

CARTILLAS CIENTÍFICAS

NOCIONES DE QUÍMICA

POR

H. E. ROSCOE

PROFESOR DE QUÍMICA EN EL COLLEGE OWENS DE MANCHESTER.
AUTOR DE "EL ANÁLISIS ESPECTRAL," "LECCIONES
DE QUÍMICA ELEMENTAL," ETC.

CON LÁMINAS

NUEVA YORK

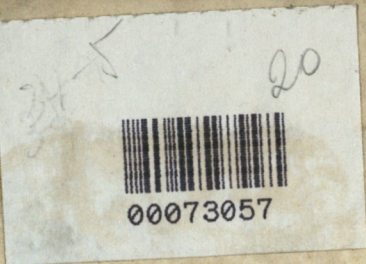
D. APPLETON Y CÍA., LIBREROS-EDITORES

ANGEL STRADA

AGENTE GENERAL PARA LA ARGENTINA

Buenos Aires, Bolívar

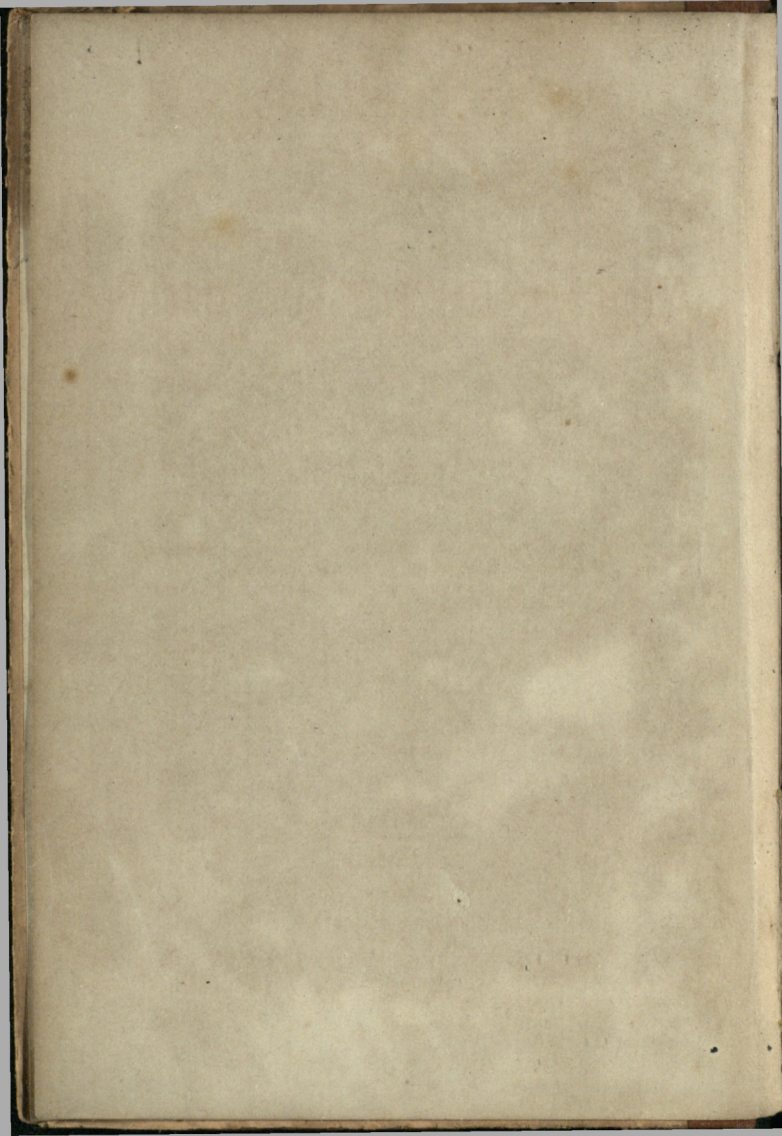
d. Sarandí, 177



CARTILLAS CIENTÍFICAS, *compuestas*
por los Profesores HUXLEY, ROSCOE, y
BALFOUR STEWART

II

NOCIONES DE QUÍMICA



684
CARTILLAS CIENTÍFICAS

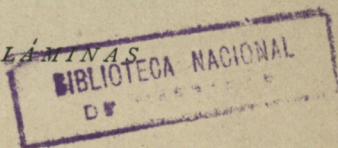
~~476~~
NOCIONES DE QUÍMICA²⁹

POR

H. E. ROSCOE

PROFESOR DE QUÍMICA EN EL COLEGIO OWENS DE MANCHESTER,
AUTOR DE "EL ANÁLISIS ESPECTRAL," "LECCIONES
DE QUÍMICA ELEMENTAL," ETC.

CON LÁMINAS



NUEVA YORK

D. APPLETON Y COMPAÑÍA

549 BROADWAY 551

1880

102x152

481

COPYRIGHT BY
D. APPLETON & COMPANY,
1879.

DOS CARTAS QUE PUEDEN SERVIR DE PRÓLOGO.

NUEVA YORK, *Octubre 28, de 1876.*

SR. DR. DON G. RAWSON.

Muy Señor nuestro: Muchos Profesores, de los países hispano-americanos, nos han manifestado el deseo de ver publicadas en castellano las obritas que forman la coleccion de los "Science Primers" (Cartillas Científicas), tan populares en este país y en Inglaterra.

Como nadie mejor que V. puede juzgar si dichos trataditos convendrían para aquellas escuelas, le estimaríamos á V. se sirviese examinar los tomos que nos tomamos la libertad de enviar á V., y comunicarnos su opinion.

Rogamos á V. se digne disimular la molestia ; y quedamos, con la mas distinguida consideracion, de V. SS. y atentos SS. y affmos. amigos,

D. APPLETON Y CA.

NUEVA YORK, *Nov. 8, de 1876.*

SRES. D. APPLETON Y CA.

Muy Señores míos: Los nombres de los distinguidos Profesores bajo cuya direccion se han preparado y publicado los libros de ciencia elemental acerca de los cuales se sirven Vds. pedirme opinion, bastan para recomendarlos: sin embargo, he querido examinar por mí mismo los tres que me remi-

ten, y que son parte de la coleccion, para poder contestar á Vds. con mi propio juicio.

Puedo afirmar, Señores, que rara vez se ven consignados en tan breve espacio y con tanta simplicidad los principios rudimentarios de una ciencia. La precision y claridad de las definiciones, y la sencillez, facilidad y eficacia de los experimentos sugeridos, nada dejan que desear para su objeto. Creo, pues, que la publicacion en español de estas cartillas científicas, como Vds. las llaman, será un servicio importante para los pueblos que hablan esa lengua, y particularmente para las Repúblicas Sud-Americanas. La teoría de que la instruccion científica debe comenzar en la escuela primaria para desenvolverse en los grados ascendentes de la enseñanza, está prácticamente adoptada en los programas de educacion comun en la República Argentina, y tal vez en algunas de las otras de Sud-América: de suerte que la publicacion que Vds. intentan va á servir directamente para una necesidad ya sentida.

Agregaré que estimo en tanto el mérito de estos libritos, como elementos de ciencia popular, que me permito anunciarles favorable acogida, no sólo en las escuelas sino tambien en las familias, entre las cuales pueden difundir los útiles conocimientos y el espíritu de investigacion que ellos encierran.

Contestada así la carta que se han servido Vds. dirigirme, quedo, con toda consideracion,

De Vds. atento Servidor,

G. RAWSON.

UN JUICIO INTERESANTE SOBRE LAS “CARTILLAS CIENTÍFICAS.”

CARTA DEL SR. P. GROUSSAC,
DIRECTOR DE LA E. NORMAL NACIONAL DE TUCUMAN.

Mayo 16 de 1879.

SEÑOR D. ANGEL ESTRADA,

Agente General de los Sres. D. APPLETON Y CA.

Estimado señor y amigo: La lectura de los nuevos textos suele ser para mí un deber penoso : le doy las gracias por haberme proporcionado una tarea agradable.

