

El ácido carbónico es uno de los productos de la respiración del hombre y de los animales. Si por un tubito de cristal se sopla dentro de una solución limpia de agua de cal, ésta se enturbia prontamente por el carbónico salido de los pulmones.

Aplicaciones.—El ácido carbónico, disuelto en el agua, le comunica un sabor picante y agradable; es el carbónico el que produce la espuma en la sidra,



Fig. 10.—El carbónico es uno de los productos de la respiración.

la cerveza y la champagne. El ácido carbónico se emplea en la fabricación de las aguas gaseosas; existe libre en muchas aguas minerales, que se recomiendan para algunas enfermedades.

Las aguas cargadas de ácido carbónico disuelven en el suelo diversas substancias, tales como la sílice, el fosfato de calcio y el carbonato de calcio, que sirven, en los continentes, para la nutrición de los

vegetales y de los animales, y que transportadas en el Océano proporcionan á los moluscos y á los animales inferiores los materiales necesarios para la formación de su cubierta sólida.

Historia.—En el año de 1648 Van Helmont descubrió el ácido carbónico. Black y Priestley hicieron conocer sus principales propiedades, y en 1776 Lavoisier estudió su verdadera naturaleza y demostró que resultaba de la combinación del carbono con el oxígeno. El estudio completo de la composición del ácido carbónico fué hecho en 1840 por los Sres. Dumas y Stas.

CUESTIONARIO.

Cuáles son las principales variedades del carbón?—Qué aplicaciones tiene el diamante, la plumbagina y la hulla?—En qué se emplea el carbón de madera, el negro de humo y el carbón de retorta?—Cómo se prepara el ácido carbónico y qué propiedades tiene?

EXPLICACIONES DEL PROFESOR.

Los grandes diamantes del mundo.—El descubrimiento del gas de alumbrado.—Guttemberg y la imprenta.—Las pilas eléctricas.—El ácido carbónico de la respiración.—La gruta del perro.—Importancia de una buena ventilación.

CAPITULO IV.

Preparación del hidrógeno.—Harmónica química.—Propiedades del hidrógeno.—Historia.—Aplicaciones.

EL HIDRÓGENO.

Símbolo, H.—*Peso atómico, 1.*—*Densidad, 0.069.*

Preparación.—En un frasco de dos bocas, de un litro de capacidad, colocamos 50 gramos de zinc

cortado en pedazos, y 250 gramos de agua. Cada una de las bocas debe llevar un tapón de goma con un taladro. Por uno de los taponos pasa un tubo de seguridad, el cual debe penetrar en el agua, y por el otro tapón pasa un pequeño tubo encorvado en ángulo recto que no penetra en el agua. De este tubo sale un tubo de goma que va á dar á una cuba con agua donde está un frasco invertido lleno del mismo líquido que es donde se va á recibir el gas.

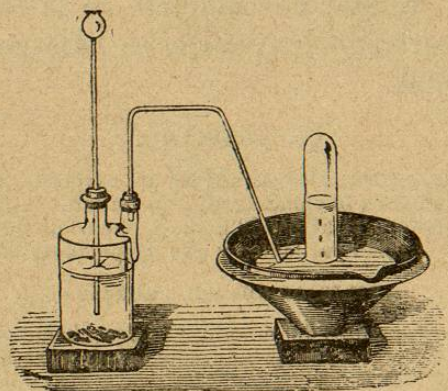


Fig. 11.—Preparación del hidrógeno.

Una vez dispuesto así el experimento y cuidando de que los tapones estén bien apretados para evitar cualquier escape, se empieza á verter *poco á poco* 50 gramos de ácido sulfúrico concentrado. Esta operación hay que hacerla con precaución, pues siempre que se mezcla ácido sulfúrico con agua, se eleva mucho la temperatura; así es que vertida una corta cantidad del ácido, se deja pasar un rato y después se vierte otra pequeña cantidad.

