud de partecillas, llamadas *moléculas*, *átomos* ó *partículas* (1).

Las moléculas de los cuerpos simples se denominan *átomos integrantes*; las de los compuestos *átomos constituyentes*.

4. **Combinacion.-Atraccion molecular.-Cohesion.-Afinidad.** Si ponemos en contacto dos cuerpos simples en determinadas circunstancias se unen, y de esta union resulta un tercer cuerpo, que no se semeja á ninguno de los dos cuerpos que hemos empleado. A este fenómeno es al que se ha llamado *combinacion*.

5. Se esplica esta tendencia de los cuerpos á combinarse admitiendo una fuerza inherente á las moléculas ó átomos de la materia, á que se ha dado el nombre de *atraccion molecular* ó *atómica*.

6. La *atraccion molecular* se llama *cohesion* cuando se verifica entre átomos similares, esto es, cuando esplica la fuerza que une los átomos integrantes.

La *atraccion molecular* se llama *afinidad* cuando se verifica entre cuerpos de naturaleza distinta, esto es, cuando esplica la fuerza que une los átomos constituyentes.

7. **Del análisis y de la síntesis.** El *análisis químico* es el arte de descomponer los cuerpos y reconocer sus principios constitutivos.

La *síntesis química* es el arte de recomponer los cuerpos, esto es, de reunir varios cuerpos simples para formar un compuesto.

Toda la ciencia química consiste en estas dos operaciones fundamentales: *analizar* y *componer*.

ducir los compuestos que ha destruido. La química es una de las ciencias de que mas interés reporta la humanidad é higiene pública; la medicina y un gran número de industrias reclaman sus socorros, y reciben de ella todo su incremento y esplendor. A pesar de los estrechos limites á que debemos ceñirnos en esta parte, quedarán en ella demostradas todas las ventajas que hemos espuesto.

(1) Esta última denominacion se aplica mas especialmente á las moléculas de los cuerpos simples.

8. Dos son los medios que usa la química para analizar los cuerpos: los *agentes* y los *reactivos*.

Se llama *agente* cualquier cuerpo por medio del cual conseguimos separar las partes constituyentes de un compuesto, y *reactiva* á cualquier cuerpo que por medio de su reaccion sobre los principios constituyentes de un compuesto deja percibir una de sus propiedades distintivas, permitiendo de este modo distinguir su diversa naturaleza.

9. **Cristalizacion.** Cuando un cuerpo pasa lentamente del estado gaseoso ó líquido al estado sólido, se nota que sus átomos se reúnen por las caras que mas se convienen, dando lugar á un sólido regular, que ofrece igual forma para cada cuerpo á que se ha llamado *crystal*, y al fenómeno que le produce *cristalizacion*.

Hay dos medios de conseguir la cristalizacion: el fuego y los líquidos. Por este último medio los cristales contienen frecuentemente una corta cantidad de agua llamada *agua de cristalizacion*.

Precipitado. Llámanse así los cuerpos insolubles en los líquidos en que han sido formados.

10. **Enumeracion y clasificacion de los cuerpos simples.** Los antiguos solo conocian cuatro cuerpos simples ó cuatro sustancias elementales: la *tierra*, el *fuego*, el *aire* y el *agua*; pero estos pretendidos elementos son, esceptuando el fuego, cuerpos que la química logró descomponer.

11. Nosotros conocemos hoy *cincuenta y cuatro* cuerpos simples, á saber (1):

Oxígeno	Carbono	Mercurio	Manganeso (2)
Fluor	Boro	Plata	Zirconio
Cloro	Silicio	Cobre	Thorinio
Bromo	Colombio	Uranio	Aluminio
Yodo	Titano	Bismuto	Itrio
Azoe ó nitrógeno	Antimonio	Estaño	Glucinio
Azufre	Teluro	Plomo	Magnesio
Selenio	Oro	Cerio	Calcio
Fósforo	Hidrógeno	Cobalto	Stroncio
Arsénico	Osmio	Nickel ó níquel	Bario
Molibdeno	Iridio	Hierro	Lithio
Vanadio	Rhodio	Cadmio	Sodio
Cromo	Platino	Zinc	Potasio.
Tungsteno	Paladio		

12. Los *cuerpos simples* se dividen en dos grandes series: la primera comprende los cuerpos malos conductores del calor y la electricidad, llamados *metaloideos*, que son el *oxígeno*, el *hidrógeno*, el *car-*

(1) Esta lista está formada de manera que cada cuerpo es *electro-negativo* con relacion al siguiente y *electro-positivo* con referencia al precedente.

(2) Recientemente se han descubierto el *lantano* y el *niobium*, cuyas propiedades no estan aun bastante estudiadas: hay pues en el día 56 cuerpos ó sustancias simples.

bono, el boro, el silicio, el fósforo, el azufre, el selenio, el cloro, el bromo, el yodo, el fluor y el azoe ó nitrógeno: la segunda serie comprende los cuerpos buenos conductores del calor y la electricidad, llamados *metales*, y son todos los demas cuerpos simples que dejamos enumerados.

13. Nomenclatura química. La primera idea de la *nomenclatura química*, que tantos adelantos proporcionó á la ciencia, se debe á *Guyton de Morveau*; y á este ilustre químico y á sus colaboradores no menos ilustres *Lavoisier*, *Bertollet* y *Fourcroy* el presentar la *nomenclatura metódica* que vió la luz pública en 1787.

14. Es una ley general no desmentida hasta ahora por la esperiencia que, sea cual fuere el número de los elementos que constituyan un cuerpo compuesto, se hallan siempre unidos por dos fuerzas antagonistas que se neutralizan. En efecto, si un compuesto *binario* (1) se somete á la accion de la esfera de actividad de una pila, uno de los dos elementos del compuesto se coloca en un polo y el otro en el opuesto. Si el compuesto es ternario, pasa á cada polo una combinacion binaria con propiedades antagonistas. Lo mismo sucede con un compuesto cuaternario, y asi de los demas (2).

15. Se forma pues la *nomenclatura* del compuesto formando el nombre del género con el nombre del elemento *electro-negativo*, que es el que pasa al polo positivo de la pila, y el nombre específico con el elemento *electro-positivo*, que es el que pasa al polo-negativo.

16. El oxígeno es el cuerpo que hace el principal papel en la nomenclatura por ser el elemento mas electro-negativo conocido.

Todos los cuerpos simples pueden combinarse con el oxígeno, por lo cual se denominan *oxigenables ó combustibles*; llamándose el oxígeno por oposicion *comburente*.

17. Las sustancias que mas abundan en la naturaleza consisten en cuerpos *oxigenados* ó en combinaciones de estos cuerpos.

Los *cuerpos oxigenados* que enrojecen la tintura de tornasol (3) se llaman *oxácidos* ó simplemente *ácidos* (4).

Los *compuestos oxigenados* que no enrojecen la tintura de tornasol, y que por el contrario le devuelven su primitivo color azul cuando ha sido enrojecida por un ácido, se llaman *óxidos*.

Los *óxidos de calcio, estroncio, litio, bario*, y especialmente los de

(1) Si los cuerpos estan compuestos por dos elementos se llaman *binarios*, si de tres *ternarios*, si de cuatro *cuaternarios* etc.

(2) Rara vez los compuestos esceden de mas de cuatro elementos.

(3) Esta tintura es naturalmente verde azulada.

(4) Porque tienen un sabor ácido mas ó menos pronunciado.

sodio y potasio, se llaman *álcalis*, y son los que tienen mayor afinidad con los ácidos.

18. Combinaciones binarias del oxígeno. Para formar la nomenclatura de estas combinaciones se atiende á las condiciones siguientes: 1.^a á la acidificación ó no acidificación del compuesto; 2.^a á la naturaleza del cuerpo que se une al oxígeno; 3.^a á las diferentes proporciones en que se une.

Ácidos. Por consiguiente, para nombrar una combinación binaria del oxígeno que sea ácida, se emplea primero el nombre genérico *oxácido* ó simplemente *ácido*; y el nombre específico, ó sea el del otro cuerpo simple, con la terminación *ico* ú *oso*, según que la cantidad de oxígeno sea mas ó menos. Haciendo preceder el nombre específico de la palabra *hipo*, rebajamos su grado de acidificación.

Ejemplo. El oxígeno forma con el azufre cuatro ácidos en cuatro diferentes grados con cuatro distintas proporciones, que espresaremos así:

Ácido sulfúrico—indica el ácido que contiene mayor cantidad de oxígeno.

Ácido hiposulfúrico—el que contiene algo menos que el anterior.

Ácido sulfuroso—el que contiene aun menos.

Ácido *hipo* sulfuroso—el que contiene la menor cantidad posible de oxígeno.

Oxidos. Cuando la combinación forma un *óxido*, se nombra primero el nombre genérico *óxido*, y luego el específico: v. g. *óxido* de *aluminio*.

Pero estos óxidos pueden tener distintos grados de oxidación, en cuyo caso se emplean las palabras *proto*, *deuto*, *trito*, que indican el *primero*, *segundo* y *tercer* grado de oxidación.—La palabra *per* indica el mayor grado posible de oxidación. Ejemplos:

Protóxido de hierro. 1.^{er} grado.

Deutóxido de hierro. 2.^o grado.

Tritóxido ó *per* óxido de hierro. . 3.^{er} grado.

Nota. Algunos químicos sustituyen á las voces *deuto*, *trito*, etc. *sesqui*, *bi* y *tri* para denotar que el compuesto binario contiene 1½, 2, 3 partes de oxígeno iguales á la cantidad del protóxido. Así, por ejemplo, los óxidos de manganeso contendrán:

El óxido de manganeso. . . = 1 de oxígeno.

El *sesqui* óxido de manganeso = 1½ oxígeno.

El *bióxido* de manganeso. . = 2 de oxígeno.

M. Berzelius simplificó esta nomenclatura de los óxidos haciéndola análoga á la de los ácidos, uniendo al nombre genérico, que llama *sustantivo*, el específico ó *adjetivo* terminado en *ico* ó en *oso*, como en los

ácidos.—Para indicar los diferentes grados de oxidacion emplea antes del nombre *óxido* las preposiciones latinas *super* ó *sub* (1). Ejemplos:

Oxido plómbico.

Oxido plomboso.

Super óxido plomboso.

Sub óxidovanádico.

19. Nomenclatura de los compuestos binarios no oxigenados.—Ácidos. Se empleará esta voz, luego el nombre del elemento *electro-negativo*, y finalmente, el *electro-positivo* terminado en *ico* ó en *oso* como en los demas ácidos. Asi para indicar la combinacion del cloro con el fósforo diremos:

Acido cloro fosfórico.

Berzelius en las combinaciones análogas termina el cuerpo electro-negativo en *ido*. Asi diria :

Acido clorido fosfórico.

No ácidos. Los compuestos binarios no oxigenados no ácidos se forman terminando en *uro* el nombre del cuerpo elemental *electro-negativo*, precedido de las voces *proto*, *deuto*, *trito*, cuando se combina en distintas proporciones. Asi, para indicar la union del cloro con el hierro, diríamos:

Proto cloruro de hierro.

Deuto cloruro de hierro.

Y segun Berzelius :

Cloruro ferroso.

Cloruro férrico.

20. Nomenclatura de las sales. Cuando dos principios antagonistas, el uno ácido y el otro óxido, se combinan entre sí, el compuesto que resulta se llama *sal*. Si ninguno de los dos principios domina en el compuesto, la sal se dice *neutra*, si predomina el principio ácido *ácida*, y si el principio alcalino *básica*.

Se cuentan tantos géneros de sales como ácidos. Para nombrar una sal se atiende á tres cosas : 1.^a á la naturaleza del ácido ; 2.^a á la base salificable ; 3.^a á las proporciones en que el ácido y la base se combinan.

Para formar, pues, el nombre de una sal se enuncia primero el ge-

(1) Equivalen á *sobre*, *debajo*.

nerico y luego el específico, esto es, primero el ácido y luego la base, con las alteraciones siguientes:

1.^a Cuando el nombre del ácido termina en *ico* varía esta terminación en *ato*.

2.^a Cuando el ácido termina en *oso* la cambia en *ito*.

Así, para indicar las combinaciones del ácido sulfúrico con el óxido de plomo, y del ácido sulfuroso con el óxido de potasio, diríamos:

Sulfato de protóxido de plomo.

Sulfito de potasio.

Y segun Berzelius:

Sulfato plomoso.

Sulfito potásico.

Para distinguir las sales neutras de las en que domina esceso de ácido ó base se establece:

1.^o Las sales neutras, ó que se aproximan á tales, se denominan únicamente con el nombre genérico y el específico, con las alteraciones arriba espresadas: v. g.:

Sulfato de protóxido de hierro, ó ferroso.

2.^o En las sales en que domina el ácido se hace preceder el nombre genérico de la voz *sobre*: v. gr.

Sobre sulfato de potasa.