Una de las obras que me ha mandado, es debida al profundo investigador de la “*Conservacion de la energía*”; el autor de la segunda es el sucesor, el heredero intelectual de Cobden, en Manchester. Además, los editores norte-americanos ostentan en la primera página, á guisa de premio honorífico, el *satisfecit* del Dr. Rawson. En tales condiciones, la aprobacion de un desconocido tiene algo de impertinente.

Sin embargo, no se trata aquí tanto del mérito absoluto de aquellas obras, cuanto de su adaptacion á nuestra enseñanza. Puedo entónces dar mi opinion, como lo haria un trabajador acerca de la calidad de sus herramientas.

Mi primera impresion es envidiar la suerte de los niños de hoy ; tan diferente de la nuestra !

Desde que Pestalozzi declaró sagrados los instintos naturales, y de valor inapreciable para la educacion el misterioso aletear de las facultades infantiles,—artistas y pensadores procuraron á porfía, hacerles cada vez más suaves y floridas las sendas del saber.

En tiempos pasados, se azucaraba la ciencia *ad usum Delphine*. La edicion destinada á un Luis de Francia, inepto y rudo, costó cuatrocientas mil libras : entre tanto morian los hijos de los pobres sin conocer más libro que el misal, cuyas tapas les era dado contemplar una vez por semana, en misa.

Hoy, son nuestros *delfines* todos los hijos del pueblo—y por centenares de millones se cuentan las sumas anualmente invertidas en su educacion.

Libros lujosos, mapas, grabados, colecciones, llenando escuelas alegres que parecen hogares, y universidades que parecen palacios ; métodos luminosos y fecundos ; tratados clásicos interesantes como cuentos de hadas ; juguetes que son maravillas del arte ; aparatos científicos cien veces más divertidos y sorprendentes que juguetes : todo eso dado gratuitamente, nos parece apenas suficiente, y cuando aún así se resisten á ilustrarse, culpamos á nuestros textos y aparatos de áridos é imperfectos.

Grandes talentos coronan su gloriosa existencia, dedicándoles las sabrosas producciones de su otoño : Guizot y Michelet les enseñan historia, y Hugo, el viejo luchador, enseña *el arte de ser abuelo*....

Hé aquí ahora que Huxley, Jevons, Spencer, Stewart, Roscoe—una pléyade de pensadores—abandonan sus laboratorios para dedicarles los “Cuentos del hogar” de la ciencia.

En verdad, lo repito, nuestros hijos han llegado á buena hora !

No hemos sido quizás ménos queridos que ellos—pero seguramente hemos sido ménos respetados.

De ese respeto profundo por el niño (*puero reverentia*), son nuevo testimonio las dos “cartillas científicas” que tengo á la vista : excelentes—bajo cualquier aspecto que se las examine. La impresion esmerada, los grabados, hasta el papel algo sombreado : todo está calculado sábiamente y ejecutado como por esos inventores del *comfort*. La traduccion no se parece, ni mucho ménos, á esas garzales de barbarismos de tantos textos clásicos : es correcta y hasta elegante.

El estilo es perfecto : refleja el objeto descrito con la exactitud luminosa de un espejo. Ha escrito Taine que Thiers era capaz de hacer entender la Economía Política á un muchacho iletrado : Jevons ha resuelto el problema.

Creo poder afirmar que en nuestra escuela de aplicacion, con el texto de Jevons y la explicacion oral de un profesor medianamente inteligente, los niños de doce á catorce años llegarán á *saber*, á *comprender* las leyes económicas más culminantes.

De las doctrinas no hay que hablar. Jevons ha sucedido á Ricardo Cobden en el Ateneo de Manchester, cuna de la gran liga libre-cambista : en ese emporio industrial donde todos los coeficientes de la riqueza son cuestiones vitales, sometidas al exámen escrupuloso y al diario experimento.

Será tal vez conveniente omitir en nuestras escuelas, los capítulos referentes á las huelgas y salarios,

que dan la solucion de un problema social (exceso de poblacion) exactamente opuesto al que tenemos que resolver.

Las "Nociones de Física" no son ménos dignas de encomio. Puede decirse que Balfour Stewart se ha mostrado inventor en la simplificacion. Modelos de exposicion científica y de sagacidad son las explicaciones y experimentos acerca de las fuerzas naturales.

Sólo los sábios de esa talla saben inclinarse y ponerse á nivel de las frentes infantiles.

Sé que los tratados subsiguientes están concebidos en el mismo espíritu y confiados á hombres no ménos ilustres.

Ved ahí realizado el deseo de Herbert Spencer : la introduccion de la enseñanza científica en la escuela primaria. La ciencia, "*que es el saber más útil,*" segun este pensador inglés, no será ya para los pequeños, un misterioso palacio inaccesible, cuyas ventanas alumbradas están más arriba que el vulgo á quien deslumbran sin utilidad. Ahora, las puertas se abren para los profanos, y las ventanas se bajan á su nivel.

Ese mundo de elaboracion humana, formado con los elementos del mundo de Dios, y parecido á éste, como el bosquejo del aprendiz al cuadro sublime del gran maestro, sirve para admirar más al segundo y comprenderlo mejor. El péndulo del reloj ha servido para dar la mejor demostracion del movimiento diurno ; la causa de los vientos no ha tenido demostracion más clara y grandiosa que el túnel del Mont-Cenis. En este siglo, no hay más

explicacion satisfactoria que la científica. Sin referirme á las grandes conquistas científicas, que deberia ser vergonzoso emplear diariamente sin comprenderlas,—¡ cuántos experimentos efectuamos ciega y maquinalmente, en un solo dia y sin salir de nuestra casa !—La tuerca del péndulo que se levanta para apurar al reloj perezoso ; las gotas que resbalan en verano á lo largo del botellon de agua *frappée* ; el terron de azúcar que embebe la gota de café : hé aquí tres incidentes diarios que por vulgares no llaman la atencion. Sin embargo, el primero contiene la inmensa teoría del centro de gravedad ; el segundo revela el misterio del rocío, y el tercero obedece á la misma ley que el fenómeno fisiológico de la absorcion. Me atrevo á creer que muchos padres de familia, áun de los que van á la Bolsa y á la Ópera, no darian de aquellos hechos una explicacion satisfactoria á un niño curioso y pregunton.

En adelante, los niños que no pasen por las universidades, no llegarán á hombres sin conocer algo de la naturaleza y de la humana labor : no habrá, por ejemplo, estancieros que acepten resignados la influencia despótica de la luna nueva sobre nuestra atmósfera, ó negociantes que ignoren la periodicidad decenal de las crisis comerciales.

Las nociones científicas adquiridas en la escuela no son ménos importantes para los futuros estudiantes de enseñanza secundaria y superior : desde luégo se diseñarán las aptitudes ; la eleccion de la carrera será ménos librada al acaso y al capricho,—pudiendo así aplicarse con provecho, el principio

económico de la division del trabajo segun la adaptacion personal.

La iniciacion temprana en la ciencia, la familiaridad de sus hechos culminantes facilita sobremanera su completa adquisicion ulterior.

Creo firmemente que para surcar el desierto de la ignorancia, debe el educacionista imitar á los grandes canalizadores del istmo de Suez. Abrióse primero, de Port-Saïd al Serapeum, una acequia estrecha que facilitó el trasporte del enorme material y fué como el vivo trazado del futuro canal de cien metros de ancho; tomándose así un *avant-goût* de los beneficios que la obra colosal reportaria, y de los obstáculos que el genio del hombre habria de vencer.

En el primer pedido de textos que formule para esta escuela de Aplicacion, tendré la satisfaccion de incluir las "*Cartillas científicas*."

Felicito por tal iniciativa al hombre de estudios que hay en V. bajo el hombre de negocios, y me repito

S. S. S. y affmo. amigo—

P. GROUSSAC.

ADVERTENCIA DEL AUTOR

AL dar á luz las Nociones de Química y de Física, sus autores se han propuesto exponer los principios fundamentales de esas ciencias de un modo adecuado á la inteligencia de los principiantes de pocos años.

Persuadidos de que, al preparar dichos tratadillos, la mira que importaba llevar, más bien que de comunicar conocimientos, era la de desarrollar el entendimiento poniéndolo en contacto íntimo con la naturaleza misma,—sistema hasta hoy poco empleado,—han dispuesto para ello una serie de experimentos propios para revelar las grandes verdades de ambas ciencias.