Tan pronto como caen las primeras gotas de ácido, se observa una viva efervescencia, es decir, que se desprenden numerosas burbujas del fondo del líquido, muchas de las cuales se depositan sobre los pedacitos de zinc. Se observa también que el agua toma un color blanquecino y que la temperatura del frasco se eleva progresivamente. Todos estos fe-

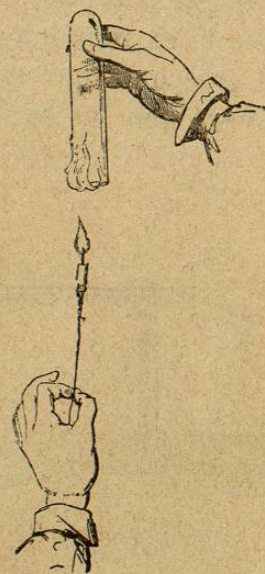


Fig. 12.—El hidrógeno es combustible.

nómenos deben observarse con atención. Si la extremidad del tubo de goma está sumergida en el agua de la cuba, se verán salir burbujas que atraviesan el agua. Como se comprenderá fácilmente, estas burbujas son de aire mezclado con hidrógeno, así es que no deberán recibirse, sino que hay que dejar

desperdiciar una buena cantidad de gas. Para saber si el gas desprendido ya no está mezclado con aire, se recibe en una pequeña probeta llena de agua. Una vez que la probeta está llena de gas, se saca del agua verticalmente y se le acerca á la boca una velita encendida; si se escucha una detonación, el gas todavía está mezclado con el aire; si no se escucha la detonación, el gas está puro. Convencidos ya de esto, se introduce la extremidad del tubo de goma en la boca del frasco en que se va á recibir el gas y entonces se verá que las burbujas gaseosas,

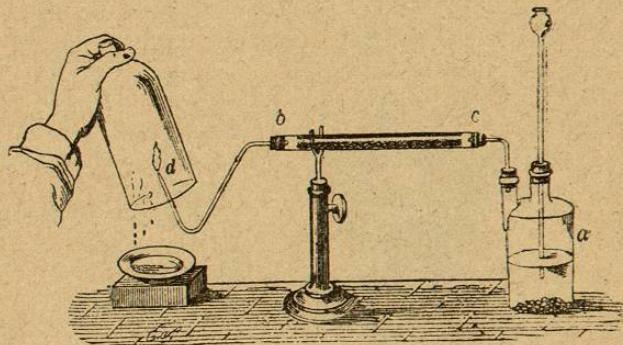


Fig. 13.—El hidrógeno al arder produce agua.

por su menor densidad, van á ocupar la parte superior del frasco, desalojando progresivamente el agua. El gas que hemos recogido se llama hidrógeno, carece de color, olor y sabor.

Siendo menos denso que el agua, tenemos que sacar el frasco verticalmente y boca abajo para hacer nuestros experimentos. Si introducimos dentro del gas una vela encendida, se apaga; pero en cambio

el gas arde, siendo su flama sumamente pálida, al grado de que al hacer el experimento en una pieza iluminada, la flama no se ve, pero al extraer la vela vuelve á encenderse, lo que demuestra que el gas se había quedado ardiendo. El hidrógeno es, pues, un gas combustible.

Experimento.—Cámbiese el tubo en ángulo recto por un tubo derecho terminado en punta y enciéndase el gas. Si en seguida se rodea la flama con un tubo cilíndrico de cristal ó porcelana, se escuchará un sonido musical, algunas veces muy intenso, que se debe á las vibraciones producidas por la sucesiva condensación y dilatación de la masa gaseosa contenida dentro del tubo. Este experimento se conoce con el nombre de *harmónica química*.

Propiedades.—El hidrógeno es un gas sin color, olor ni sabor; su densidad á 0° y bajo la presión de 0^m76 es de 0.069 con respecto al aire; es el menos denso de todos los gases; es muy poco soluble en el agua. Ha sido posible licuarlo á la presión de 99 atmósferas y á la temperatura de menos 174°.

Explicaremos ahora las reacciones que se verifican en la preparación del hidrógeno. El zinc descompone al agua en presencia del ácido sulfúrico, combinándose con el oxígeno para formar óxido de zinc, y dejando al hidrógeno en libertad. El óxido de zinc se combina con el ácido sulfúrico y forma sulfato de zinc, el cual, por estar muy dividido y ser insoluble en el agua, da á ésta un color blanquecino.

Historia.—Paracelso, célebre químico que vivió

en la primera mitad del siglo XVI, había observado la efervescencia que se manifiesta cuando se pone agua y aceite de vitriolo (ácido sulfúrico) en contacto del fierro. Sabía que se desprendía un gas y aseguraba que este gas era uno de los elementos del agua. Un siglo más tarde, Roberto Boyle llegó á recoger el gas producido por la reacción del fierro, del agua y del ácido sulfúrico; pero no se imaginó que se trataba de un cuerpo simple, diferente del aire. En los primeros años del siglo XVIII el químico Lemery inflamó el hidrógeno que salía del frasco en que se producía. Fué hasta 1766 cuando el célebre químico inglés Cavendish se dedicó al estudio de este gas, el que preparaba disolviendo zinc en ácido sulfúrico diluído con agua, procedimiento que se emplea todavía en los laboratorios.