3.^o En las sales en que hay esceso de base se hace preceder el nombre genérico de la voz *sub*: v. g.:

Sub acetato de plomo.

Sin embargo, habiendo acreditado la esperiencia que las diversas proporciones de ácido que se unen á una base, ó recíprocamente de una base con un ácido, son entre sí como los números 1, 1½, 2, 3, 4, etc. Para fijar estas relaciones con exactitud se ha establecido:

1.^o Reemplazar en las *sobre sales* la voz *sobre* por *sesqui*, *bi*, *tri*, *cuadri*, etc., segun que las proporciones correspondan á 1½, 2, 3, 4, etc., cuyas voces precederán al nombre genérico: v. g.

Bi sulfato de potasa.

2.^o Reemplazar en las *sub sales* la voz *sub* por las mismas voces *sesqui*, *bi*, etc., pero precediendo el nombre específico ó base: v. g.:

Acetato *tri* plómbico.

21. Propiedades de los cuerpos. Los químicos dividen las propiedades en tres grupos: 1.^o de las propiedades físicas; 2.^o de las químicas; 3.^o de las organolécticas.

Propiedades físicas. Se consideran como tales: 1.º el estado de agregación de las partículas de los cuerpos, es decir, si son *sólidos, líquidos ó gaseosos*; 2.º su peso específico; 3.º su relación con el calórico, el lumínico y la electricidad.

Propiedades químicas. Las constituyen las diferentes relaciones que existen entre los cuerpos que se examinan y los demás de la naturaleza.

Propiedades organolécticas. Las constituyen cuantas percibimos al poner los cuerpos en inmediato contacto con nuestros órganos.

Equivalentes químicos.—Teoría atómica. MM. Gay-Lussac y Humboldt probaron que un volumen de gas oxígeno combinado con dos volúmenes de gas hidrógeno producen agua. Este hecho y las investigaciones sucesivas dieron por resultado que todos los gases se combinan de manera que un volumen dado de gas absorbe 1, 1½, 2, 3 volúmenes iguales de otro gas, ó lo que es lo mismo, *que los gases se combinan ó en volúmenes iguales, ó que el volumen del uno es múltiplo del del otro.* Igual ley observan las demás combinaciones, y de todo se deduce la conclusión siguiente: *Que al hacer el análisis de un compuesto binario, puede afirmarse que si los elementos que encierra son susceptibles de combinarse en otras proporciones, será siempre en cantidad múltiple ó sub-múltiple de la hallada en el primer caso.* Esta ley es conocida con el nombre de *ley de las proporciones múltiples.* Las cinco combinaciones del azoe con el oxígeno nos las harán comprender mejor.

	<u>Azoe.</u>	<u>Oxígeno.</u>
1. ^a	— 100	+ 50.
2. ^a	— 100	+ 100.
3. ^a	— 100	+ 150.
4. ^a	— 100	+ 200.
5. ^a	— 100	+ 250.

Citaremos aun en apoyo de la ley los resultados siguientes:

El protóxido de estaño está formado de 100 de radical	+13,6 de oxígeno
bióxido.	100 +27,2
protóxido de cobre de.	100 +12,63
bióxido.	100 +23,27
quatrióxido.	100 +50,55 etc.

Esta ley es también común á la combinación de los átomos compuestos. Ejemplo:

	<u>Base.</u>	<u>Ácido.</u>
Sulfato de protóxido de potasio =	117,98	+ 100
Bi-sulfato de protóxido de potasio =	117,98	+ 200

22. Equivalentes.-Números proporcionales. Comparando varias series de combinaciones de un mismo radical resulta: *Que para la misma cantidad en peso de radical, las cantidades ponderables de los demas cuerpos son extraordinariamente variables.* Estas cantidades, comparadas todas á un número conocido, el del oxígeno, reciben el nombre de *equivalentes* ó proporciones químicas. Por ejemplo:

1204,50 de plomo se combinan con 100 de oxígeno para formar el protóxido de plomo.

1294,50 de plomo se combinan con 423,65 de cloro para formar cloruro de plomo, combinacion correspondiente al protóxido de plomo.

Luego si se consideran 100 de oxígeno en peso como un equivalente, es indudable que 442,65 de cloro en peso serán tambien un equivalente, puesto que esta cantidad equivale á 100 de oxígeno.

Todas las ideas relativas á las proporciones de los compuestos quimicos estan contenidas en la ley siguiente:

Las cantidades ponderables de dos sustancias conservan en todas las combinaciones que puedan formar con una misma masa de cualquier otro cuerpo una relacion constante, ó cuyas variaciones, si las tiene, son múltiplos ó submúltiplos de uno de sus valores.

23. Teoría atómica. Esta parte de la ciencia química no está todavía ilustrada cual corresponde, y tiene su parte hipotética. Toda la cuestion se reduce á *hallar el número de los átomos componentes de una combinacion dada.*—Un volúmen de oxígeno y dos de hidrógeno forman agua; pero ignoramos: 1.º si en esta combinacion hay un átomo de oxígeno y otro de hidrógeno; 2.º ó dos de oxígeno y dos de hidrógeno. Para decidir entre estas dos opiniones, y averiguar aproximadamente este hecho, la ciencia posee solo algunos datos; pero antes de esponerlos manifestaremos qué se entiende por *átomo químico*.

El átomo químico es la partícula pequenísima de un cuerpo que da origen á una combinacion por la simple juxta-posicion con las partículas de otro cuerpo.

24. Veamos ahora los datos que poseemos para averiguar el peso atómico de los cuerpos:

1.º Que en los gases los átomos estan colocados á una distancia igual, y que un mismo volúmen contiene un número de átomos igual. De que se deduce: *Que el peso de los átomos de los cuerpos gaseosos es proporcional á su densidad.*

2.º Que los átomos de todos los cuerpos simples tienen la misma capacidad para el calórico (1).

(1) La relacion que existe entre el calor específico de los cuerpos simples y las proporciones en que se combinan, ofrecen uno de los mejores medios de determinar el peso relativo de los átomos.

3. Que un mismo número de átomos reunidos de un mismo modo produce la misma forma cristalina, sea cual fuere la diferencia de sus elementos (1).

Siendo la *isomorfía* una consecuencia mecánica de la igualdad en la construcción atómica, conocido el número de átomos de un cuerpo isomorfo, está también conocido el de los que lo sean con él.

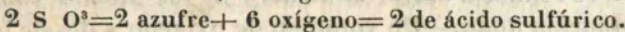
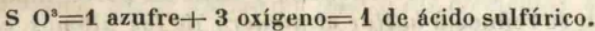
Sin embargo de esto, pone un obstáculo la

Isomería, según la cual, cuerpos de una misma composición, y de igual capacidad de saturación, pueden poseer propiedades y formas cristalinas diferentes.

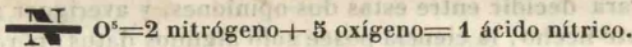
24. Signos ó fórmulas químicas. M. Berzelius introdujo en la química el uso de las fórmulas (2) que vamos á dar á conocer:

1.º Los *cuerpos* simples se designan por la inicial de su nombre latino, seguida de la segunda ó tercera letra, según que la primera y segunda sean comunes á varios cuerpos.

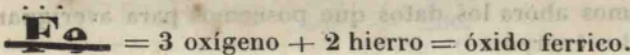
2.º El número de átomos contenidos en cada combinación se expresa por medio de cifras. Una cifra á la izquierda multiplica todos los átomos colocados á la derecha hasta la separación de la fórmula por el signo +. Una cifra colocada á la derecha de la letra á manera de exponente algebraico multiplica solamente los pesos atómicos colocados inmediatamente á la izquierda. Así:



3.º Cuando el principio electro-positivo representa dos átomos, se raya la letra por medio: v. g.:



4.º Para simplificar la fórmula M. Berzelius ha sustituido á la letra O puntos colocados sobre la letra del elemento electro-positivo, que indican los átomos del electro negativo: v. g.:



(1) Las combinaciones obtenidas de este modo se llaman *isomorfas*, y la ley enunciada *isomorfía* ó *isomorfismo*.

(2) Estas fórmulas determinan de una manera clara la composición de los cuerpos tanto respecto al número de sus elementos como al de sus átomos

Cuadro de los cuerpos simples, signo químico y peso atómico.

		Peso atómico.			Peso atómico.
Oxígeno.	O	400	Rhodio.	R	654,387
Hidrógeno	H	6,2398	Plata.	Ag	675,80
Azoe ó nitrógeno.	N	88,518	Mercurio.	Hg	1265,825
Azúfre.	S	204,165	Cobre.	Cu	395,695
Fósforo.	Ph	496,143	Uranio.	U	750,000
Cloro	Cl	221,326	Bismuto.	Bi	1330,337
Yodo.	Y	789,750	Estaño.	Sn	735,294
Bromo.	Br	489,453	Plomo.	Pb	4294,498
Fluor.	F	446,900	Cadmio.	Cd	696,767
Carbono.	C	75,000	Zinc.	Zn	403,226
Boro.	B	436,204	Nickel.	Ni	369,675
Silicio.	Si	277,342	Cobalto.	Co	368,991
Selenio.	Se	494,583	Hierro.	Fe	339,205
Arsénico.	As	470,042	Manganeso.	Mn	345,887
Cromo.	Cr	354,815	Cerio.	Ce	404,696
Vanadio.	V	855,840	Thorinio.	Th	884,900
Molibdeno.	M	598,520	Zirconio.	Zr	420,204
Tungsteno.	W	448,3	Itrio.	I	402,544
Antimonio.	Sb	806,452	Glucinio.	G	334,261
Teluro.	Te	804,76	Aluminio.	Al	471,466
Tántalo.	Ta	1153,715	Magnesio.	Mg	158,352
Titano.	Ti	0303,662	Calcio.	Ca	256,049
Oro.	Au	4243,043	Estroncio.	Sr	547,284
Osmio.	Os	1244,487	Bario.	Ba	850,880
Iridio.	Ir	1233,499	Litio.	L	80,375
Platino.	Pt	1233,499	Sodio.	Na	290,897
Paladio.	Pd	665,899	Potasio.	K	489,916

26. Aire atmosférico.—Principios que le constituyen.—Propiedades físicas (1). El aire es un fluido invisible, trasparente, inodoro, insípido, compresible y muy elástico. Un litro de aire á la temperatura de 0 y á la presion de 0 metros, 76 pesa 1 gramo, 2991. El aire se toma por unidad para determinar el peso de los demas gases. El aire, como todo cuerpo gaseoso, está sometido á la ley de Mariotte, esto es, se comprime en razon de la fuerza ó peso comprimente; ó en otros términos, su volúmen está en razon inversa de la presion que experimenta. Es mal conductor de la electricidad, á menos que esté saturado de humedad. El peso del aire fué descubierto por *Galileo* en 1640 y puesto en evidencia por *Toriceli* y *Pascal*. Espuesto á un grandísimo calor ó á un escesivo frio, no sufre la mas leve alteracion. Su poder refractario, á que se comparan todos los demas gases, es=1. Sometido á una corriente eléctrica, no se altera á menos que contenga una gran cantidad de agua ó materias alcalinas, en cuyo caso se

(1) No hacemos mas que recordarlas por quedar suficientemente comprobados en las nociones de fisica.

forma *ácido nítrico*, lo que explica el motivo porque en las tempestades la lluvia contiene frecuentemente este ácido.

27. El aire, cuyas propiedades físicas conocemos, no es un elemento como pensaban los antiguos. «*Juan Rey* en 1630 publicó algunas experiencias que probaron que el aire contenía un principio susceptible de fijarse en el estaño durante su calcinación y que aumentaba su peso; pero la composición del aire no fue conocida hasta 1743, cuyo descubrimiento, fecundo en resultados y por siempre memorable, se debe á *Lavoisier*.