El maestro ejecutará esos experimentos á la vista de los niños, con lo cual logrará despertar y robustecer en éstos las facultades de observacion ; y entablará, al fin de cada leccion, un cuestionario riguroso, con objeto de averiguar la cantidad y exactitud de los conocimientos adquiridos por la clase y de multiplicar los mismos hasta donde sea posible.

NOCIONES DE QUÍMICA

FUEGO—AIRE—AGUA—TIERRA

1. *Hé aquí cuatro cosas que todos conocemos ; veamos lo que nos enseña la ciencia acerca de ellas.*

El estudio de estas cosas forma parte del de la naturaleza ; ellas se encuentran en la naturaleza ó mundo visible que nos rodea ; allí es donde aprendemos lo que son, y allí podemos tocarlas y examinarlas. Esta manera de estudiar los objetos de la naturaleza tocándolos y examinándolos se llama *experimento* ; y es experimentando y observando que se adquieren cuantos conocimientos poseemos acerca de lo que pasa en torno nuestro. Averiguar y explicar lo que tiene lugar cuando arde el *fuego*, cómo es que el *aire* hace arder el fuego ó ayuda las plantas á crecer, de qué se compone el *agua*, é instruirse acerca de las muchas sustancias que pueden sacarse de la *tierra* son cosas todas que corresponden á la *ciencia química*. Tratemos de obtener algunas nociones acerca de tan interesantes asuntos ; recordando primero que en la *Cartilla Preliminar* hemos visto lo que quieren decir las vo-

ces *sólido*, *líquido* y *gas*. La *tierra* sobre que vivimos es un sólido ; el *agua* que corre por la superficie de la tierra, es un líquido ; y el *aire* que rodea la tierra, es un gas. Habéis aprendido ya algunas de las propiedades comunes de la tierra, el agua y el aire ; es preciso dedicaros ahora á conocer más á fondo estas cosas, á fin de saber de qué se componen, y cómo pueden obtenerse sus diferentes partes. Pero en vez de estudiar primero la composición química del aire, el agua y la tierra, empecemos por la del *fuego*, acerca del cual aún poco habéis aprendido.

CAPÍTULO I

FUEGO

2. ¿ *Qué sucede cuando arde una cerilla ó una vela ?*

Tanto la cera como la mecha van desapareciendo á medida que arde la cerilla, y finalmente todo queda consumido—mecha y cera. ¿ Qué se ha hecho la cera ? ha desaparecido. ¿ Se ha perdido ? Para nuestra vista, ciertamente que se ha perdido ; pero así se pierde tambien el buque al entrar en alta mar, y sin embargo sabemos que aún existe el buque, por más que nosotros no podamos verlo ; y un terron de azúcar, al parecer, se pierde en una taza de café, aunque nos consta que no está perdido en realidad, pues que está dulce el café. Ahora bien, hay que buscar la cera de nuestra cerilla de otro modo ; hay que pedir á la naturaleza nos diga dónde está ; y se verá siempre, que si se hace la

pregunta en la debida forma, recibiremos una respuesta clara y terminante. Es preciso hacer un *experimento*; y si se hace cual corresponde, jamas dejarán de obtenerse los informes apetecidos.

EXPERIMENTO 1°.—Encendida nuestra cerilla, introduzcámosla en un frasco de vidrio, bien limpio, que tenga el cuello angosto; al cabo de algunos minutos se notará que la llama va siendo cada vez más pequeña, y que al fin se apaga. Esto es lo primero que hay que observar. Averigüemos ahora *por qué* se apaga la cerilla; y para ello veamos si el aire actualmente contenido en el frasco, se halla en el mismo estado que ántes de haberse introducido aquella. Echemos

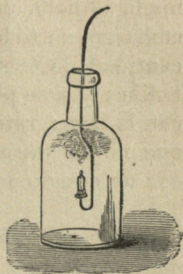


FIG. 1.

primero un poco de agua clara de cal* en un frasco lleno de aire dentro del cual no haya habido cerilla encendida, y despues en el frasco en el cual hemos quemado la nuestra. Al punto se observará la diferencia. Permanece clara el agua del primer frasco, miéntras que la del segundo se vuelve lechosa en el acto; lo cual hace ver que el aire ha experimentado cierto cambio por la combustion de la cerilla. Este color lechoso no se debe á otra cosa que á la creta que se encuentra en el agua, y la creta se compone de *cal* y *ácido carbónico*. Lo mismo que el aire comun, el ácido carbónico es un

* Obtiénese poniendo un pedazo de cal viva en agua, sacudiendo ésta y dejándola hasta que vuelva á quedar clara.

gas incoloro é invisible ; pero, aunque no podemos percibirlo con la vista, tenemos la prueba de que vuelve lechosa el agua de cal, y apaga la llama de una vela. Una parte de la cera, por medio de la combustion, se ha convertido en gas ácido carbónico ; es decir, el *carbono* ó *carbon* de la cera quemada se halla presente en este gas invisible. Sin embargo, no todo el carbono se quema, pues cierta cantidad de él se desprende en forma de humo ú hollin ; y si se pone una hoja de papel en contacto con la llama, retirándola con bastante rapidez para que no se queme, se verá cómo queda manchada con un círculo de hollin ó carbono.

3. *Al arder la bujía, fórmase, además del gas ácido carbónico, otra sustancia, á saber, agua.*

Extrañaréis, tal vez, que se forme agua en la ardiente llama ; sin embargo, bastará un sencillo experimento para haceros ver que esto en realidad sucede. Pero si de la llama sale agua, ésta se desprende en estado de vapor caliente que no podemos distinguir. Porque es de advertir que lo que comunmente llaman vapor, como aquello que se eleva de una caldera de agua hirviendo, por ejemplo, no es vapor, sino diminutísimas gotas de agua ; y si tuviésemos una caldera de vidrio, nada se observaría encima del agua hirviendo, pues el vapor es un gas invisible, ni más ni ménos que el ácido carbónico y el aire comun. Bien pues, así como el vapor que sale de la caldera, se convierte en pequeñísimas gotas de agua al enfriarse, del mismo modo el aire caliente que se desprende de la llama, si contiene

vapor, debe al enfriarse depositar dicho vapor en forma de gotas de agua.

EXPERIMENTO 2º.—Para convencernos de que de una cerilla encendida se desprende vapor, no hay sino que suspender encima de la llama de nuestra cerilla un vaso comun de beber, bien limpio, seco y frio. Se verá que al punto se empaña el vidrio; y observando cuidadosamente, se distinguirán las diminutísimas gotas de agua que humedecen el interior del vaso. Si con-



FIG. 2.

continuásemos el experimento con ayuda de un aparato destinado á mantener el vaso constantemente frio, podríamos obtener, mediante la combustion de una vela comun, una copa de agua tan pura y buena como otra cualquiera, si bien con un ligero sabor á hollin.

Veamos ahora lo que hemos aprendido tocante á nuestra cerilla encendida; porque importa siempre muchísimo obtener ideas claras, 1º, de lo que se desea probar por medio de los experimentos, y 2º, de lo que por ellos se debe aprender.

Deseamos saber lo que sucede cuando arde una cerilla. Hemos aprendido:

1. Que la cerilla, encendida dentro de un frasco de aire, se apaga pronto.

2. Que dentro del frasco en que se ha encendido la cerilla, se forma un gas incoloro invisible llamado *ácido carbónico*.

3. Que el gas ácido carbónico proviene del carbono ú hollin contenido en la cera.

4. Que se forma tambien agua al arder la cerilla.

Hemos aprendido, por lo tanto, que la cera de la cerilla *no se ha destruido ni perdido*, sino que *ha cambiado de forma*, y se ha convertido en ácido carbónico y agua. Esta especie de trasformacion completa se llama *trasformacion química*. Nadie podia predecir que la cerilla habia de trasformarse en dos sustancias del todo diferentes ; sólo por medio de estos ensayos cuidadosos podemos darnos cuenta de lo que sucede en casos de esta naturaleza : hé aquí la razon por la cual se llama á la química una *ciencia experimental*.