Aplicaciones.—En virtud de su extremada ligereza, el hidrógeno se emplea para llenar los globos aerostáticos, habiendo sido el físico francés Charles el que primero hizo esta aplicación en 1783.

Se emplea también en el soplete oxhídrico para poner incandescente un cilindro de cal; el hidrógeno se usa para fundir el platino, la plata y el oro, y para soldar las planchas de plomo sin interposición de metal extraño.

CUESTIONARIO.

Cómo se prepara el hidrógeno?—Qué fenómenos se verifican al contacto del zinc con el ácido sulfúrico?—Al arder el hidrógeno, qué cuerpo se produce?—En qué consiste el experimento de la harmóni-

ca química?—Quién descubrió el hidrógeno?—Qué aplicaciones tiene este gas?

EXPLICACIONES DEL PROFESOR.

Análisis del agua.—Importancia de que este líquido sea abundante en las ciudades.—Condiciones que requiere el agua para ser potable.—La invención de los globos.—Importancia que han tenido los globos en los descubrimientos científicos.—Los globos sondas.

CAPITULO V.

Metales.

METALES MÁS IMPORTANTES.

Caracteres de los metales.—La maleabilidad, la ductilidad, la tenacidad y la dureza.

Los metales.—Según indicamos ya, los metales son cuerpos simples dotados de un reflejo particular que se llama brillo metálico; son buenos conductores del calor y de la electricidad, y combinándose con el oxígeno húmedo forman cuerpos llamados hidratos.

La gran mayoría de los metales son sólidos, hay uno líquido que es el mercurio y algunos (aunque pocos) son gaseosos, como el hidrógeno, el helium y el coronium, estos dos últimos descubiertos hace poco tiempo por el químico inglés Ramsay, uno de los descubridores del argón.

Todos son opacos si se les considera en láminas de cierto grueso; mas si se reducen á hojas muy delgadas, dan paso á la luz. Si se pega una hojita de oro en un cristal y se mira al través, la luz que atraviesa la hoja es verde.

Se dice que un metal es maleable cuando se extiende en láminas delgadas al golpe del martillo ó del laminador. El oro, la plata, el aluminio y el cobre, presentan en alto grado esta propiedad.

Metales dúctiles son aquellos que se pueden reducir á hilos muy finos; el oro es el metal más dúctil; después siguen la plata, el platino, el aluminio y el hierro.

Tenacidad es la resistencia que los metales oponen á romperse por la acción de un peso. Se mide colgando en los extremos, libres de alambres del mismo diámetro, fijos verticalmente, unos platillos en los que se van poniendo pesos hasta que el alambre se rompa.

La dureza es la resistencia que ofrecen los metales para ser rayados. El cromo es tan duro que puede rayar al vidrio; el manganeso raya al acero templado; el plomo puede ser rayado con la uña y el potasio es tan blando que puede ser aplastado entre los dedos.

Muchos son los metales; pero aquí sólo vamos á ocuparnos de los más notables.

Hierro.—El hierro es un metal precioso para el hombre, porque desempeña el papel más importante en la industria.

No hay otro metal cuyos compuestos sean tan variados y tan abundantes en el seno de la tierra. Se le encuentra en todo el globo, pero jamás al estado nativo, pues aun cuando se creía que los aerolitos contenían hierro puro, se ha visto que se encuentra

ligado con otros metales, principalmente con níquel, cromo y cobalto.

Los minerales de hierro más comunes son los óxidos, los sulfuros, los carbonatos, los fosfatos, los silicatos y los sulfatos.

La extracción del hierro es una de las operaciones más laboriosas de la metalurgia.

Para reducir los óxidos ó el carbonato, se vale uno de la propiedad que tiene el carbón de quitar el oxígeno á los metales llevados á una temperatura muy elevada; generalmente se sirve uno del carbón de madera ó del coke.

Se emplea el hierro bajo tres formas: hierro forjado, hierro colado y acero.