28. **Experiencias de Lavoisier para descomponer el aire.** Las to-

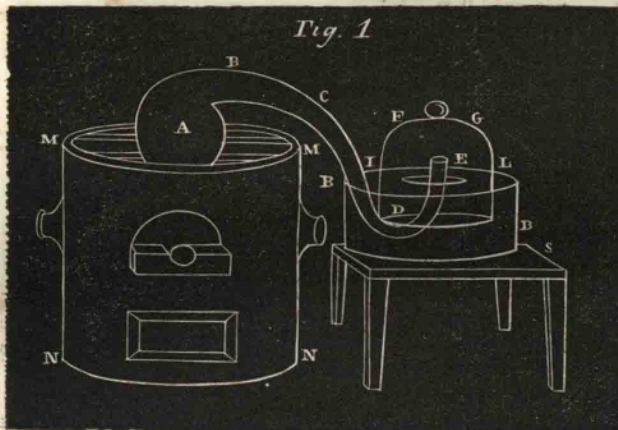


Fig. 1

maremos testualmente del mismo Lavoisier. — Tomé, dice, un matraz *A* (fig. 1) de 36 pulgadas cúbicas próximamente de capacidad, cuyo cuello *BCDE* era bastante largo y tenía de 6 á 7 líneas de diámetro interior. Encorvado según se ve en la figura le coloqué en una hornilla *MMNN*, de manera que el extremo

E de su cuello fuese á parar debajo de la campana *FG*, colocada en un baño de mercurio *RRSS*. Introduce luego en este matraz cuatro onzas de mercurio muy puro, y chupando por un sifon que introduce debajo de la campana *FG*, elevé el mercurio hasta *LL*, cuya altura marqué cuidadosamente con una tira de papel encolado, observando exactamente el barómetro y termómetro. Así preparadas las cosas, encendí fuego debajo de la hornilla *MMNN*, que mantuve casi continuamente por espacio de doce días; por manera que el mercurio llegó casi al punto de ebullicion. Nada notable se observó en el primer día; y el mercurio, aunque no hervía, se hallaba en un estado de evaporacion continua, entapizando el interior de las vasijas con gotitas, en un principio muy finas, que iban luego en aumento, pero que así que adquirian cierto volúmen, caian por sí mismas en el fondo de la vasija, y se reunian con el otro mercurio. Al segundo día comencé á ver sobrenadar en la superficie del mercurio unas particulitas rojas, que durante cuatro ó cinco días aumentaron en número y volúmen, pasado cuyo tiempo cesaron de crecer y permanecieron absolutamente en el mismo estado. Al cabo de doce días, viendo que la calcinacion del mercurio no hacia el menor progreso, apagué el fuego y dejé enfriar las vasijas. El volúmen de aire contenido, tanto en el matraz

como en su cuello y en la parte vacía de la campana, reducido á una presión de 28 pulgadas y á 10.º del termómetro, era antes de la operación como unas 30 pulgadas cúbicas próximamente. Terminada la operación, este mismo volumen á igual presión y temperatura se habia reducido de 40 á 43 pulgadas cúbicas. Por otra parte, habiendo reunido cuidadosamente las particulitas rojas que se habian formado, despues de separarlas lo mejor posible del mercurio líquido de que estaban bañadas, hallóse ser su peso cuarenta granos. El aire que habia quedado despues de esta operacion, y que habia sido reducido á cinco sextas partes de su volumen, no era útil ni para la respiracion ni para la combustion, puesto que los animales que se ponian en él perecian á poco rato, y las luces introducidas en su atmósfera se apagaban instantáneamente como si se las metiese en agua. — Tomé en seguida los cuarenta y cinco granos de materia roja formados durante la operacion y los puse en una pequeña retorta de cristal, á que adapté un aparato á propósito para recoger los productos líquidos y aeriformes: encendí luego fuego en la hornilla, y observé que á medida que la materia roja se iba calentando, su color aumentaba de intensidad. Al acercarse la retorta á la incandescencia, la materia roja comenzó á perder poco á poco su volumen y en algunos minutos desapareció enteramente, condensándose al propio tiempo en el pequeño recipiente cuarenta y un granos y medio de mercurio líquido, y pasando bajo la campana siete ú ocho pulgadas cúbicas de un fluido elástico mucho mas propio que el aire atmosférico para mantener la combustion y la respiracion animal (1). Habiendo trasladado una porcion de este aire á un tubo de cristal de una pulgada de diámetro, y habiendo metido en él una bugía, noté que despedia un vivísimo resplandor: el carbon, en vez de consumirse apaciblemente como en el aire ordinario, ardia con una llama y una especie de decrepitacion como el fósforo, y con una luz tan viva que apenas podia la vista soportarla. Este aire que hemos descubierto casi á un mismo tiempo M. Priestley, M. Scheele y yo, ha sido llamado por el primero *aire desfogisticado*; por el segundo *aire imperial*: yo por mi parte le di el nombre de *aire eminentemente respirable*, al que se ha sustituido el de *aire vital*, y finalmente el de *oxígeno*.

De estas esperiencias se deduce que el aire atmosférico está por lo menos compuesto de dos fluidos elásticos de naturaleza diferente, y por decirlo asi, opuesta. Una prueba de esta verdad es que si se reunen los dos gases obtenidos se vuelve á formar aire.

29. Proporción relativa de ambos gases. Lavoissier ha determinado tambien esta proporción introduciendo bajo una campana graduada, colocada sobre un baño de mercurio, 100 partes de aire en volumen, alguna agua y un cilindrito de fósforo atado á un alambre de hierro delgado. A las

(1) Sin embargo, este gas, respirado sin la mezcla conveniente de azoe, mata por exceso de vida, como luego veremos.

pocas horas el fósforo deja de brillar en la oscuridad, lo que prueba haber absorbido todo el oxígeno; y retirando entonces el cilindro, se comprueba que las 100 partes de aire se han reducido á 79 próximamente, cuyo residuo no es ya aire, sino ázoe; lo que deja conocer la circunstancia de que las bugías que se introducen en él se apagan instantáneamente, y que las otras 21 partes absorbidas por el fósforo son de oxígeno, componiéndose por consiguiente el aire de 21 volúmenes de este gas y 79 de ázoe.

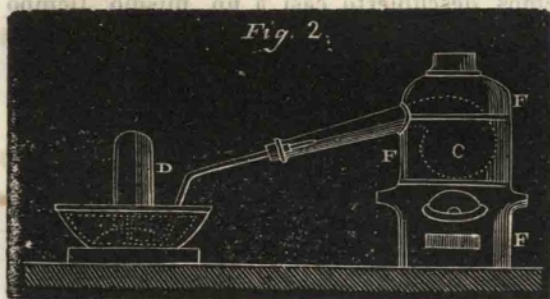
Segun las esperiencias de MM. Dumas y *Boussingault*, resulta que el aire está formado por 23 de oxígeno y 77 de ázoe en peso, y por 20,8 oxígeno y 79,2 de ázoe en volúmen. El aire contiene ademas de 0,004 á 0,006 de ácido carbónico en volúmen, igual cantidad próximamente de hidrógeno carbonado, cantidades variables de vapor acuoso y de carbonato y nitrato de amoniaco, cuya existencia es casi momentánea en la atmósfera á causa de su solubilidad en el agua. Tambien se puede hacer el análisis del aire por medio de la combustion del hidrógeno en el eudiómetro de Volta.

30. Oxígeno.—Aire desfogisticado.—Aire vital.—Aire eminentemente respirable. Fue descubierto por Priestley: es un gas incoloro, insípido, inodoro y permanente. Su peso específico es de 1,1057: su peso atómico es 100. Sometido á una fuerte presion, desprende calórico y luz.

31. Carácterés. El oxígeno se combina en diferentes proporciones con todos los cuerpos simples, ya con desprendimiento de calórico, ya de calórico y luz.

32. Usos. Forma parte del aire atmosférico y de casi todos los óxidos y ácidos, y es el único gas que puede mantener la vida y la combustion.

33. Preparacion. La mas económica consiste en calentar hasta el rojo el bióxido de manganeso en una retorta de barro C (fig. 2), colocada en un horno de reverbero FF, con lo cual el oxígeno se desprende y es conducido por un tubo encorvado á la campana llena de agua D. En la retorta queda solamente protóxido y algun bióxido de manganeso. Valiéndonos del clorato de potasa se obtiene el oxígeno mas puro.



34. Combustion y llama. La combustion se define hoy: un fenómeno general que tiene lugar cuando los cuerpos se combinan con desprendimiento de calórico y de luz. Se habia creído que no podia presentarse este fenómeno sino cuando habia fijacion de oxígeno; pero el desprendimiento

de calórico y luz que se observa cuando se arroja *arsénico* y *antimonio* en polvo en una atmósfera de *cloro*, ha hecho variar la opinion en esta parte.

Cuando el desprendimiento de calórico y luz se desarrolla en una sustancia gaseosa, se produce lo que llamamos *llama*. Por consiguiente, la *llama* no es otra cosa que una materia gaseosa calentada hasta el punto de aparecer luminosa. Para obtener una luz comparable á la del sol, basta recibir sobre *cal* la llama que resulta de la combinacion del *hidrógeno* con el *oxígeno* puro.

Para aumentar considerablemente el calor de la llama, se dirige á ella una corriente de aire, que activa vivamente con su oxígeno la combustion de los gases que la producen.

El instrumento empleado con este objeto se llama *soplete* (1).

35. Teoría de la combustion. Esta teoría ha sido siempre la base de las doctrinas químicas : vamos, pues, á esponer muy brevemente las diferentes hipótesis :

36. Teoría del flogístico. Consiste en suponer que todos los cuerpos combustibles contienen una sustancia particular llamada *flogisto*, la cual desprendiéndose producía la combustion. *Staalh* fue el inventor de esta teoría, que destruyó Lavoissier probando que los cuerpos ganaban en vez de perder sustancia alguna con la combustion, y formó la

Teoría antiflogística. Consiste en suponer que el gas oxígeno al entrar en combinacion perdía su calórico latente, y que de aqui resultaba el desprendimiento de calor. Sin embargo, esta opinion de Lavoissier no es sostenible examinando la combustion del gas hidrógeno y la formacion del agua, puesto que la suma del calórico específico de los dos gases, oxígeno é hidrógeno, que entran en la formacion del agua es menor que el calórico específico de esta : debía, pues, resultar enfriamiento, y no desprendimiento de calor, cuyo origen fue preciso buscar en otra parte, creándose así la

Teoría electro-química. Consiste esta en suponer : *Que en toda binacion química hay neutralizacion de electricidades opuestas, cuya neutralizacion produce el fuego del mismo modo que la descarga de la botella de Leyde, de la pila y del rayo.* Esta opinion es la mas probable, puesto que en efecto, así en la combinacion de dos cuerpos como en la de dos electricidades opuestas, hay casi siempre desprendimiento de luz y de calor; no siendo menos notable la influencia de dos corrientes de electricidades contrarias para descomponer todos los cuerpos y separar sus elementos.

37. Respiracion. Este fenómeno de la fisiología animal se efectúa en los pulmones del hombre y de casi todos los animales. Esta funcion no puede ejercerse en un medio privado de aire ; se detiene si la cantidad de aire es demasiado pequeña ó si está muy rarificado. Para probar este hecho se coloca un pájaro vivo debajo del recipiente de una máquina neumática cu-

(1) Este instrumento es de mucho uso tanto en química como en mineralogía.

bierta con una campana herméticamente cerrada. Luego que se ha estraído una parte del aire encerrado bajo el recipiente, el pájaro se debilita instantáneamente, bate las alas, cae abatido, hace inspiraciones frecuentes, y no tarda en sucumbir si no se le suministra inmediatamente aire. Ningun otro gas sirve para la respiracion: el oxígeno puro es demasiado activo: los demás flúidos obran ó como venenos, ó como materia inerte: el ácido carbónico se encuentra en el primer caso; el ázoe en el segundo. Sin embargo, el oxígeno hace un papel muy importante en la respiracion. *Priestley* y *Lavoisier* han probado que el aire espirado contiene algo mas de *vapor de agua*, un poco menos de *oxígeno* y algo mas de *ácido carbónico* que el aire inspirado; que el ázoe apenas varía en sus proporciones, y finalmente, que el volúmen de aire espirado es casi igual al del aire inspirado. De estos hechos *Lavoisier* y *Laplace* dedujeron que la sangre venosa, al ponerse en contacto con el aire de los vasos capilares de los pulmones, perdía una parte del *carbón* que se unía al *oxígeno* formando *ácido carbónico*, y de su hidrógeno que unido al mismo principio se convertía en agua. Esta teoría de la respiracion es muy sencilla, y el fenómeno principal consiste en una verdadera combustion. *M. Edwards* ha probado que este fenómeno no se efectuaba únicamente en los pulmones, sino en todo el aparato respiratorio (1). Esta teoría explica tambien satisfactoriamente la causa del *calor animal*.

§. II. De los metaloides.