CAPÍTULO II

FUEGO

4. *Al arder una cerilla ninguna parte de ella se pierde.*

Nuestro experimento con la cerilla nos suministra desde luego la respuesta á la pregunta : ¿ qué se hace todo el carbon con que se alimenta un fuego comun ? Marcha por la chimenea en forma de gas ácido carbónico. Durante todo el dia se está echando carbon en el brasero, y al limpiar éste al dia siguiente, sólo se encuentra una palada de cenizas : el carbon todo se ha consumido. Pero esta respuesta no es suficiente. Hay ahora que investigar lo que sucede al carbono de la cera, ó al del carbon ó hulla cuando se consume y marcha por la chimenea convertido en gas ácido carbónico.

EXPERIMENTO 3º.—Para esto, precisa hacer otro

experimento. Aquí tenemos un tubo de vidrio, en el fondo del cual hay un tapon de corcho agujereado : en uno de los agujeros colocaré un trozo de nuestra cerilla ; y en la parte superior del tubo

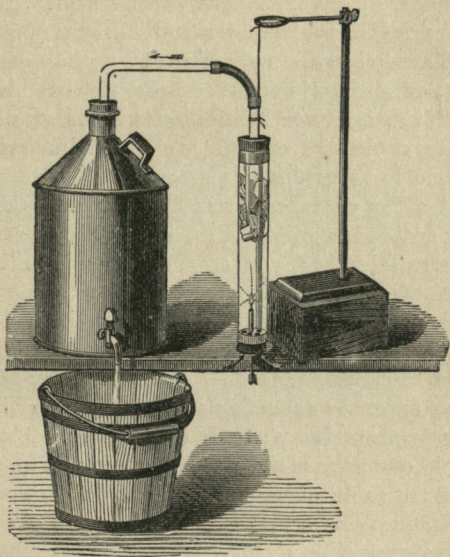


FIG. 3.

unos pedazos de una sustancia blanca llamada *sosa cáustica*. Uniré en seguida el tubo, con la cerilla y la sosa cáustica, á uno de los extremos de una balanza comun de boticario, y en el otro colocaré los pesos necesarios para establecer el equilibrio.

Luégo, por medio de un tubito de goma elástica ó caucho, pondré la parte superior del tubo en comunicacion con una aceitera llena de agua y provista, en su parte superior, de un tapon de corcho y un tubo de vidrio, y en la inferior, de una llave para dar salida al agua. Ahora bien, cuando se abra la llave, saldrá precipitadamente el agua, y el aire, para llenar el espacio abandonado por aquella, entrará por los agujeros del corcho, siguiendo la direccion indicada por las flechas en la lámina. En seguida encenderé el pedacito de cerilla, y acto continuo la volveré á colocar en el tubo, donde la dejaré arder en la corriente de aire. Despues de haber ardido la cerilla por espacio de algunos minutos, cerraré la llave, y en cesando de correr el agua, se verá cómo aquella se apaga; y si se observa la balanza, se hallará que ya no está equilibrada, sino que, por extraño que parezca, el tubo en que ha ardido la cerilla, pesa en realidad más de lo que pesaba ántes de encenderse la cerilla, no obstante haber desaparecido parte de ésta última. Esto es, pues, lo que nos enseña nuestro experimento. Debemos tratar de averiguar por qué la cerilla pesa más despues que ántes de la combustion. En primer lugar, puse en el tubo, encima de la cerilla, los pedazos de sosa cáustica á fin de que, apoderándose de los dos gases invisibles—ácido carbónico y vapor—que ya sabemos se desprenden siempre de la llama de una vela, los retuviesen aprisionados á manera de peces en una red y no les dejaran escaparse del tubo. Asegurados así dichos gases, descubrimos que son más pesados que la parte de la cerilla que

se ha consumido. ¿Cómo se explica esto? Sólo suponiendo que á la sustancia de la cerilla se le ha agregado algo que tiene peso, para producir aquellos dos gases. En efecto, esta suposicion no puede ser más exacta, y ese *algo* es otro gas, tambien incoloro, el cual entra en la composicion del aire comun y se llama *gas oxígeno*. Merced á este descubrimiento, podemos comprender más fácilmente lo que sucede cuando arde una vela. Mientras continúa la combustion, se está *combinando químicamente* la cera con el oxígeno del aire: el ácido carbónico y vapor que se forman son el resultado de esta *combinacion química*, y pesan más que la cera que se ha quemado, porque contienen otro elemento más, tambien incoloro, á saber, el oxígeno que han tomado del aire. Si hubiésemos pesado éste, veríamos que ha perdido una parte de su peso exactamente igual á la diferencia entre el peso de la cera y el del ácido carbónico y el vapor; es decir, el peso del oxígeno contenido en dicho ácido.

5. *Lo que hemos aprendido.*

Ahora bien, relativamente á la combustion de una vela, hemos aprendido dos cosas importantísimas, (1) que en realidad nada desaparece ó se pierde; (2) que las partes de la vela se están combinando químicamente con el oxígeno del aire.

Haciendo estos tres sencillos experimentos, y tratando de averiguar lo que nos enseñan, hemos aprendido acerca del *fuego* más que todo lo que sabian los antiguos; de suerte que ya os es conocida la utilidad de los experimentos. En las *Nociones*

de Física (Arts. 48 y 75) aprenderéis algo más tocante á la *naturaleza del calor*.

Sigamos, con todo, y de paso os diré, que todos los experimentos contenidos en este libro y los que podáis hacer despues os demostrarán siempre una verdad constante, á saber : *jamas se pierde realmente ninguna sustancia. Nada podemos destruir en realidad, ni tampoco podemos crear cosa alguna.* Otro hecho se ha observado durante la combustion de la cerilla, el cual se verifica en todos los demas casos de la misma naturaleza, á saber, que toda combinacion química va acompañada seguramente del desprendimiento de *calor* ; y cuando la combinacion se efectúa con mucha vivacidad, se ve *llama ó fuego*.

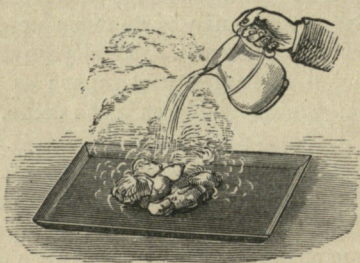


FIG. 4.

6. *Toda combinacion química va acompañada del desprendimiento de calor.*

Probémoslo con dos experimentos.

EXPERIMENTO 4º.—Colóquese en un plato de estaño un pedazo de *cal viva* y viértase agua fría en-

cima. Pronto se calientan ámbas : el agua empieza por chirriar y concluye por hervir despidiendo nubes de vapor ; la cal queda reducida á un polvo blanco, seco, llamado *cal apagada*. En esta operacion no se ha hecho más que lo que verifican á cada paso los albañiles para hacer su mezcla : se ha apagado la cal. Mas ¿cuál es la causa del desprendimiento de tanto calor y vapor ? La *combinacion química* del agua con la cal viva, cuyo resultado es cal apagada.

EXPERIMENTO 5º.—Introdúzcase en una pequeña cápsula ó frasco de vidrio un poco del polvo amarillo llamado *flores de azufre*, y encima de éste cierta cantidad de virutas de cobre ; colóquese en

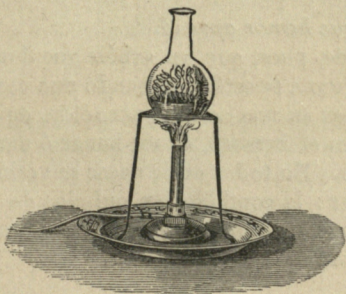


FIG. 5.

seguida el frasco sobre un trípode de hierro, encima de la llama de una lámpara de alcohol ó de un mechero de gas, dispuesto sobre un plato destinado á recibir el azufre en caso de romperse el frasco. Veamos ahora lo que sucede. En primer lugar se

funde el azufre ; de amarillo que era, va tomando un color cada vez más oscuro, y finalmente hierve. Mas el azufre hirviendo está en contacto con las virutas de cobre, las cuales primeramente se enrojecen, brillan con una vivísima luz roja amarillenta, y luégo se funden y caen al fondo del frasco. Después de enfriarse éste, lo rompemos, y hallamos que ya no contiene ni brillante cobre ni amarillo azufre, sino una sustancia negra. ¿Qué es esta sustancia ? Es un *compuesto químico* de dos sustancias diferentes—cobre y azufre,—que se han combinado químicamente ; y al tiempo de combinarse, ha habido desprendimiento de calor, ó en otros términos, el cobre *se ha encendido* y quemado.