La densidad del hierro forjado es de 7.9 próximamente. Es un metal muy tenaz, dúctil y maleable. El hierro reducido á hojas se llama *lámina*. Una lámina cubierta con una capa de estaño forma la hoja de lata, y cubierta de una capa de zinc constituye el hierro galvanizado.

El hierro tiene innumerables aplicaciones.

Zinc.—Los principales minerales de zinc son la *calamina* y la *blenda*. La calamina es carbonato de zinc y la blenda es sulfato de zinc.

El zinc es un metal de color blanco azulado; su densidad varía de 6 á 7. El zinc del comercio es quebradizo á la temperatura ordinaria, se funde á 410°, y calentado al contacto del aire, arde con una llama verde y se volatiliza, formando un óxido que se eleva y cae en forma de copos blanquecinos.

El zinc se disuelve en el óxido clorhídrico diluido, produciendo hidrógeno.

El zinc tiene muchos usos. Se le emplea en la construcción de techos, tinajas, estanques; sirve para preparar el hidrógeno y para la construcción de pilas eléctricas. No es conveniente emplearlo en la fabricación de utensilios de cocina, porque podría formar compuestos venenosos con algunos ácidos vegetales.

El zinc mezclado con el cobre forma la liga que se conoce con el nombre de *latón*.

Se prepara con zinc un color blanco poco peligroso de manejar, que se emplea ventajosamente en lugar del albayalde; no ennegrece tan pronto como éste y es mucho menos venenoso.

Estaño (Sn.)—El estaño se asemeja mucho al plomo; es gris, puede ser rayado con facilidad, pero no se corta tan fácilmente como el plomo. El estaño recién cortado tiene el brillo de la plata; cuando se dobla una barra de estaño se oye un crujido particular que se llama *grito del estaño*, y que es debido al roce de los cristales unos con otros.

El estaño sirve para hacer soldadura para los metales. Dicha soldadura es una liga de estaño y plomo que se funde fácilmente al contacto de un *soldador* caliente. El estaño reducido á hojas muy delgadas sirve para envolver chocolate, puros, etc. Entra también el estaño en la fabricación de la hoja de lata; las cacerolas de cobre se cubren de una capa

de ese metal para evitar la formación de compuestos venenosos.

El estaño se encuentra en la naturaleza como bióxido y protosulfuro. Las minas más abundantes se encuentran en Inglaterra y en las Indias. Tiene por densidad 7.29 y se funde á 228°.

Cobre (Cu.)—El cobre es, después del fierro, el metal que más empleo tiene en las artes.

El cobre es conocido y usado desde la más remota antigüedad á causa de su abundancia, de su bello color rojo, su brillantez y su maleabilidad.

Es muy fácil trabajar el cobre con el martillo; pero tiene dos gravísimos inconvenientes: no se funde sino á 1.092° y se solidifica casi en el momento de entrar al molde.

El cobre se encuentra al estado nativo en muchísimos lugares del globo; es un metal muy brillante, muy dúctil y muy maleable; su densidad es de 8.78. El cobre se oxida en el aire húmedo y se cubre de manchas verdosas de carbonato de cobre ó *cardenillo*.

Los principales minerales de cobre son el óxido, el carbonato y el sulfuro. El carbonato recibe el nombre de *malaquita* y sirve para fabricar copas, estatuitas y otros objetos de arte.

El cobre tiene muchos usos. Unido al estaño forma la liga llamada *bronce*.

Plomo (Pb.)—El plomo es conocido desde tiempo inmemorial; lo que se explica fácilmente por la abun-

dancia de sus minerales y por la facilidad con la cual se le puede extraer.

Los minerales de plomo más comunes son el sulfuro, el fosfato, el arseniato, el sulfato y el carbonato.

Es un metal gris azulado, dúctil, maleable y muy blando. Cuando se le frota sobre un papel, deja una huella gris.

Su densidad es de 11.35 y se funde á 335°.

Numerosísimos son los usos del plomo. Ligado con el estaño forma la *soldadura de los plomeros*, y ligado con el antimonio sirve para la fabricación de los tipos de imprenta.

Mercurio (Hg.)—El mercurio es el único metal líquido á la temperatura ordinaria. Es blanco, brillante, se solidifica á -39° y hierve y se volatiliza á 350° .

El mercurio tiene por densidad 13.6, es decir, es tres veces y media más pesado que el agua en igualdad de volumen.

Expuesto al aire el mercurio absorbe una pequeña cantidad de oxígeno y se cubre de una película gris de protóxido de mercurio.