1. Cuáles son los caracteres distintivos de los metaloides? Qué es oxígeno?—2. Cuáles son las principales propiedades del hidrógeno?—3. Cuál es la causa de la detonacion en la combinacion del hidrógeno con el oxígeno?—4. Qué color comunican las diferentes sales á la llama del hidrógeno, segun las esperiencias de *M. Bibra*?—5. Cuáles son los caracteres esenciales para reconocer el hidrógeno?—6. A qué usos está destinado el hidrógeno?—7. Cuál es la preparacion del hidrógeno?—8. Cuáles son las combinaciones del hidrógeno?—9. Que caracteres presenta el boro?—10. Qué caracteres presenta el silicio?—11. Cuáles son los caracteres del carbono?—12. Qué es el diamante?—13. Qué es la plumbagina?—14. Qué es la antracita?—15. Qué es la hulla?—16. Qué son los carbonos?—17. Cómo se distingue el carbon vegetal y animal?—18. Cuáles son los caracteres esenciales para reconocer el carbono?—19. Cómo se prepara el carbono?—20. Cuáles son los usos del carbono?—21. Cuáles son las combinaciones del carbono?—22. Cuáles son las combinaciones del carbono con el hidrógeno?—23. Del proto-carburo de hidrógeno.—24. Del bi-carburo de hidrógeno.—25. Cómo se prepara el bi-carburo ó gas del alumbrado?—26. Usos del bi-carburo.—27. Historia del fósforo. Propiedades del fósforo. Dónde se encuentra el fósforo?—28. Preparacion del fósforo.—29. Cuáles son los usos del fósforo?—30. Combinaciones del fósforo.—31. Cuáles son las combinaciones del fósforo con el hidrógeno?—32. Cuáles son las propiedades del azufre?—33. Cómo y dónde se halla el azufre?—34. Cómo se estrae el azufre?—35. Cuáles son los usos del azufre?—36. Qué combinaciones forma el azufre?—37. A qué cuerpo son análogas las propiedades químicas del selenio?—38. Cuál es la historia del yodo?—38. Cuáles son las propiedades del yodo?—39. Cuáles son los caracteres esenciales para reconocer el yodo?—

(1) Véase la parte de historia natural en que se trata esta materia.

41. Cómo se prepara el yodo?—42. Cuáles son los usos del yodo?—43. Combinaciones del yodo.—44. Cuáles son las propiedades del bromo. Tiene aplicaciones?—45. Con quién se combina el bromo?—46. Historia del cloro.—47. Cuáles son las propiedades del cloro?—48. Cómo se prepara el cloro?—49. Cuáles son otras propiedades del cloro y sus aplicaciones? Cómo se efectúan las fumigaciones del cloro?—50. Qué es cloro líquido?—51. Cuáles son las combinaciones del cloro?—52. Cuáles son las combinaciones del cloro con el yodo y en qué se emplean?—53. Por qué no puede obtenerse libre el fluor?—54. Cuáles son las propiedades del ázoe?—55. Y los caracteres esenciales en que se le reconoce?—56. Dónde se encuentra el ázoe?—57. Cómo se estrae el ázoe y qué se hace para obtenerle puro?—58. Cuáles son las combinaciones del ázoe?

1. Los cuerpos *metaloideos* que hemos enumerado (pág. 359) tienen por carácter principal ser todos electro-negativos respecto á los *metales*, y conducir con menos facilidad que estos el calórico y la electricidad; y en especial formar generalmente *ácidos*, mientras los metales forman las mas de las veces *bases*.

2. **Oxígeno.** Véase la pág. 370 y siguientes del párrafo anterior.

Hidrógeno.—Aire inflamable. Estudiado particularmente por Cavendish en 1766. Este cuerpo abunda mucho en la naturaleza. Unido al oxígeno constituye el agua; al carbono y al oxígeno las materias vegetales; y finalmente al ázoe, carbono y oxígeno, las animales: en su estado de pureza es siempre gaseoso.—El hidrógeno es incoloro, inodoro, insípido: su peso específico muy débil, pues es $-0,0688$, su poder refractario considerable. Apaga los cuerpos en combustion, y es inútil para la respiracion. Es el mas electro-positivo de los metaloideos. Dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno; ó en peso **11,10** del primero y **88,90** del segundo colocados en un *eudiómetro* tratados por el fuego ó una chispa eléctrica, se combinan con desprendimiento de calor y luz, y forman agua.

3. En esta combinacion el vapor de agua que resulta de los dos gases componentes por efecto del calor de la combustion, ocupando menos espacio que estos, comprime el agua del eudiómetro de alto abajo; pero al ponerse en contacto con ella se condensa, y deja un espacio que de repente llena el agua, de cuyos dos efectos instantáneos resulta un doble choque, que produce la detonacion que se oye siempre en esta combinacion.—Esto puede tambien efectuarse con una fuerte presion por el calor que esta produce; y aun en frio por medio del paladio, el rodio, el iridio y el platino.—La llama del hidrógeno es la que produce el mayor calor de los conocidos, por lo cual se emplea para fundir las sustancias miradas como infusibles.—Una bugía encendida no puede inflamar el hidrógeno por el intermedio de una tela metálica, en cuya propiedad está fundada la lámpara de seguridad ó Davy, tan útil á los mineros.

4. De las esperiencias de M. Bibra acerca del color que las diferentes sales comunican á la llama del hidrógeno, resulta: que las de potasa le dan

un color violeta; las de sosa, un amarillo intenso; las de barita, un verde claro; las de estronciana, un rojo intenso; las de cal, un color de rosa; las de bismuto y mercurio, uno azulado; las de cobre, verde; y las combinaciones del arsénico y antimonio, blanco.

5. **Caractéres esenciales.** El gas hidrógeno es fácil de reconocer: 1.º por su ligereza; 2.º porque una bugía le inflama, produciendo una ligera detonación y un poco de agua; 3.º porque introduciendo una bugía en lo interior de una campana llena de este gas, se apaga después de haber puesto fuego á las primeras capas.

6. **Usos.** Sirve para hacer el análisis del aire, obtener una elevada temperatura y llenar los globos aerostáticos. El metal de la voz se cambia respirando hidrógeno puro mezclado con aire.

7. **Preparacion.** Se obtiene el hidrógeno derramando ácido sulfúrico disuelto en agua sobre limaduras de zinc ó hierro: el agua se descompone, su oxígeno se combina con el metal, el cual, oxidado, se une al ácido y forma sulfato de hierro ó de zinc, y el hidrógeno del agua se desprende.—Se obtiene también el hidrógeno descomponiendo el agua por medio de la pila.

8. **Combinaciones del hidrógeno.** Se combina con los demás metales, y forma tres series de compuestos: 1.º los neutros, llamados hidruros; 2.º los ácidos, llamados *hidrácidos*; 3.º los álcalis, como el amoniaco.

9. **Boro.** El boro es sólido, pulverulento, insípido, inodoro, y de un color oscuro verdoso: forma el *ácido bórico*, y el borato de sosa y de magnesia. No tiene aplicaciones.

10. **Silicio.** De un color oscuro negruzco, infusible, sin brillo, color, ni sabor: existe en gran cantidad en la naturaleza en combinación con el oxígeno.

11. **Carbono.—Carbono puro.** Esta sustancia está muy esparcida en la naturaleza en estado de combinación, pues todas las materias vegetales y animales le contienen en gran cantidad, formando además parte del ácido carbónico y de todos los carbonatos. El *diamante* es carbono puro, verdad descubierta por Lavoissier, pues tratando esta materia por el fuego al contacto del aire desaparecía formándose ácido carbónico lo mismo que con el carbono común. Posteriormente se ha comprobado evidentemente este hecho tomándose igual cantidad en peso de diamante y carbono puro, y combinando separadamente estos dos cuerpos con igual cantidad de oxígeno, pues resulta de ambos experimentos una misma cantidad de ácido carbónico, igual en peso al oxígeno y diamante, ó al oxígeno y carbono. Newton sospechó mucho antes la combustibilidad del diamante, fundado en su gran fuerza refractaria = á 3.1961.

12. El *diamante* se presenta bajo la forma de cristales muy brillantes, limpios y transparentes, aunque frecuentemente cubiertos con una corteza

mas ó menos gruesa. Se encuentra en las Indias orientales ó en el Brasil acompañado de una especie de terreno arenisco, que los naturales llaman *cascallo*. Es el mas duro de los cuerpos conocidos, pues raya todos los demas, y solo puede impresionarle su propio polvo, de cuya propiedad se valen para pulirle. Privado del contacto del aire ó del oxígeno, es inalterable al fuego. Se emplea como un objeto de lujo.

13. La *plombagina*, llamada tambien *gráfito*, *mina de plomo* y *lapiz negro*, es una variedad del *carbono* mas ó menos impuro que se presenta en masas de color gris negruzco. Contiene mezcla de tierra y algun óxido de hierro, y se emplea en la fabricacion de lapiceros.

14. La *antracita* es una sustancia carbonosa y negra, empleada como combustible.

15. La *hulla*, palabra sajona, es otra sustancia carbonosa que se encuentra en grandes masas en el seno de la tierra, y que está formada de carbon y betun con una porcion variable de materias terrosas. Es el combustible mas abundante y precioso que se conoce, pues forma la base de todas las industrias en que se emplea el calor. Las mas abundantes minas de *hulla* se encuentran en Inglaterra y Bélgica. En España hay minas de *hulla* en Asturias, Cataluña y Andalucía.

16. **Carbones.** Lo que llamamos *carbon* es siempre una mezcla de *carbono*, de *hidrógeno* y de sales que constituyen la ceniza. En el carbon animal se halla el *ázoe* en una proporcion bastante grande. La cantidad de carbon puro varia segun la especie de carbon: el de materias animales es el que contiene menos.

17. **Distincion del carbon vegetal y animal.** El *carbon vegetal* ó *hidrogenado* es sólido, negro, frágil, muy poroso, inodoro, insípido, poco mas pesado que el agua, buen conductor del calórico cuando contiene pocas materias estrañas, y mal conductor del flúido eléctrico á no estar perfectamente calcinado. El calor le hace perder el agua absorbida, produciendo un gas compuesto de *óxido de carbono*, *hidrógeno* é *hidrógeno carbonado*. Por el mismo medio se combina con el oxígeno, y produce *ácido carbónico*. Este carbon posee, como todos los cuerpos porosos, la singular propiedad de absorber los gases: por esto se le emplea como desinfectante.

El *carbon animal* difiere poco del carbon vegetal: sin embargo, lo que mas le distingue es su composicion y la manera de comportarse con las materias colorantes. En efecto, este carbon posee la propiedad decolorante en tres veces mayor grado que el carbon vegetal.

18. **Caractéres esenciales del carbono.** El carbono combinándose con el oxígeno, produce ácido carbónico que turba el agua de cal.

19. **Preparacion.** El *carbono puro* es muy dificil de obtener. Se ha tenido como el mejor medio el calentar fuertemente *negro de humo* ó de marfil; pero el carbono que se obtiene no es puro. En el dia se cree prefe-

rible descomponer por el fuego en vasijas cerradas una materia orgánica pura, como la fécula ó el azúcar cristalizado.

20. **Usos.** El carbon tiene diversos usos: entra en la composicion de la pólvora y en la de la tinta de imprenta. Sirve para quitar el mal olor de las materias pútridas, para decolorar los líquidos y para la reduccion de los metales.

21. **Combinaciones del carbono.** El carbono se combina con el hidrógeno, el azufre, el cloro y el azoe. Estas combinaciones se llaman *carburos*.

22. **Combinaciones del carbono con el hidrógeno.** Muchas son las combinaciones que forman estos cuerpos; pero nosotros solo mencionaremos las dos mas interesantes, que son el *protocarburo* y el *bicarburo de hidrógeno*.

23. **Protocarburo de hidrógeno. — Hidrógeno protocarbonado. — Gas inflamable de las lagunas.** Gas insípido, inodoro, sin color, insoluble en el agua, es dos veces mas denso que el hidrógeno: mezclado con el aire ó el oxígeno, detona por medio de la chispa eléctrica. Si se enciende un surtidor de este gas en el aire, arde con una llama amarillenta. El cloro le descompone instantáneamente á la temperatura roja, apoderándose del hidrógeno, formando ácido cloro-hídrico y dejando el carbon libre. Se encuentra este gas en el fango de las lagunas y de todas las aguas estancadas. Se le encuentra tambien en algunas minas. A este gas son debidos los fuegos naturales que se observan en la pendiente septentrional del Apennino.

Se obtiene agitando el fango y recibiendo el gas que se desprende en frascos llenos de agua y provistos de anchos embudos.

24. **Bicarburo de hidrógeno. — Hidrógeno bicarbonado. — Gas oleificante, gas del alumbrado.** Este gas es incoloro, insípido, de un olor empyreumático; apaga los cuerpos en ignicion y su densidad es de 0,9852. — Si se le hace pasar por un tubo de porcelana incandecente, se descompone en carbon é hidrógeno. Las chispas eléctricas producen el mismo resultado, obteniéndose el hidrógeno puro. — El aire y el oxígeno á una alta temperatura le descomponen, produciéndose ácido carbónico y agua. Este gas mezclado al oxígeno ó el aire produce una fuerte detonacion si se le aplica una bugía. — El agua disuelve la sesta parte de su volúmen. El cloro le descompone, y forma un liquido oleaginoso, llamado *hidro-bicarburo de cloro*, que es una especie de éter. — El azufre y el yodo le descomponen tambien, formándose *ácido sulfuhídrico* y un compuesto cristalizado.

25. **Preparacion.** Se obtiene este gas, que no se halla puro en la naturaleza, calentando en una retorta cuatro partes de ácido sulfúrico y una de alcohol; pues descomponiéndose *este en bicarburo de hidrógeno y agua*, resulta que el *ácido sulfúrico* se apodera de esta, dejando libre el *bicarburo* que se desprende.