7. *Lo que hemos aprendido.*

Paréceme, pues, que ya sabéis que donde quiera que hay *fuego*, se está efectuando una combinacion química, sea en una cerilla encendida, en el carbon que arde en el brasero, en un henar ó una casa que se queman. En todos estos casos se verifica lo mismo, á saber : la combinacion química de las partes del cuerpo encendido con el oxígeno del aire. Ven-gamos ahora al estudio del *aire*.

CAPÍTULO III

AIRE

8. *El viento es aire en movimiento.*

¿Cómo sabéis que aquí en este cuarto hay algo entre vosotros y yo ? ¿Por qué se dice que fuera

de la casa hay aire? Si hacemos rápidamente con una mano y un brazo un movimiento circular, sentiremos una corriente de aire que nos pasa por entre los dedos; y al abanicarnos sentimos el aire en la cara. Fuera de la casa observaréis que el *viento* sopla, pues veréis moverse los árboles y las nubes á impulsos de la brisa, y esta brisa no es otra cosa sino el *aire en movimiento*. ¿Qué es lo que hace voltear las aspas de un molino de viento? El viento, diréis. Pues bien, este viento que suele soplar con tanta violencia que arranca de raíz los árboles y destroza los buques, sólo es *aire en movimiento*. Pero cuando el aire está tranquilo y quieto, ¿cómo podemos saber que existe? Por cierto que no lo vemos, pues el aire es invisible; pero podemos aprender algo acerca de él haciendo un experimento.

9. *Lo que el aire contiene.*

EXPERIMENTO 6º.—Aquí tengo un frasco de vidrio abierto por debajo, y cerrada su boca con un tapon de corcho (una botella vieja desfondada serviría muy bien para el caso). En un lebrillo que contiene agua, en cuya superficie haré flotar un platillo de porcelana con un pedacito de fósforo seco del tamaño de un guisante, colocaré el frasco, encendiendo ántes el fósforo. Esta sustancia es muy peligrosa, y conviene tomar muchas precauciones al hacer experimentos con ella, porque, siendo susceptible de inflamarse espontáneamente, podría quemaros los dedos de una manera bastante grave. Veis ahora la brillante llama producida por el fósforo que arde dentro del frasco. En bre-



FIG. 6.

ve se apagará, aunque no se haya consumido del todo, y dejaremos que el frasco se enfríe. Han desaparecido ya los vapores ó humo blanco despedido por el fósforo mientras ardía, y queda cierta cantidad de aire, si bien menor que la que había al principio del experimento, porque entónces el frasco estaba lleno de aire, y ahora hay en su parte inferior mucha agua. Averigüemos desde luégo si el aire que queda es de la misma especie que el que ántes contenía el frasco. Para ello destaparemos el frasco, é introduciendo en el gas la cerilla encendida, veremos que se apaga instantáneamente. A no dudarlo debe haber quedado en el frasco algo diferente de lo que en él había ántes de la combustion del fósforo. Veis por lo tanto que en este cuarto hay en realidad dos clases diferentes de aire: una de éstas (llamada *gas oxígeno*) se combina con el fósforo para formar aquellos vapores blancos, y luégo desaparece, entrando el agua á ocupar su lugar en el frasco; y la otra (llamada *gas nitrógeno* ó *ázoe*) se queda en el frasco y apaga la llama de la cerilla, por donde se ve que este último gas es completamente distinto del oxígeno. En resúmen, hemos aprendido, no sólo que en este

cuarto y en este frasco hay algo que llamamos aire, sino que hay dos cosas separadas (gases una y otra invisibles) llamadas oxígeno y ázoe. ¡ Cuánto puede enseñarnos un sencillo experimento ! La ciencia siempre se presenta sencilla y clara á los que saben examinarla debidamente y se empeñan en comprender cuanto ven á cada paso que dan hácia adelante.

CAPÍTULO IV

AIRE

10. *Lo que sucede cuando respiramos el aire.*

Ya sabemos que al arder una vela ú otro cualquier objeto, se está verificando la combinacion química de las materias de que se compone con el *oxígeno* del aire. La combustion de la cerilla produce ácido carbónico y agua, porque el carbono y el hidrógeno contenidos en la cera se están combinando con el oxígeno : para que la cerilla arda tenemos que encenderla ; esto es, tenemos que dar principio á aquella combinacion. La llama de la cerilla ó vela es caliente porque se está verificando dicha *oxidacion* ; si se sopla la vela, la llama se enfría y se apaga, porque la cera no continúa combinándose con el oxígeno.

El oxígeno del aire es tan necesario á la vida de los hombres y los animales como lo es á la combustion de las velas. No ignoráis que necesitamos aire puro para la respiracion ; y que si no tenemos bastante aire puro, perecemos asfixiados ó sofocados. No faltan relaciones horrorosas de personas que

han muerto sofocadas en buques cuyas escotas habian sido clavadas para impedir la entrada de las aguas ; en las minas de carbon, ó en pozos en que se habia acumulado gran cantidad de aire impuro. Ahora bien, averigüemos lo que sucede cuando respiramos. ¿ Dan lugar los hombres y los animales á cambios químicos en el aire que respiran semejantes á los que son determinados por la combustion de la vela ó del fósforo ? Un sencillo experimento nos dará prontamente la respuesta á estas preguntas.

EXPERIMENTO 7º. — Póngase en un vaso cierta cantidad de agua clara de cal, y soplese dentro del líquido el aire de los pulmones á favor de un trozo de paja ó de tubo de vidrio. Se observará muy en breve que el agua se vuelve lechosa,—el mismo resultado, ni más ni ménos, que el producido ántes por la combustion de una cerilla dentro de un frasco (Experimento 1º) ; el color lechoso demuestra haberse formado creta, y la presencia de la creta demuestra que de los pulmónes ha salido ácido carbónico. Este ácido carbónico no entró en los pulmones con el aire, porque si se mezcla el agua de cal con el aire comun, no se pone lechosa. Luego el aire que *expiramos* (ó que sale de nuestros pulmones) difiere del que *inspiramos*, en que contiene gas ácido carbónico. ¿ De dónde proviene este gas ? Es el mismo que se forma siempre al arder una vela. ¿ Estarán ardiendo realmente nuestros cuerpos como las velas ? No puede ser, contestaréis desde luégo, porque no despedimos calor como lo hace la llama de una vela. Pero á poco que re-

flexionéis no podréis negar que en nuestros cuerpos hay más calor que en la mesa, las paredes ú otro objeto inanimado. Lo mismo sucede con el perro, el gato, y otros muchos animales. Pero cuando éstos dejan de vivir, esto es, cuando dejan de respirar, se vuelven frios como las paredes y la mesa. La respiracion de los animales es, pues, un acto de oxidacion. El aire entra por la nariz y la boca, y pasando por la garganta, se introduce en una red de tubecillos que se designa con el



FIG. 7.

nombre de *pulmones*. En un lado de estos tenues tubos aéreos se presenta el aire, y en el otro la *sangre*; y el oxígeno del aire, penetrando al traves de las delgadísimas paredes de dichos tubecillos, llega á la sangre y allí se combina con el carbono desecho contenido en el cuerpo. Para convencernos de que los cuerpos animales contienen carbono no hay más que observar cómo un pedazo de carne, puesto en contacto con el fuego hasta quemarse en parte, se *carboniza* ó convierte en carbono ó carbon. Pues bien, este carbono del cuerpo, al unirse con el oxígeno, forma ácido carbónico, precisamente como lo hace el carbono de un trozo de leña; y el calor que se desprende en ámbos casos es exactamente el mismo. Si se recogiese un frasco de ácido carbónico puro procedente de la combustion de una

cerilla, y otro de igual tamaño lleno de ácido carbónico originado en nuestros pulmones, el calor producido en nuestro cuerpo por la combustion de nuestro carbono animal para formar tal cantidad de ácido carbónico, se hallaria ser igual al calor desprendido de la cerilla en combustion para producir igual cantidad del mismo gas. No se ve llama en los animales, porque el calor de la combustion se halla esparcido por todo el cuerpo; si la oxidacion se verificara en un espacio tan reducido como la mecha de una vela, seria natural que viésemos una llama; pero en realidad la sangre recorre todas partes del cuerpo y simplemente lo mantiene caliente.