El ácido nítrico ataca al mercurio y lo convierte en nitrato.

El mercurio se encuentra algunas veces en el estado nativo; pero principalmente se halla al estado de *cinabrio* ó sulfuro.

El mercurio se emplea en los laboratorios de química para recoger los gases solubles en el agua; en-

tra en la construcción de multitud de instrumentos de física, como barómetros, termómetros, manómetros, etc.; sirve para la extracción del oro y de la plata, y forma parte de varias ligas llamadas *amalgamas*, como la que sirve para los espejos.

Plata (Ag.)—Este metal se encuentra al estado nativo y al estado de combinación en una multitud de minerales.

Entre estas combinaciones citaré el sulfuro, el cloruro, el bromuro, el ioduro y el seleniuro.

Los minerales de plata, exentos de plomo, se tratan por un método particular llamado *amalgamación*, porque se funda en el empleo del mercurio, que disuelve la plata, y se forma una amalgama de plata que después se descompone por medio del calor. La plata es el más blanco y más brillante de todos los metales usuales. Después del oro, es el más maleable y el más dúctil. Su densidad es de 10.5. Se funde á $1,000^{\circ}$, y fundida, presenta la particularidad de disolver el oxígeno, al cual abandona al solidificarse de nuevo.

La plata es inalterable al aire.

Las sales de plata se descomponen por la acción de la luz, lo que hace que tengan mucho uso en el arte de la fotografía.

Oro (Au.)—El oro es un metal que fué conocido desde la más remota antigüedad. Se le encuentra al estado nativo en filones ó vetas, y en algunas arenas. Hállasele también combinado con la plata, el cobre y el telurio.

El oro se extrae de las arenas auríferas por medio de lavados que arrastran las partículas más ligeras que el oro y éste va quedando en unas tinas, de donde se le recoge sirviéndose del mercurio. Se forma una amalgama que se descompone por el calor como en el caso de la plata.

El oro, en estado de pureza, tiene un hermoso color amarillo. Reducido á hojas muy delgadas se vuelve translúcido y deja pasar una luz verde. Su densidad es igual á 19.5. Es el más maleable y el más dúctil de todos los metales. Se funde á 1,200° y se volatiliza á una temperatura más elevada, dando un vapor verde.

Es inalterable al aire. Los ácidos más enérgicos no tienen acción sobre él y sólo se disuelven en el *agua regia*, que es una mezcla de ácido clorhídrico y ácido nítrico.

La principal aplicación del oro, la plata y el cobre, es la fabricación de monedas.

Platino (Pt.)—El platino es un metal blanco agrisado, dúctil, maleable y muy tenaz. No puede ser fundido por el fuego de fragua, sólo al calor desarrollado por el soplete oxhídrico ó entre los polos de una pila enérgica.

Los ácidos sulfúrico, clorhídrico y nítrico, no ejercen acción sobre el platino; pero el agua regia lo disuelve, formando un tetracloruro de platino. El cloro lo ataca, pero lentamente.

El platino se presenta también bajo la forma de una masa esponjosa, opaca, agrisada, que se llama

esponja de platino, y que tiene la propiedad de condensar los gases y los vapores combustibles.

El platino existe al estado nativo, diseminado, como el oro, en las arenas y terrenos de aluvión antiguos. Principalmente se le halla en Colombia, el Brasil, la Siberia y los Montes Urales. Se encuentra mezclado con oro, paladio, rodio, iridio, etc.

El platino tiene por densidad 21.5.

CUESTIONARIO.

Qué propiedades tiene el hierro, el zinc, el estaño, el cobre, el plomo, el mercurio, la plata, el oro y el platino?

EXPLICACIONES DEL PROFESOR.

Enséñese á los alumnos ejemplares de esos metales, é insístase sobre sus principales aplicaciones.—Las monedas mexicanas.—Ley de la moneda de plata en México.

CAPITULO VI.

El vestido.

Las prendas de vestuario nos sirven para defender nuestro cuerpo de las inclemencias de la atmósfera.

La naturaleza, siempre pródiga, dotó á animales como el perro, el gato, de abrigador pelaje; revistió á las aves de plumas y, en general, cuidó de favorecer con abrigos á todos aquellos seres cuyos cuerpos conservan siempre una temperatura constante; pues hay animales, como los reptiles, cuya temperatura cambia con la del aire, y éstos no necesitan tener abrigada la piel.