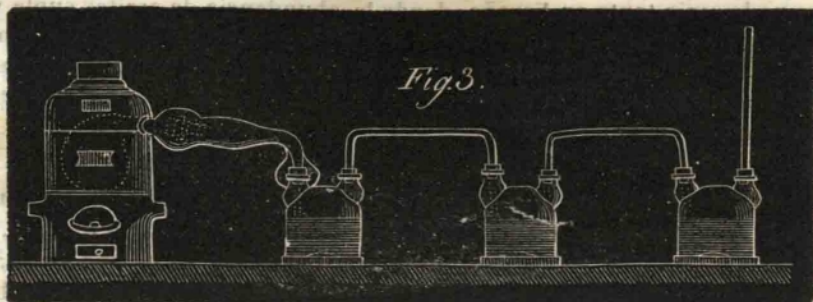
26. **Usos.** El bicarburo de hidrógeno se emplea en Francia é Inglaterra para el alumbrado; pero en este caso proviene, ó de la destilacion de la hulla, ó de la descomposicion de la resina y del aceite por medio de una fuerte temperatura.—Este alumbrado económico principalmente en aquellas naciones, no lo seria tanto en España, donde la abundancia de aceites suple ventajosamente su falta, no dando lugar á los peligros que resultan del empleo de este gas, y son de dos especies: 1.º Las esplosiones que pueden producirse en los depósitos; 2.º la asfixia que el mismo gas puede producir y de que hay recientes ejemplos.

27. **Fósforo.—Historia.** Este cuerpo fue descubierto por *Brandt*, alquimista de Hamburgo, en 1669 al hacer esperiencias con los orines. *Kraft* compró el secreto, que no quiso comunicar á *Kunkel*, que á fuerza de trabajos consiguió tambien extraerle, y lo mismo *Boile*; pero este descubrimiento no se hizo público hasta 1707, en que el gobierno francés compró el secreto á un extranjero.—*Schéele* y *Gahn* le descubrieron en los huesos de los animales, y desde entonces se obtiene con facilidad.

El fósforo es sólido á la temperatura ordinaria, insípido y de un olor á ajos, flexible en estado de pureza; pero $\frac{1}{1000}$ de azufre le hace quebradizo; la uña le raya con facilidad. Su peso específico es de 1,77. Su color varía: en el estado ordinario es trasparente y amarillo; pero si se le enfria bruscamente despues de haberle fundido, se presenta negro y opaco.—Es luminoso en la oscuridad, y de aqui el nombre de *fósforo* que se le ha dado. Es fusible á los 43.º, y cristaliza en agujas ú octaedros.—Agitado durante su enfriamiento con un líquido (alcohol, eter ó agua), se pulveriza. Sometido á un fuerte calor, y en vasijas cerradas, se volatiliza y puede destilársele. El fósforo espuesto á los rayos solares se enrojece, sea en el vacío, en el hidrógeno, en el ázoe ó en el aire. El fósforo en contacto con el oxígeno arde con brillantez, y se producen vapores blancos de ácido fosfórico anhidro y un poco de óxido rojo.—La presion influye en la temperatura, necesaria para determinar la combustion del oxígeno con el fósforo: la mezcla de ázoe, hidrógeno ó ácido carbónico favorece esta combustion. El agua no disuelve el fósforo; pero si contiene aire se forma óxido rojo y ácido fosforoso con la accion de la luz. Por eso se le conserva en agua destilada y fria y en la oscuridad. El fósforo no se halla puro en la naturaleza, sino en estado de combinacion en los huesos, en la materia cerebral, en los nervios, en grandes masas, en estado de fosfato de cal en Logrosan, en Estremadura, en los orines, etc.

28. **Preparacion.** Se toma *fosfato ácido de cal* reducido á la consistencia de jarabe: se mezcla esta sal con el cuarto de su peso de carbon y se seca esta mezcla, que se introduce en una retorta de barro colocada en una

horno de reverbero: se adapta al cuello un tubo de cobre que se sumerge en un frasco lleno de agua, y se enlazan otros tubos con otros frascos hasta el tercero, que tiene uno recto, por donde se desprenden los gases, según se ve (fig. 3). Se da fuego al horno, y al cabo de dos horas comienza á des-



prenderse gas óxido de carbono, hidrógeno carbonado y fosforado, que provienen de la descomposición por el carbon del agua que contenía la mezcla; y finalmente, al cabo de cuatro horas aparece el fósforo que se condensa en el agua de los frascos y en los tubos. Este producto se coloca después de frío en una piel de gamuza que se comprime dentro de agua bien caliente; el fósforo sale entonces por los poros de la piel, dejando en ella un poco de carbon y óxido de fósforo.

29. **Usos.** El fósforo se emplea para hacer el análisis del aire, para las pajuelas y eslabones fosfóricos, y en medicina como estimulante por su acción violenta sobre la economía animal.

30. **Combinaciones del fósforo.** El fósforo se combina con el hidrógeno, el azufre, el selenio, el yodo y el cloro.

31. **Combinaciones del fósforo con el hidrógeno.** Algunos químicos solo admiten una, otros dos, y son:

1.^a **El protofósforo de hidrógeno.**—**Hidrógeno protofosforado.** Gas incoloro y de un olor desagradable: no tiene aplicaciones, por lo cual nada más diremos de él.

2.^a **El sesqui-fósforo de hidrógeno.** Gas incoloro, de un olor fuerte parecido al ajo, de sabor amargo: su densidad = 1,761.

Espuesto á una temperatura elevada, pierde el tercio de su fósforo y se convierte en proto-fósforo.

Este gas se inflama espontáneamente al contacto del aire, propiedad característica que permite reconocerle siempre. Este gas al inflamarse produce vapor de agua y ácido, que se elevan en forma de aureolas blancas.—Es algo soluble en el agua.

Este gas se forma en los parajes en que se hallan enterrados restos animales, y atravesando las hendiduras de los terrenos llega á la atmósfera, se inflama y produce los *fuegos fatuos* que se ven en los cementerios, y que tantos terrores causan al vulgo.

Preparacion. Se obtiene el sesqui-fosfuro de hidrógeno calentando en un matraz una pasta formada con cal, fósforo y agua.—Esta se descompone, cede su hidrógeno á una parte del fósforo para formar el gas sesqui-fosfuro, mientras que el oxígeno se une á la otra parte para formar el hipofosfito de cal. (fig. 4).



32. **Azufre.** El azufre es sólido, amarillo anaranjado, insípido, quebradizo: su fractura es luciente é inodora, á menos que se le frote, en cuyo caso toma un olor débil: su

peso específico es 1,99.

El azufre es mal conductor de la electricidad: el frote desarrolla en su superficie fluido eléctrico negativo.—Sometido á una tempera de 108.° se funde; entre 110 y 140, aparece mas limpio y amarillo; á 160° comienza á condensarse, y entre 220° y 250° se vuelve pastoso: una temperatura mas alta lo liquida. Si á 140 se enfria bruscamente, se vuelve sólido, seco y quebradizo; pero si se ha calentado lo bastante hasta hacerse pastoso, permanece blando aunque se le enfrie repentinamente. Este fenómeno se atribuye al diverso arreglo de sus moléculas. Finalmente, el azufre á una temperatura conveniente se volatiliza, y al enfriarse constituye las *flores de azufre*.

El oxígeno no tiene accion sobre el azufre; pero si se sumerge un pedazo de azufre con un punto de ignicion en un vaso lleno de oxígeno, este se combina con él, y produce *ácido sulfuroso*.

33. El azufre está muy esparcido en la naturaleza, asi puro como combinado: puro, en las cercanías de los volcanes y en *Hellin*; combinado, en todos los sulfuros, sulfatos, en muchos vegetales, particularmente en la familia de las crucíferas, y en algunas materias animales, como los huevos, los cabellos, la materia cerebral, etc.

34. **Estraccion.** Se usan diversos procedimientos para obtener el azufre: daremos á conocer el mas usado. A la proximidad de los volcanes se encuentran terrenos que contienen azufre en gran cantidad. Para extraerle se colocan las materias terrosas en ollas de barro cocido provistas de un tubo que comunica con otras ollas, cuyo fondo está tapizado de agujeros y que descansa sobre una tina de madera llena de agua. Calentando el azufre se volatiliza, y viene á condensarse en el agua de la tina: el azufre obtenido se llama *en bruto*. Para separar las materias estrañas se le sublima. Al efecto se calienta en una caldera, que comunica con una cámara de albañilería destinada á recibir el azufre en vapor y á condensarle en forma de pol-

vo, que es lo que se llama *flores de azufre*. Si la operacion se continúa convenientemente, llega una época en que el calor de la cámara no condensa los vapores sino en estado líquido, y entonces el azufre corre á lo largo de un plano inclinado, y saliendo por una abertura practicada en la parte inferior pasa á los moldes de madera, que estan convenientemente humedecidos, y toma la forma con que se conoce el *azufre en canutillo*.

35. Usos. El azufre es una de las materias mas empleadas en las operaciones químicas. Se emplea tambien el azufre para la fabricacion de pajaras, del ácido sulfúrico, de la pólvora, del ácido sulfuroso, del sulfuro de mercurio, del sulfato de cobre etc. La medicina le emplea en las enfermedades de la piel etc.

36. Combinaciones del azufre. El azufre se combina con el hidrógeno, con el carbono, con el fósforo, con el selenio, con el yodo y con el cloro: los compuestos que resultna no tienen aplicaciones, y solo estudiaremos en otro lugar el que forma con el hidrógeno.

37. Selenio. Descubierto por Berzelius: sus propiedades químicas son análogas á las del azufre. No tiene aplicaciones.

38. Yodo.—Historia. Descubierto por el fabricante Courtois en la sosa de varech, y estudiado por Gay-Lussac, que le dió el nombre de *yodo*, palabra griega que significa violado, por recordar el hermoso color de sus vapores.

38. Propiedades. El yodo es sólido á la temperatura ordinaria, de testura hojosa, de un color gris azulado parecido á la plombagina. Su tenacidad es muy débil; su olor análogo al del cloruro de azufre, su peso específico=4,946. Es de los cuerpos mas electro-negativos. Aplicado á la piel produce un color amarillo, y destruye los colores vegetales lo mismo que el cloro.

El yodo entra en fusion á los 107.º y en ebullicion á los 175, sin embargo, en razon de su tension se evapora en el agua hirviendo. Su vapor, cuya densidad es de 8,716, presenta siempre un hermoso color violado.

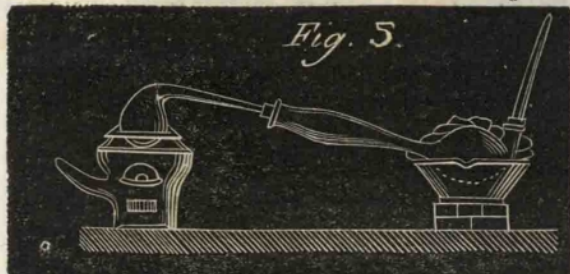
Para combinarse con el oxígeno, necesita este hallarse en estado de gas naciente.

Tiene una accion marcada sobre el hidrógeno que roba á una multitud de cuerpos.

El yodo no se halla puro en la naturaleza. En combinacion le contienen los focus, esponjas, algas y varechs. Vauquelin reconoció que un mineral de plata del Brasil era un *yoduro de plata*.

39. Carácteressenciales. El yodo tratado por el calor produce un hermoso vapor violado: en contacto con el almidon se une á él, y forma un color azul, por lo cual se emplea para reconocer la fécula.

40. **Preparacion.** Se le estrae de las *aguas madres* de las *sosas* de *va-*



rechs, donde se halla en estado de *yoduro* de *potasio*, ó de *hidriodato* de *potasa* (1). Despues de convenientemente concentradas se introduce en una *retorta* (figura 5) con un exceso de *ácido sulfúrico* concentra-

do, y se da fuego hasta el punto de ebullicion. Una parte del *ácido sulfúrico* se apodera de la *potasa* y deja libre el *ácido hidroyódico*, que cede su *hidrógeno* á un poco de *oxígeno* de la otra parte del *ácido sulfúrico*, y se forma *agua*, dejando el *yodo* libre, se desprende y viene á condensarse en un recipiente adoptado á la *retorta*. Lavándole, destilándole en una poca de *agua de potasa*, secándole entre las hojas del papel *joseph* y fundiéndole en un tubo, se obtiene el *yodo* suficientemente puro.

41. **Usos.** El *yodo* se emplea en medicina solo ó en estado de combinacion, con muy buen éxito.

42. **Combinaciones del yodo.** El *yodo* se combina con el *hidrógeno*, con el *azufre*, con el *cloro* y con el *ázoe*, cuyas combinaciones, no siendo la primera, no tienen aplicaciones.