Ahora bien, merced á este otro experimento, hemos aprendido, (1) que los animales reciben en sus pulmones el oxígeno del aire; (2) que allí el oxígeno se introduce en la sangre; y (3) que el oxígeno sirve para consumir por medio de la combustion el carbono desecho del cuerpo, formando al mismo tiempo ácido carbónico y, por lo tanto, produciendo el calor animal.

CAPÍTULO V

AIRE

11. *Accion que las plantas ejercen sobre el aire.*

El experimento á que tenemos que recurrir ahora, durará algunos dias.

EXPERIMENTO 8º.—Si se disponen unas cuantas semillas de mostaza ó de berros sobre un pedazo de franela comun, que se mantenga húmeda á favor

de un poco de agua contenida en un plato, no tardarán las semillas en germinar, y permaneciendo expuestas á la luz continuarán creciendo de tal suerte que al cabo de algunas dias se tendrá una regular cosecha de mostaza ó de berros. ¿De dónde las plantas al crecer sacaron las sustancias necesarias para formar sus tallos y hojas? No fué de la franela, pues ésta no ha experimentado ningun cambio; ni enteramente de las semillas, porque las plantas pesan mucho más que aquellas; ni en su totalidad del agua, por cuanto las plantas van fabricando tallos y hojas que contienen *carbón*, sustancia que no está presente en el agua. ¿De dónde toman, pues, las plantas el *carbón* que han menester? Del aire, respondemos. El anterior experimento nos demostró que los animales al respirar están de continuo despidiendo ácido carbónico de sus pulmones, y por lo mismo tenemos la seguridad de que en el aire debe de encontrarse dicho gas, si bien, tal vez, en pequeña cantidad. Veamos si es posible cerciorarnos de la existencia de esta pequeña cantidad de ácido carbónico en el aire comun.

EXPERIMENTO 9º.—Viértase un poco de agua clara de cal en un platillo ó un plato llano bien limpio, y despues que haya estado expuesta al aire algunos minutos, sacúdase y échese en un vaso. Se verá entónces que la superficie del agua de cal se ha cubierto de una película, que no es otra cosa que carbonato de cal, procedente de la combinacion del ácido carbónico contenido en el aire con la cal. Fórmase lentamente dicho carbonato de cal, y sólo

se manifiesta en forma de película ó delicada costra, por ser muy poco el ácido carbónico que existe en el aire. *Pero esta pequeña cantidad constituye el alimento principal de todas las plantas que crecen sobre la tierra.*

12. Crecimiento de las plantas.

Si la planta se alimenta de ácido carbónico y con él produce madera, frutas y hojas, todas las cuales se forman á expensas del carbono, ¿qué se hace el oxígeno que sabemos está combinado con aquél para producir ácido carbónico? Dirijámonos á la naturaleza por medio de un experimento, como ántes lo hemos hecho, y ella nos lo dirá.

EXPERIMENTO 10°.—Introdúzcase en un frasco grande un manojo de hojas verdes frescas—los berros servirán admirablemente para el caso,—llénese del todo el frasco con agua clara de manantial, de modo que no quede en él burbuja alguna de aire. Vuelto que sea, boca abajo, el frasco lleno de agua

y hojas en un lebrillo de agua, déjese expuesto en un sitio donde lo bañen completamente los rayos del sol por espacio de una ó dos horas; al cabo de las cuales, si se examina cuidadosamente las hojas, se verá que están cubiertas de pequeñas



FIG. 8.

burbujas, y que de éstas se ha reunido un gran número en la parte superior del frasco. Estas bur-

bujas son de gas oxígeno* puro, procedente del ácido carbónico† contenido disuelto en el agua de manantial. De donde se infiere que—*Las plantas, expuestas á la luz del sol, poseen la propiedad de descomponer el ácido carbónico del aire, y emplean el carbono en la formacion de sus tallos, hojas, etc., poniendo en libertad el oxígeno, el cual se escapa en forma de gas.*

EXPERIMENTO 11°.—Sabéis probablemente que las plantas verdes no crecen en la oscuridad, y para comprender la causa de esto, sólo tenéis que repetir el Experimento 10°, con una pequeña variacion; es decir, en vez de colocar el frasco con el agua de manantial y hojas á la luz, lo pondréis en un sótano oscuro. Pero, aunque lo dejéis allí muchas horas, no veréis burbuja alguna de gas oxígeno, porque la luz del sol es necesaria á las plantas para que puedan descomponer el ácido carbónico, esto es, para que puedan crecer.

13. *Accion de los animales y las plantas sobre el aire.*

Reflexionemos un momento sobre los diferentes cambios determinados en el aire por los animales y las plantas. Hemos visto que estas dos clases de

* Si fueren bastante numerosas las burbujas, se podrá probar que son de oxígeno, recogiendo éste en una campana de pequeño diámetro y haciendo ver cómo se inflama un ascua introducida que sea en dicho gas.

† Agregando un poco de agua de cal al agua del frasco, ésta se volverá lechosa, demostrando así la presencia del ácido carbónico.

séres vivientes están constantemente causando cambios químicos importantes, de suerte que la química no sólo está relacionada con los cambios que se efectúan en la materia muerta ó inanimada, sino que lo está íntimamente con la vida misma de todo sér y todo vegetal que existe sobre el globo. Ahora bien, hemos aprendido :—

Que los *animales*, inhalan (aspiran) oxígeno y exhalan (expiran) ácido carbónico ; despiden calor, y están continuamente en combustion.

Que las *plantas* inhalan gas ácido carbónico, y exhalan oxígeno ; absorben la luz y el calor del sol, sin los cuales no podrian crecer ; y están continuamente formando una sustancia combustible, es decir, una sustancia que tiene las propiedades necesarias para poder quemarse.

Ya veis, pues, que el papel representado por el animal es precisamente el opuesto del de la planta : el primero *vicia* el aire (ó lo vuelve *impuro*) exhalando constantemente ácido carbónico ; la segunda tiende constantemente á purificar el aire absorbiendo el ácido carbónico y exhalando (por medio de sus hojas) gas oxígeno. De este equilibrio establecido por la vida animal y la vegetal nos ofrecen un buen ejemplo los acuarios, hoy tan comunes, en que plantas y pequeños animales acuáticos viven juntos, sin comunicacion con el aire : el ácido carbónico procedente de los animales es descompuesto por las plantas, sirviendo el carbono para el crecimiento de éstas, al paso que el oxígeno basta para la respiracion de aquellos.

CAPÍTULO VI

AGUA

14. *De qué se compone el agua.*

Habéis aprendido en la Cartilla Preliminar que si se calienta un pedazo de hielo en un vaso colocado sobre una lámpara, el *hielo*, que es un *sólido*, se convierte en *agua*, que es un *líquido*; y que si se continúa calentando el agua, concluye por hervir y convertirse en *vapor*, que es un *gas*. Este vapor es un gas invisible, cuyas propiedades son del todo distintas de las del agua líquida que se puede obtener enfriándolo. Veamos si, tratando el agua de diferentes maneras, podemos sacar de ella otra cosa además del vapor.

EXPERIMENTO 12°.—En vez de hacer entrar calor en el agua, por cuyo medio sólo se consigue, cuando más, que el agua hierva, haré penetrar en ella una corriente de *electricidad*, agregando primeramente al agua unas pocas gotas de ácido, á fin de facilitar el paso de la electricidad. Uso cuatro elementos de una batería de Grove,* y la electricidad llegará al agua por los dos alambres de platino que pasan á través del tapon de corcho que cierra el fondo del embudo de vidrio, luégo que yo los ponga en comunicacion con los alambres de cobre que parten de la batería.