43. **Bromo.** Descubierto por *M. Balard*. El *bromo* presenta la mayor analogía con el *yodo*. Se liquida á la temperatura ordinaria. En masa aparece de un color rojo oscuro, y en capas delgadas de un rojo jacinco. Su olor fuerte y desagradable es análogo al del *cloro*. Su sabor es muy cáustico. Aplicado á la piel, la pone amarilla como el *yodo*. Es un veneno enérgico, pues una sola gota colocada en el pico de un ave basta para matarla. No tiene aplicaciones, y se estrae del *bromuro* de *magnesio*, que se encuentra en las *aguas madres* de las *salinas*.

44. **Combinaciones del bromo.** El *bromo* se combina con el *hidrógeno*, el *silicio*, el *carbono*, el *fósforo*, el *azufre*, el *yodo* y el *cloro*, cuyos compuestos no estan estudiados ni tienen aplicaciones.

45. **Cloro.—Historia.** Fue descubierto en 1774 por *Schéele*, que le dió el nombre de *ácido marino* desfogisticado. Llamóse luego *ácido muriático oxigenado*, y *gas oximuriático* segun *Kirwan*. Finalmente, *Gay-Lussac* y *Thenard* le denominaron *cloro*.

46. **Propiedades.** Este cuerpo es un gas amarillo verdoso, con un olor y sabor tan fuertes y caracterizados, que permiten se le reco-

(1) Las *aguas madres* son el producto de la incineracion de las plantas marinas de que se estrae por medio del *agua* el *carbonato* de *sosa*.

nozca con facilidad.—Su peso específico es=2,4216.—Hace amarilla la tintura de tornasol; apaga las bugías encendidas, cuya llama palidece desde luego y se enrojece en seguida antes de apagarse.

No cambia de estado á una temperatura de -50° si está bien seco; pero húmedo, se congela y forma un hidrato.—Uniendo la presión al enfriamiento puede obtenerse líquido.

No se combina con el oxígeno sino en estado de gas naciente.

56 El cloro se une con el hidrógeno en volúmenes iguales, y forma gas *clorohídrico*. Esta combinación va acompañada de fenómenos singulares: 1.º Esta combinación no tiene lugar si la mezcla de hidrógeno y cloro se hace en paraje oscuro, sea cual fuere el tiempo empleado; 2.º espuesta la mezcla á la luz difusa, la combinación se efectúa lentamente y es forzosa la acción de los rayos solares para terminarla; 3.º finalmente, si la mezcla se espone inmediatamente á la luz solar ó al fuego, la combinación se efectúa instantáneamente con ruptura del frasco que contenga la mezcla.

El agua disuelve á la temperatura ordinaria una vez y media de su volúmen de cloro, y la disolución posee las mismas propiedades que este.—Espuesta á una temperatura de -2° ó -3° se produce una multitud de cristales luminosos, amarillo-oscuros, formados del ázoe y del cloro.

Este cuerpo no se encuentra puro en la naturaleza; pero en estado de combinación forma parte del ácido clorohídrico y de todos los cloruros.

47. **Preparacion.** Para obtener el cloro se coloca en un matraz



(fig. 6) peróxido de manganeso, sobre el cual se derrama ácido clorohídrico, observándose inmediatamente una efervescencia debida al desprendimiento del cloro, que es conducido por un tubo á frascos llenos de agua y saturados de sal marina.—La teoría es muy sencilla: una parte del ácido se descompone en cloro, que se desprende, y en hidrógeno, que se une á una parte del oxígeno del peróxido de manganeso, forma agua.

48. **Propiedades y usos del cloro.** El cloro ejerce una acción muy fuerte sobre la economía animal. Respirado por algunos instantes produce tos, y dificulta la respiración; si se continúa respirando, espantos sanguinolentos, y finalmente la muerte. Los químicos Pelletier y Rué perdieron la vida estudiando las propiedades de este gas.—Se neutralizan prontamente sus efectos por el desprendimiento del amoniaco.—Ataca las materias colorantes, vegetales ó animales, dándoles un color amarillento. De aquí el uso del clo-

ro para el blanqueo de las telas. Esta propiedad, lo mismo que la desinfectante, que posee el cloro, se debe á su afinidad con el hidrógeno, de cuyo principio se apodera.

Fumigaciones de cloro. Para hacer fumigaciones de cloro en enfermerías ó cárceles se toman 300 gramos de cloruro de potasio en polvo, 500 de bióxido de manganeso, 200 de ácido sulfúrico y 200 de agua. Se mezcla el cloruro de sodio, el bióxido de manganeso y el agua en una cápsula de cristal ó barro, á que se añade luego el ácido sulfúrico, y al momento se desprenderán unos vapores amarillos verdosos, que serán mas abundantes si se menea la mezcla. Conviene usar al efecto un tubo de cristal ó de porcelana. La pieza en que se haga la fumigacion debe estar perfectamente cerrada á lo menos una media hora. Las dosis indicadas son suficientes para desinfectar una pieza de 113 métrós cúbicos y se aumentará ó disminuirá en proporcion del espacio.

49. **Cloro líquido.**—**Solucion de cloro.** Cuando se quiere obtener este producto se emplea el aparato usado para obtener el gas en estado de disolucion en el agua, y que se llama *aparato de Wolf*.

50. **Combinaciones del cloro.** El cloro se combina con todos los demas cuerpos simples. Con el hidrógeno forma un ácido importante que luego estudiaremos. Las demas combinaciones no tienen usos, y únicamente las

51. **Combinaciones del cloro con el yodo.** Son el *proto-cloruro* y el *percloruro de yodo*, que se emplean en los daguerreotipos para obtener placas muy rápidamente impresionables.

52. **Fluor ó fluor.** Este cuerpo no puede obtenerse libre, porque ataca todas las vasijas en que se ha querido obtener, por lo cual no pudo estudiarse, ni darle aplicaciones.

53. **Azoe ó nitrógeno.**—**Mofete.** Notable por sus propiedades negativas. Es gaseoso, incoloro, inodoro é insípido; apaga los cuerpos en ignicion: su peso específico es =0,972. El frio le dilata sin hacerle cambiar de estado. Es poco refractario. El oxígeno no tiene la menor accion forzosa sobre él: sin embargo, la chispa eléctrica da lugar á la formacion de algun ácido nítrico cuando los gases estan húmedos. Para las demas combinaciones es necesario que entrambos cuerpos se hallen en estado de gas naciente.

54. **Caractéres esenciales.** Se reconoce el azoe: 1.º en que es incoloro; 2.º en que apaga los cuerpos en combustion; 3.º en que enrojece la tortura de tornasol; 4.º en que es insoluble en el agua; 5.º en que no forma precipitado con el agua de cal.

55. El azoe está muy esparcido en la naturaleza, hace parte de los nitratos, del amoniaco, de algunas materias vegetales y de casi todas las materias animales. Finalmente, forma casi las $\frac{1}{5}$ partes del volúmen de aire atmosférico.

56. **Estraccion.** Se estrae el azoe del aire atmosférico, á cuyo efecto

se quema en una cantidad determinada de aire una ligera porcion de fósforo: pues apoderándose este del oxígeno, forma ácido fosfórico, dejando el ázoe en libertad. Para purificarle del gas ácido fosfórico en vapor que contiene, se le añade una ligera porcion de cloro, que forma cloruro de fósforo, luego se pone en el frasco un poco de potasa, y despues de tapado se agita, con lo cual el cloruro, el exceso de cloro y un poco de ácido carbónico se disuelven, y el ázoe que sobrenada en el líquido puede considerarse puro.

57. Combinaciones del ázoe. El ázoe no se combina directamente en circunstancias comunes con ningun cuerpo simple; pero en estado de gas naciente y en otras condiciones forma, compuestos muy interesantes, de los cuales estudiaremos algunos de otro lugar. Con el hidrógeno forma el *amoníaco*; con el carbono el *nitruro de carbono* ó *cianógeno*, que forma con el hidrógeno el ácido cianohídrico, veneno peligroso, que tambien daremos á conocer muy luego, y finalmente, con el yodo y el cloro forma *nitruros* de yodo y cloro, cuerpos peligrosísimos de manejar.

§. III. De los óxidos y ácidos no metálicos.

1. Cómo se distinguen los óxidos de los ácidos?—2. Qué combinaciones forma el oxígeno con el hidrógeno?—3. Quién descubrió la composición del agua?—4. De qué medios se valió Lavoissier para descomponer el agua?—5. Cómo verificó Lavoissier la recomposición ó sintensis del agua?—6. Cuáles son las propiedades físicas del agua?—7. Cuáles son sus propiedades químicas?—8. Cuál es el estado natural del agua?—9. De qué medios podemos valernos para reconocer la bondad de las aguas?—10. Qué preparación se usa para destilar el agua?—11. Qué es destilacion?—12. Destilacion por el alambique.—13. Cuáles son las propiedades del bióxido de hidrógeno?—14. Qué usos tiene?—15. Cuáles son las propiedades del ácido bórico?—16. Cuáles son sus usos?—17. Cuáles son las combinaciones del carbono con el oxígeno?—18. Cuáles son las propiedades del ácido carbónico?—19. Dónde se encuentra este ácido?—20. Cómo se prepara?—21. Cuáles son sus usos.—22. Qué presenta de mas notable el ácido silícico?—23. Cuáles son las combinaciones del fósforo con el oxígeno?—24. Cuáles son las combinaciones del azufre con el oxígeno?—25. Cuáles son las propiedades del ácido sulfuroso?—26. Y su estado y preparacion?—27. Cuáles son sus usos?—28. Es muy importante el ácido sulfúrico?—29. Cómo se prepara el ácido sulfúrico y cuántas especies resultan de su preparacion?—30. Preparacion del ácido de Nordhausen.—31. Cómo se obtiene la modificacion anhidro?—32. Qué propiedades presenta?—33. En qué se emplea?—34. Cómo se obtiene el ácido sulfúrico hidratado en los laboratorios?—35. Y para las artes?—36. Cuáles son las propiedades del ácido sulfúrico hidratado?—37. Qué fenómenos presenta el ácido sulfúrico con el agua?—38. Y con los metales?—39. Cuáles son sus usos?—40. Cuáles son las combinaciones del silicio con el oxígeno?—41. Cuáles son las combinaciones del yodo con el oxígeno?—42. Cuáles son las combinaciones del cloro con el oxígeno?—43. Cuáles son las del ázoe con el oxígeno?—44. Qué hay de notable en el óxido de ázoe?—45. Propiedades del bióxido de ázoe.—46. Extraccion del bióxido de ázoe.—47. Cuáles son las propiedades del ácido nítrico?—48. Cuáles son las propiedades del ácido hiponítrico?—49. Quién descubrió el ácido nítrico?—50. Qué propiedades tiene?—51. Cómo se prepara?—52. Cuáles son sus usos?

1. Distincion de los óxidos y de los ácidos. El principal carácter de los ácidos es el poderse combinar con los óxidos

los metales electro-positivos y formar sales; los caracteres accesorios son un sabor agrio y la propiedad de enrojecer el color azul vegetal.

El principal carácter de las bases ú óxidos báricos es el de poder combinarse con los ácidos y formar sales; sus caracteres accesorios son: un sabor urinoso, la propiedad de devolver su primitivo color azul al papel de tornasol enrojecido por un ácido, la de enverdecer la tintura de violeta y enrojecer el papel amarillo de cúrcuma.

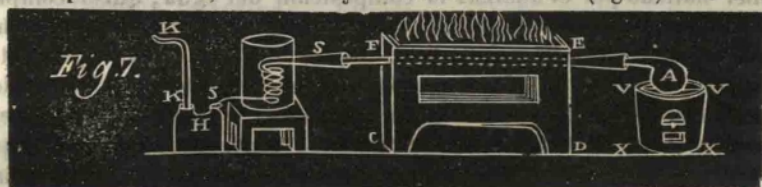
Asi los óxidos como los ácidos insolubles en el agua no pueden revelar los caracteres accesorios que se les asignan.

2. Combinaciones del oxígeno con el hidrógeno. El oxígeno al combinarse con el hidrógeno forma dos combinaciones, el *agua* y el *sobreóxido de hidrógeno* ú *agua oxigenada*.

3. Agua.—Óxido de hidrógeno.—Óxido hídrico. A pesar de la importancia de este líquido, de sus continuas y diversas aplicaciones y de ser necesario á la vida, no se ha conocido su composición hasta fines del siglo XVIII, en que el genio de Lavoissier la descubrió, cuya gloria no pueden arrebatarle Watt, Cavendish y Priestley, segun opinion del ilustre Berzelius.

4. Medios de que se valió Lavoissier para descomponer el agua. Varias esperiencias empleó Lavoissier para hallar la composición del agua; pero la mas eficaz y decisiva fue la siguiente, que tomamos de las obras del mismo Lavoissier.

Experiencia III.—Descomposición del agua. Se toma un tubo de cristal EF poco fusible, enlodado y rodeado de bricho (fig. 7) de 8 á 12 li-



neas de diámetro, que atraviesa un hornillo con una ligera inclinación de E á T, y dentro del cual se colocan 274 granos de laminitas de hierro dulce en espiral. Al estremo superior E de este tubo se ajusta una retorta de cristal A; que contiene una cantidad de agua destilada. A su estremo inferior F se adapta un serpentín SS', que se introduce en S' en el cuello de un frasco H de dos tubuluras, en una de las cuales se adapta un tubo de cristal encorvado KK', destinado á conducir los flúidos aeriformes ó gases á un aparato propio para determinar su calidad y cantidad.

Asi todo dispuesto, se enciende fuego en el horno EFCD, y se mantiene de manera que se enrojezca el tubo de cristal EF sin fundirle (1), encen-

(1) A fin de evitar este inconveniente, se ha sustituido despues á este tubo uno de porcelana.

diendo tambien en el horno VVXX el fuego suficiente para mantener hirviendo el agua de la retorta A.

Efecto. Despréndese desde luego un gas inflamable 13 veces mas ligero que el aire atmosférico: el peso total que se obtiene son 15 granos, y su volúmen 416 pulgadas cúbicas próximamente. Comparando la cantidad de agua empleada primitivamente con la que queda en el frasco H, se halla un déficit de 100 granos. Por otra parte, los 274 granos de hierro encerrados en el tubo EF resultan pesar 83 granos mas, y su volúmen se halla aumentado considerablemente. En una palabra, este hierro se encuentra en el estado de óxido negro de hierro, como el que ha sido en el oxígeno.

Reflexiones. El resultado de esta esperiencia presenta una verdadera oxidacion del hierro por el agua; oxidacion del todo semejante á la que se opera en el aire con el auxilio del calor. Cien granos de agua aparecen descompuestos, 83 de oxígeno unidos al hierro para constituirle en el estado de óxido negro, y 15 granos de un gas inflamable y particular se han desprendido. De todo lo cual se deduce evidentemente que el agua es un compuesto de oxígeno y de la base de un gas inflamable, en la proporcion de 83 partes contra 15.—El agua, pues, independientemente del oxígeno, que es uno de sus principios, y que le es comun con otras muchas sustancias, contiene otro que le es peculiar, que es su radical constitutivo, y al cual nos vemos obligados á dar nombre, y ninguno nos ha parecido mas propio que el de *hidrógeno*, es decir, principio generador del agua; *hidros* agua, y *geno* yo engendro.

5. Recomposicion ó síntesis del agua. Lavoissier, no satisfecho de haber hallado por el análisis la composicion del agua, quiso comprobar este hecho por la síntesis formando este liquido. Al efecto, despues de hecho el vacío en un matraz de cristal de unos treinta cuartillos de capacidad y de boca ancha, se pasan á él por un aparato conveniente un volúmen de gas oxígeno y dos de hidrógeno, perfectamente puros y bien secos; se encienden los gases por medio de una chispa eléctrica, y continuando el suministro de los gases se consigue mantener largo tiempo la combustion. A medida que esta se efectúa, se van colocando en las paredes del matraz gotitas de agua, que van aumentándose poco á poco, hasta que ruedan por las paredes y se reunen en el fondo del matraz. Pesando el matraz antes y despues de la operacion, se viene en conocimiento de la cantidad de agua que se ha formado, teniendo en este hecho una prueba doble, pues el peso de los dos gases empleados es igual al del agua formada.

Este fenómeno de la descomposicion y recomposicion del agua se verifica continuamente á nuestra vista á la temperatura de la atmósfera y por efecto de las afinidades compuestas, y á esta descomposicion son debidos muchos de los fenómenos de la vegetacion.

Se puede descomponer el agua por medio de la pila.

Todos estos hechos prueban evidentemente que el agua es un compuesto

de 2 de hidrógeno y 1 de oxígeno= H^2O . — En peso contiene una parte de hidrógeno y ocho de oxígeno.

6. Propiedades físicas del agua. El agua es líquida á la temperatura ordinaria, trasparente, incolora, inodora, insípida, elástica, capaz de transmitir el sonido y mojar los cuerpos. Su compresibilidad, negada por mucho tiempo, ha sido demostrada por MM. Perkins, Oersted y Canton. Su peso específico es la unidad á que se comparan todos los líquidos y sólidos. Un litro de agua á $+ 4^{\circ}$ pesa 1000 gramas.

El agua conduce mal el flúido eléctrico, refracta extraordinariamente la luz. Entra en ebullicion á los 100° á la presión ordinaria. El aumento y disminucion de esta retarda ó acelera su punto de ebullicion. Las sales que tienen afinidad con el agua la retardan igualmente; pero algunas sales metálicas la aceleran. El agua se volatiliza fácilmente, y el vapor que resulta, ocupa un espacio 1700 veces mayor que en el citado líquido. La tension del vapor del agua aumenta, lo mismo que la de los demas gases, con la temperatura.

El agua se condensa segun que la temperatura disminuye hasta $+ 4^{\circ}$; y por el contrario, se dilata desde este punto hasta el de congelacion, que se efectúa á 0° . Por eso el hielo es mas ligero que el agua, cuyo mayor grado de densidad es $+ 4^{\circ}$. Su punto de congelacion puede retardarse, lo mismo que el de ebullicion, con las mismas sustancias salinas, habiéndose conseguido mantener el agua sin congelarse hasta -12° .

7. Propiedades químicas. El oxígeno se disuelve en el agua con cantidad tanto mayor quanto menor sea la temperatura y la presión mas fuerte. El aire se disuelve tambien, pero en menor cantidad. El hidrógeno se disuelve en una pequenísimas cantidad. De los metaloides solo el azoe, el yodo, el bromo y el cloro se disuelven en el agua. El boro y el carbono la descomponen á una elevada temperatura, formándose con el primero ácido bórico é hidrógeno, y con el segundo ácido carbónico y protocarburo de hidrógeno. El carbon puede absorber agua, y perder asi los gases que contiene. Calentado con ella el yodo la descompone, y forma ácido yodohídrico y ácido yódico. El cloro disuelto en agua constituye el cloro líquido. El calor ó la luz solar aplicados á esta disolucion determinan la descomposicion del agua, la formacion de ácido clorohídrico, de oxígeno que queda libre, y de un poco de ácido clórico.

Ningun metal es soluble en el agua; pero muchos la descomponen á diferentes temperaturas.

La mayor parte de los ácidos se disuelven en el agua, y muy particularmente los que tienen un sabor pronunciado.

Las aleaciones obran sobre el agua como los metales que contienen. La mayor parte de los óxidos metálicos son insolubles, aunque hay algunos, como los de la primera seccion, que se disuelven en el agua.

8. Estado natural. El agua se halla abundantemente en la naturaleza.

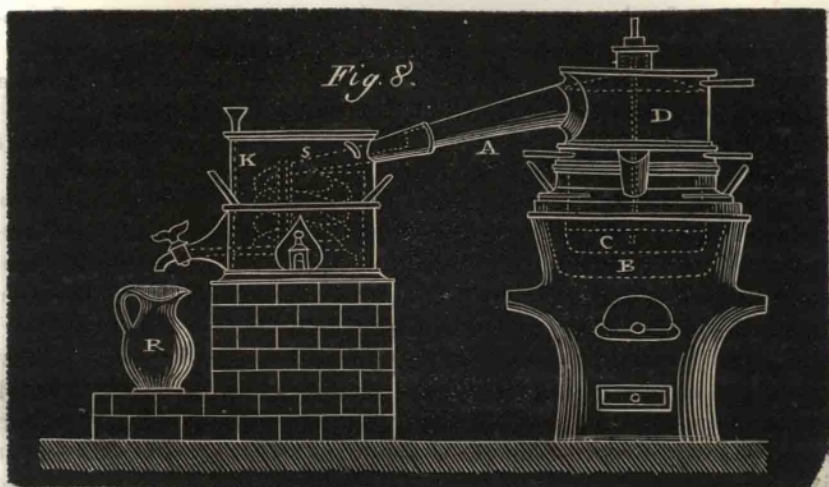
za en el estado sólido, líquido y gaseoso. En estado sólido, constituye el *hielo*, el *granizo* y la *nieve*. En estado líquido es mucho mas abundante, pues constituye los rios, los lagos, los mares, etc.; pero nunca está pura, conteniendo diversas materias, como sal comun, sal de cal, hierro, magnesia, ácido carbónico, sulfuhidrico etc. Cuando la proporcion de estos cuerpos es bastante para obrar en la economía animal, toma el nombre de *agua mineral*; pero si la cantidad de las sales es poco notable, de manera que no puede darle sabor, entonces toma el nombre de *agua dulce ó potable*. Finalmente, en estado de vapor se encuentra en bastante cantidad en la atmósfera.

9. **Medios para reconocer la bondad de las aguas.** Se considera el agua como suficientemente pura y buena para los usos comunes cuando es inodora, agradable al gusto, que disuelve el jabon sin formar cuajarones, y que no da precipitados abundantes por medio de los nitratos de baryta y plata ó del oxalato de amoniaco; y finalmente, cuando haciéndola evaporar desprende al principio de la operacion numerosas burbujas, sin que deje un residuo superior á cuatro decigramas por litro.

10. **Preparacion del agua destilada.** Para obtener el agua en estado de pureza y privada de aire, se destila, sin recoger los productos, hasta haber desperdiciado las 0,04 del agua empleada, y continúa la operacion hasta las $\frac{3}{4}$. En la primera parte se halla carbonato de amoniaco, procedente de las materias animales; en la segunda, por el contrario, ciertas sales que el agua encierra suelen obrar sobre sí y formar productos volátiles de que se carga el agua.

11. **Destilacion.** La destilacion es una operacion que tiene por objeto separar un producto volátil de sustancias que son menos volátiles que él. Hay varios medios de destilacion; pero el principal es

12. **La destilacion por el alambique.** Este instrumento se compone de tres partes, cuya forma ejerce una influencia esencial en el resultado; estas tres partes son: la *cucurbita*, el *chapitel* y el *refrigerante* (figura 8).



La cucurbita C debe tener una superficie dilatada con objeto de conseguir mas fácilmente la evaporización , pues está esta en razon directa de la mayor estension de aquella.

El chapitel D ha sufrido importantes y numerosas modificaciones ; pero hoy se ha reconocido ser el mejor uno pequeño ó simplemente un tubo de cobre encorvado , que se adapte exactamente á la caldera por el extremo mas ancho , ajustando la menor al refrigerante.

Este , conocido en Francia con el nombre de *serpentin* , es la parte destinada á la condensacion de los vapores y á volverles al estado líquido. En un principio era un tubo recto ; pero en el dia está enroscado en espiral y contenido en un vaso K , derramándose el líquido destilado por la llave en el recipiente R.

13. **Bióxido de hidrógeno.—Agua oxigenada.** Este compuesto es líquido , incoloro ó inodoro. Destruye el color de curcuma ; tiene gusto metálico ; produce una picazon en la lengua y espesa la saliva : ataca la piel, la altera y destruye aplicado en capas densas : su tension es mas débil que la del agua. Todos los metales, menos el antimonio , el telurio , el hierro y el estaño , le reducen al estado de agua comun. Muchos ácidos metálicos le descomponen. Los ácidos, por el contrario, le fijan mas.

14. **Usos.** El agua oxigenada se emplea á lo exterior como un escitante muy enérgico , y para restaurar las pinturas antiguas ennegrecidas por el ácido sulfhídrico , en cuyo caso el sulfuro negro de plomo que se ha formado pasa al estado de sulfato blanco.

15. **Acido bórico.—Acido borácico.—Sal sedativa de Hamberg.** Sólido , blanco , inodoro y que enrojece la tintura de tornasol, aunque débilmente. Su peso específico es=4803 A mas alta

temperatura se funde y presenta en cristal incoloro y trasparente. Se volatiliza en el agua hirviendo.

Caractéres esenciales. Se reconoce este ácido disolviéndole en el alcohol, pues comunica á su llama un color verde.

16. Usos. Se emplea para analizar las piedras gemas, y en medicina como calmante y antiespasmódico.

17. Combinaciones del carbono y del oxígeno. El carbono se une con el oxígeno, y forma cinco compuestos, á saber: el *óxido de carbono*, CO ; el *ácido carbónico*, CO_2 ; el *ácido oxálico* C^2O^3 ; el *ácido cocrónico*, C^2O^4 ; el *ácido melítico*, C^3O^5 . Solo hablaremos del mas importante de estos compuestos, que es el

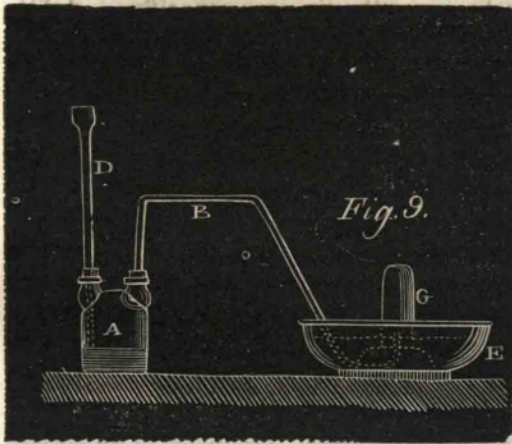
18. Acido carbónico.—Propiedades. El ácido carbónico es un gas incoloro, de sabor acre; su olor produce una especie de cosquilleo: enrojece débilmente la tintura de tornasol, apaga los cuerpos en combustion, y no solo es impropio para la respiracion, sino que asfixia los animales que le respiran. Su densidad es 1,5245; este peso, mayor que el del aire, hace que se le pueda trasvasar como un líquido. A—20 no cambia de estado; pero aumentando la presion liquifica.