¿Qué vemos en el momento en que se unen los

* Véase la descripción de esta batería en el art. 87 de las *Nociones de Física*.

alambres? El agua que se halla á inmediacion de los alambres parece estar en ebullicion ó efervescencia, á causa del desprendimiento de unas pequeñas burbujas de gas. No pueden ser de vapor estas burbujas, porque, en vez de condensarse por el agua fria que las rodea, se elevan por entre ésta. Tratemos de recoger estos gases, con objeto de averiguar si las burbujas que provienen de uno de los alambres es de la misma naturaleza que las pro-

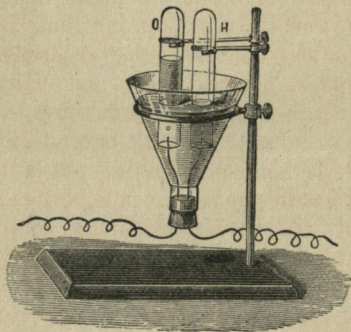


FIG. 9.

ducidas por el otro. Para ello tomaremos dos pequeñas campanas de igual tamaño y llenas de agua y pondremos una encima de cada uno de los alambres, á fin de recoger en ellas todas las burbujas á medida que vayan subiendo. ¿Qué tenemos aquí? Que en una de las companas se está reuniendo doble cantidad de gas que en la otra. En efecto, una de ellas aparece del todo llena de un gas incoloro invisible, miéntras que la otra sólo lo

está hasta la mitad. Veamos ahora qué clases de gas hemos obtenido. Taparé con el pulgar el extremo abierto de la campana medio llena, la sacaré del agua y la volveré boca arriba; tomando en seguida una astilla de madera encendida por la punta, veremos que introducida que sea en el gas, se inflamará instantáneamente! ¿De esto qué debemos inferir? que el gas es *oxígeno*, pues ya hemos visto que esta sustancia se reconoce por su propiedad de reproducir la llama de una cerilla cuya parte carbonosa está en ignición.

Haremos acto continuo igual experimento con la otra campana, manteniéndola, sin embargo, boca abajo, por razones que no tardaremos en comprender. No se inflama la astilla encendida; pero si á la boca de la campana aproximamos la llama de la cerilla, el gas mismo se enciende, ardiendo con una llama azul. Hé aquí, pues, un gas completamente distinto del oxígeno, y el cual se designa con el nombre de *hidrógeno*.

Por más que se repita este experimento, se obtendrá siempre el mismo resultado; y hágase lo que se haga, no se conoce procedimiento alguno por el cual se pueda obtener del agua otra cosa sino oxígeno é hidrógeno; de donde se deduce:

(1) *Que á favor de la electricidad, se puede descomponer el agua en dos sustancias completamente diferentes, á saber: gas oxígeno y gas hidrógeno, sin que de ella sea posible sacar otra cosa.*

(2) *Que el volúmen de hidrógeno producido por el agua así descompuesta es otro tanto mayor que el de oxígeno.*

15. *Hay otros varios medios de obtener hidrógeno del agua.*

EXPERIMENTO 13°.—Si echo en el agua contenida en un lebrillo un pedazo del metal llamado potasio,* del tamaño de un guisante, veremos que flota en la superficie, porque es más ligero que el agua, y que, además, en cuanto la toque, se levantará al rededor del metal una llama producida por el *hidrógeno del agua*, el que, hallándose libre, *se enciende y arde*. Mas, si esta llama es producida por la combustion del hidrógeno, ¿qué se hace el oxígeno? Combínase químicamente el oxígeno con el potasio



FIG. 10.

para formar *potasa*, la cual es un *álcali*, segun se comprueba vertiendo en el agua en que se ha echado el potasio unas gotas de la disolucion de tornasol roja: el color rojo se vuelve azul á causa de la presencia de la potasa. Si echo en el agua un pedazo de *sodio*, este metal flotará tambien y dejará libre el hidrógeno, uniéndose químicamente con el oxígeno para formar otro álcali llamado *sosa*; pero el

* Debe conservarse esta sustancia en aceite de roca y al abrigo de la humedad. Puede cortarse con un cortaplumas.

calor que se desprende no es bastante vivo para inflamar el hidrógeno.

16. *Cómo se puede recoger el hidrógeno.*

EXPERIMENTO 14°.—Haciendo de un modo diferente el experimento, se puede recoger el hidrógeno, en vez de dejar que arda como ántes en la superficie del agua. Para esto se mezclan unos pedazos de sodio con un poco de mercurio seco (el conocido metal reluciente á que se ha dado el nombre de azogue). Desmenuzando el pedazo de sodio debajo de la superficie del mercurio en un mortero, únense

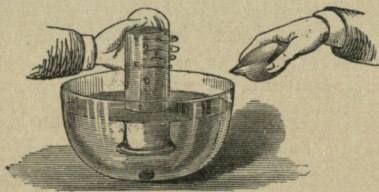


FIG. 11.

los dos metales y se obtiene lo que suele llamarse una amalgama. Viértese esta amalgama líquida en un lebrillo de agua, y encima de ella se pone una campana de vidrio llena de agua y vuelta boca abajo. El sodio descompone gradualmente el agua, formando *sosa* y dejando libre el hidrógeno, que se recoge en la campana. Si despues de haberse recogido cierta cantidad, se desea demostrar que es hidrógeno, no hay más que aproximar una cerilla encendida á la boca de la campana : se verá que el gas se enciende y arde con llama de escasa brillantez.

CAPÍTULO VII

AGUA

17. *Otros modos de obtener hidrógeno.*

Otros muchos metales tienen la propiedad de descomponer el agua, apoderándose del oxígeno para formar un *óxido del metal*, al paso que el hidrógeno queda libre. Algunos metales, como el potasio y el sodio, producen (según hemos visto) esta descomposición en frío; otros—el hierro, por ejemplo—necesitan calentarse hasta hallarse enrojecidos para poder separar las dos partes ó elementos de que se compone el agua, uniéndose con el oxígeno para formar el *óxido de hierro*, ó *herrumbre*, y dejando libre el hidrógeno; y el mismo hierro, el zinc y algún otro metal, aunque por sí solos no separan el hidrógeno y el oxígeno del agua en frío, lo verifican en presencia de un *ácido* muy enérgico.

EXPERIMENTO 15°.—Si en un frasco con agua se echan unas cuantas limaduras de zinc, y después se vierten algunas gotas de ácido sulfúrico (aceite de vitriolo), al mismo instante el agua entrará en efervescencia por motivo del desprendimiento de un gas. En seguida se cierra perfectamente la boca del frasco á favor de un tapon de corcho provisto de dos tubos de vidrio: uno recto que termina en embudo, y el otro encorvado. El hidrógeno, á medida que se vaya desprendiendo, marcha por el tubo á una cuba de agua, recibiendo las burbujas de gas en una botella ó campana llena de agua y

dispuesta convenientemente en dicha cuba. Pero es preciso no colocar la botella sino despues de desalojado todo el aire del frasco en que se verifica la descomposicion ; lo cual se comprueba que se ha

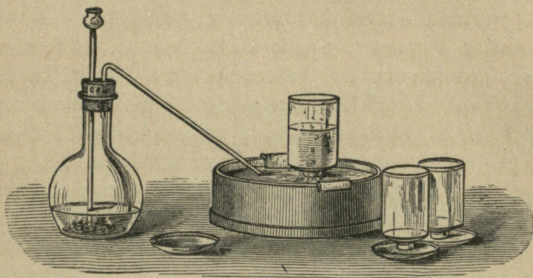


FIG. 12.

efectuado si, recogido un poco del gas en una campana pequeña, arde suavemente al acercarse la llama de la cerilla á la boca de aquélla vuelta hácia abajo. Cuando el desprendimiento del gas va siendo más lento, se aviva vertiendo nueva cantidad de ácido por el embudo, sin quitar el tapon.