A la temperatura ordinaria el agua disuelve vez y media el volumen de este gas; pero aumentando la presion, y disminuyendo la temperatura, puede disolver hasta seis veces su volumen.

19. Estado natural. El ácido carbónico existe en estado de gas: 1.º En el aire atmosférico, y en estado de pureza en muchas grutas (1); 2.º disuelto en el agua y en muchos medicinales; 3.º en combinacion en estado de carbonato con varios óxidos. Se forma ademas constantemente por la combustion del carbon y por la respiracion.

(1) Una de las mas conocidas es la nombrada del *Perro* cerca de Pouzzoles en Italia: contiene ordinariamente una capa de cinco á seis decímetros de gas *ácido carbónico*: por manera que un hombre puede bajar á ella sin peligro; pero un perro se asfixia inmediatamente.

20. **Preparacion.** La creta, los mármoles son carbonatos de cal mas



ó menos puros, que puestos en contacto con ácidos enérgicos, que puede recogerse fácilmente. Para prepararle se toman algunos fragmentos de mármol blanco, se introducen en un frasco de dos tubuluras (figura 9), á una de los cuales se adapta un tubo que va á parar á un frasco de Wolf que contiene un poco de agua ligeramente alcalina: á este frasco está adaptado otro tubo propio para recoger el gas y conducir-

le á una cuba de agua ó mercurio. A la otra tubulura se adapta un tubo con un embudo para introducir por él *ácido hidroclórico* en cantidad suficiente para descomponer el carbonato de cal, y la operacion marcha por sí sola á la temperatura ordinaria.

21. **Usos.** El agua con cinco veces su volúmen de gas ácido carbónico constituye el agua gaseosa, que sirve de base al agua de Seltz artificial, de tan comun uso. Sirve de alimento á las plantas, pues absorve el carbono necesario, descomponiendo este ácido.

22. **Acido silíceo.—Silice.** Bergmann examinó el primero las propiedades de la *silice*, que constituye la base de una gran cantidad de minerales: el cristal de roca, donde se halla pura, las piedras de chispa, los barros, la arena, la ágata, el ópalo etc. El *ácido silíceo* es blanco, pulverulento, insoluble en el agua y en los ácidos: su peso específico 2,66. Infusible al calor de nuestros hornos, solo se funde por medio de la lámpara alimentada con el oxígeno.

23. **De las combinaciones del fósforo y del oxígeno.** Se conocen cinco combinaciones del fósforo con el oxígeno, á saber: el *óxido de fósforo*, el *ácido hipo-fosforoso*, el *ácido fosforoso*, el *ácido fosfático* y el *ácido fosfórico*. Este último, que es el mas importante, se aplica en medicina para hacer limonadas: no tienen usos, por lo cual no nos ocuparemos de ellos.

24. **De las combinaciones del azufre con el oxígeno.** Las combinaciones del azufre con el oxígeno son cuatro: los ácidos *hipo-sulfuroso* y *sulfuroso*, *hipo-sulfúrico* y *sulfúrico*.

25. **Acido sulfuroso.** Es un gas invisible, de un sabor fuerte y desagradable, de un olor picante, *sui generis*, que escita la tos,

estrecha el pecho y sofoca los animales que le respiran. Enrojece la tinte de tornasol, y luego la vuelve amarilla. Su peso específico = 2,234. El calor no le descompone. Una baja temperatura le liquidifica, siendo suficiente para este efecto una mezcla de dos partes de hielo y una de sal comun. Líquido, es incoloro, trasparente, muy volátil, y entra en ebullicion á—10.º Al volatilizarse produce un frio tal, que puede solidificar el mercurio, liquidificar el cloro, el amoniaco y el cianógeno, y hasta solidificar este. El oxígeno no tiene accion sobre este ácido: el hidrógeno y el carbono le descomponen. El agua disuelve 37 veces su volúmen á la temperatura de 20.º, y presion de 0.^m 76. Este gas descompone el ácido sulfuhídrico, de que resulta agua y azufre. El potasio y el sodio le descomponen.

26. Estado natural.—Preparacion. Se encuentra este ácido en las cercanías de los volcanes. Se obtiene frotando el ácido sulfúrico por el mercurio y aplicando calor: el ácido se descompone en oxígeno, que forma con el mercurio un óxido que se une al ácido sulfúrico, produciendo un sulfato de mercurio, y en ácido sulfuroso que se desprende. Este mismo ácido se produce siempre que se quema el azufre al aire libre, siendo por consiguiente el que se desprende cuando se encienden pajuelas.

27. Usos. Se emplea para decolorar los tejidos, blanquear las telas de seda, lana, etc., quitar las manchas de frutas de los lienzos y evitar la fermentacion al cohólica (1); y en medicina suministrado en fumigaciones para las enfermedades de la piel.

28. Acido sulfúrico.—Aceite de vitriolo. Es el mas importante de los ácidos, y fue descubierto por Basilio Valentin, monge y alquimista.

29. Preparacion. El ácido sulfúrico se prepara de dos modos, y segun que se emplea uno ú otro método, se obtienen dos modificaciones distintas, conocidas en el comercio bajo el nombre: 1.º de *ácido de Nordhausen*; 2.º de *ácido de Francia* ó de *Inglaterra*, ó de *ácido sulfúrico hidratado*.

30. El *ácido de Nordhausen* se prepara calentando el sulfato de hierro hasta que perdiendo su agua de cristalización haya pasado al estado de sulfato férrico, se introduce luego en retortas de barro, y se calienta hasta el rojo blanco. A esta temperatura el óxido férrico es abandonado por el ácido que se recibe en un recipiente de cristal adaptado á la retorta. Este ácido contiene dos modificaciones: la anhidro y la hidratada.

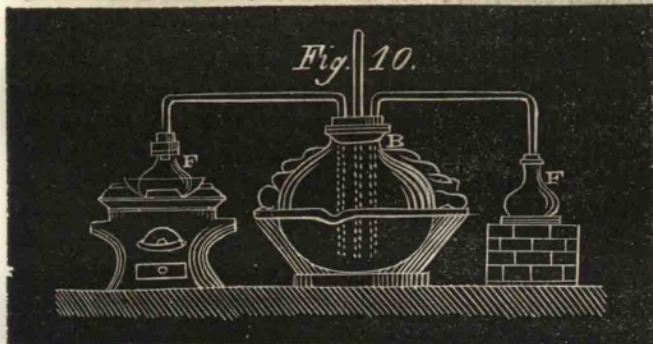
31. Esta es la que se obtiene de la operacion precedente. La *anhidro* se consigue calentando dulcemente la hidratada de Nordhausen en una retorta provista de un recipiente bien seco, produciéndose una masa de cristallitos semejantes al *abesto*.

(1) Con este motivo le emplean á menudo los traficantes de vinos.

32. **Propiedades.** Espuesto al aire, esparge un humo espeso: á + 18 se líquida: á + 20 su densidad es 1,97. A algunos grados mas de su punto de fusion se volatiliza; y tiene una afinidad tan marcada en el agua, que derramando algunas gotas de esta, presenta el mismo fenómeno que si se introdujese en el agua un hierro ardiendo.

33. **Usos.** Este ácido se emplea para disolver el índigo en su preparacion para la tintura de lana conocida con el nombre de azul de Sajonia.

34. *El ácido sulfúrico acuoso inglés ó hidratado (aceite de vitriolo)*



se obtiene en los laboratorios por medio del aparato (figura 10). Consiste en un globo B lleno de aire y cerrado con un tapon con tres agujeros, que dan paso á dos tubos encorvados y á un tubo recto que sirve para introducir

el aire á voluntad: los otros dos comunican con dos redomitas FF, de las cuales, la una desprende deutóxido de ázoe, y la otra gas ácido sulfuroso. Luego que estos dos gases húmedos llegan al globo B, el aire cede su oxígeno al deutóxido de ázoe y le convierte en ácido hiponítrico. Una parte de este ácido se descompone por el ácido sulfuroso, que se convierte en ácido sulfúrico, y que entonces se une con cierta cantidad de ácido nítrico y agua para formar unos cristalitos blancos que se adhieren á las paredes del globo, y que á su vez se descomponen por un exceso de agua, disolviéndose el ácido sulfúrico, y desprendiéndose deutóxido de ázoe y gas hiponítrico, sobre los cuales el aire y el ácido sulfuroso obran de nuevo.

35. En las artes se reemplaza el globo con un cuarto tapizado de planchas de plomo, á donde se dirige el ácido sulfuroso y el óxido de ázoe, que provienen de la combustion de ocho partes de azufre y una de nitro. La mayor parte del azufre se convierte en ácido sulfuroso á espensas del oxígeno del aire, y el resto, combinándose con el oxígeno del ácido nítrico, que queda convertido en bióxido de ázoe, pasa á ser ácido sulfúrico, que se une á la potasa del nitro. El bióxido de ázoe y el ácido sulfuroso, hallando en el cuarto aire y humedad, obran el uno con el otro del mismo modo que en el globo, y forman cristales que se disuelven en el agua que contiene el suelo del cuarto, suelo que está ligeramente inclinado para que pueda correr el ácido sulfúrico. Por este medio se obtiene un líquido de una densidad de 40 á 43.º del areómetro de Baumé. Este ácido no es puro, puesto que contiene agua, ácido sulfuroso y nítrico, y sulfato de hierro, plomo, potasa y cal. Se colo-

ca este líquido en una caldera de platino, y se calienta hasta 66.º, con lo cual se extraen los ácidos nitroso y sulfuroso. El ácido sulfúrico que se obtiene es claro, de una consistencia oleaginosa, en cuyo estado se emplea en las artes; pero para los usos químicos se separa con las sales procediendo á su destilacion.

36. Propiedades. Este ácido es siempre líquido, blanco, inodoro, de una consistencia oleaginosa, enrojece enérgicamente la tintura de tornasol, y su densidad es=1,842. Es un cáustico de los mas violentos, pues desorganiza rápidamente las materias animales y vegetales; por lo cual es tambien un veneno enérgico. A 12.º se congela y cristaliza, á menos que se le mantenga disuelto en agua, en cuyo caso resiste hasta 0.º Calentado poco á poco se dilata, hierve y se evapora sin descomposicion. El oxígeno y el aire no le alteran y solo se apropia su humedad. Aunque el aire le ennegrece, no es efecto suyo, sino de las materias orgánicas que contiene, que se descomponen en agua, que se combina con el ácido, y en carbono, que le da el color negruzco que se observa. El oxígeno, el boro, el carbono, el azufre y fósforo no le descomponen sino á una alta temperatura.

37. El ácido sulfúrico hidratado derramado en el agua se combina con ella, con desprendimiento de mucho calor y disminucion de volúmen. El calor producido es tal, que cuatro partes de ácido y una de agua elevan la temperatura á 105.º Si en lugar de agua se emplea nieve ó hielo en iguales proporciones, la temperatura se elevará mas; pero si se mezclase con proporciones inversas el termómetro baja á -17. Cuando el ácido está disuelto en agua, abandona por el calor un exceso de agua hasta que solo contenga un átomo, en cuyo caso se volatiliza.

38. Los metales le descomponen con facilidad, los unos á la temperatura ordinaria, los otros por medio del calor, de que resultan sulfatos y ácido sulfuroso que se desprende.

39. Usos. Son tantos y tan variados los usos á que se aplica el ácido sulfúrico, que, segun la espresion de M. Dumas, un cuadro exacto del consumo de este ácido en los diversos paises presentaria la medida exacta del desarrollo de la industria general. Los químicos le usan ordinariamente como reactivo, y sirve para la formacion de casi todos los ácidos. Se emplea en la fabricacion de la sosa artificial, del alumbre, en la afinadura de la plata; y por decirlo de una vez, casi todas las operaciones de los laboratorios ó de las manufacturas reclaman directa ó indirectamente su auxilio. Algunas gotas de ácido sulfúrico en un litro de agua constituyen la limonada mineral usada en medicina.

40. Combinaciones del selenio con el oxígeno. El oxígeno con el selenio presenta tres combinaciones: el *óxido de selenio*, el *ácido selenioso* y el *ácido selénico*.