Así que hayamos recogido de esta manera tres botellas de hidrógeno, que se conservan vueltas boca abajo en unos platillos llenos de agua, veamos si por medio de experimentos podemos aprender algo acerca de las propiedades de este interesante gas que se obtiene del agua.

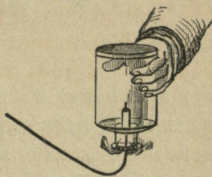


FIG. 13.

18. *El hidrógeno arde, y es más ligero que el aire.*

EXPERIMENTO 16°.—Tómese una de las botellas de hidrógeno, sosténgase boca abajo en el aire, é introdúzcase en ella una cerilla encendida fija á la extremidad de un alambre : se verá que el hidrógeno se inflamará y arderá á la boca de la botella, pero que la cerilla se ha apagado ; si bien al sacarla se reproducirá su llama en la del hidrógeno, y se apagará nuevamente si se la vuelve á introducir en el gas. ¿ Qué nos enseña este experimento ?

1. Que el hidrógeno es inflamable y arde con una llama azul de poca brillantez.

2. Que el hidrógeno no alimenta la combustion de una cerilla.

EXPERIMENTO 17°.—Vuélvase boca arriba una botella llena de hidrógeno, aproximándola con rapidéz á una cerilla encendida, y el hidrógeno arderá

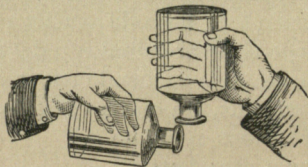


FIG. 14.

con una llama mucho mayor que la que producía estando la boca vuelta hácia abajo ; porque el hidrógeno es *mucho más ligero que el aire*, merced á cuya circunstancia se puede verter el hidrógeno de abajo hácia arriba. Manténgase boca abajo una botella llena de aire, y acérquesele otra, llena de

hidrógeno, volteando ésta última lentamente hasta que se encuentre en la posición indicada por la Fig. 14: arrímese entonces una cerilla encendida á la boca, aún invertida, de la botella superior, y al punto se inflamará el hidrógeno (tal vez con una ligera detonación causada por la mezcla del aire atmosférico con el gas). Déjese permanecer luego la botella algunos segundos boca arriba sobre la mesa; y al acercársele después la cerilla encendida, no se producirá llama alguna: habrá marchado todo el hidrógeno, y estará llena de aire la botella. Este experimento demuestra que el hidrógeno es mucho más ligero que el aire común. En efecto, es la sustancia más ligera que se conoce, por cuya razón se emplea para llenar los globos aerostáticos destinados á elevarse en la atmósfera.

19. *El hidrógeno ardiendo en el aire, produce agua.*

Veamos ahora qué cosa se forma por la combustión del hidrógeno en el aire.

EXPERIMENTO 18°.—En vez del tubo encorvado que se adaptó al frasco de que nos servimos para preparar el hidrógeno, fíjesele uno recto con la extremidad superior adelgazada á manera de surtidor ó mechero. Después de haberse asegurado de que ya no queda sensiblemente más aire atmosférico en el frasco (según va prevenido en el Experimento 15°),

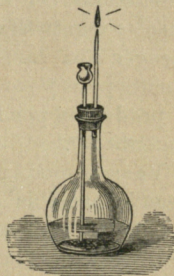


FIG. 15.

aproxímese una cerilla encendida á dicho surtidor. El hidrógeno arderá con llama enérgica ; y si se mantiene sobre ésta un vaso seco, como en el Experimento 2º, el agua producida por la combustion se precipitará en forma de rocío sobre sus paredes y caerá en pequeñas gotas ; manifestando así, que el *hidrógeno*, al arder, *se combina* con el *oxígeno* del aire *para formar agua*.

EXPERIMENTO 19º.—Averiguemos ahora si se produce algo más que agua cuando arde el hidrógeno. Dispondremos un frasco grande de modo que la llama arda dentro de él, y pasados algunos minutos añadiremos al aire contenido en el frasco un poco de agua clara de cal (Experimento 1º). Mas el agua no experimenta cambio alguno ; no adquiere el color de leche : luego no se forma ácido carbónico por la combustion del hidrógeno ; así es que, del resultado de un gran número de experimentos, los químicos deducen que cuando el hidrógeno arde en el aire, lo único que se forma es agua pura. Practicando el Experimento 18º de modo que el vaso se mantuviese constantemente frio, se podría recoger una cantidad ilimitada de agua perfectamente pura y sin el sabor á hollín que se notó en la producida por la combustion de la cerilla (Experimento 2º).

Ya sabemos, pues, de dónde provino el agua cuando ardió la cerilla : la cera debe contener hidrógeno ; y fórmase agua por la combinacion del hidrógeno de la cera con el oxígeno del aire. De suerte que, al adquirir conocimientos acerca del *agua*, algo se ha aprendido acerca del aire tam-

bien ; lo cual nos da á entender cuán íntimamente están relacionados unos con otros los elementos del saber en lo concerniente á la naturaleza.

CAPÍTULO VIII

AGUA

20. *Composicion del agua.*

Tratemos ahora de aprender algo más acerca de la composicion del agua. Hemos visto (Experimento 3º) que el aire contiene oxígeno mezclado con el gas ázoe ó nitrógeno (Experimento 6º). Existe el oxígeno en *estado libre* en el aire, bajo la forma de un gas incoloro ; en el agua, se halla el oxígeno *combinado químicamente* con el hidrógeno ; y estos dos gases al unirse forman el líquido que se llama agua. Tambien sabemos (Experimento 12º) que el agua al descomponerse suministra *dos volúmenes* de hidrógeno por *un volumen* de oxígeno. Se presenta ahora una cuestion importante : trátase de averiguar qué pesos de oxígeno é hidrógeno se combinan para formar agua ; es decir, cuántas libras de hidrógeno y cuántas libras de oxígeno entran en combinacion para producir tantas libras de agua ; advirtiendole que es preciso guardarse de confundir *volúmen* con *peso*. Descubrir exactamente la composicion del agua no es cosa fácil ; y, sin embargo, es de una importancia tal, que muchos químicos han dedicado meses y áun años para hallar el peso exacto del oxígeno é hidrógeno contenidos en el agua. Procuraremos imitar

sus procedimientos practicando lo que podrá llamarse un experimento tosco, el cual si bien es algun tanto más difícil que los anteriores, ofrece gran interes, y será comprendido por cuantos lean la descripcion y traten de ejecutarlo inteligente y cuidadosamente.

EXPERIMENTO 20°.—Se ha visto ya en la Cartilla Preliminar lo que es una *balanza*, y cómo servirse de ella para determinar el peso de las sustancias; convendrá, sin embargo, que el lector aprenda á pesar prácticamente y se familiarice con el número y valor de los pesos.

Aquí tengo una pequeña balanza comun de boticario, con su correspondiente juego de pesas. En

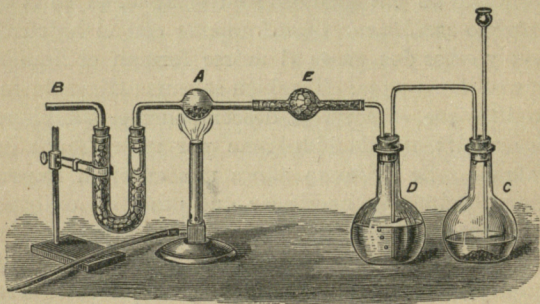


FIG. 16.

un recipiente, *A*, bitubulado (es decir, provisto de dos tubos) de vidrio poco fusible, pongo media onza del *óxido negro de cobre*; *B*, otro tubo de vidrio, que enchufa en el tubo encorvado del recipiente *A*, está lleno de *cloruro de calcio*, sustancia blanca muy

ávida de humedad ; *C* es un frasco en que se prepara hidrógeno separándolo del agua á favor de zinc y de un ácido diluido ; *D* es un frasco lavador con aceite de vitriolo que sirve para desecar el hidrógeno á medida que vaya atravesando dicho frasco ; *E* es otro recipiente bitubulado lleno de cloruro de calcio que retiene las últimas porciones de agua, de modo que el gas llega perfectamente seco al recipiente *A*. Al hacer este experimento hay que averiguar primero el peso del recipiente *A* y del óxido de cobre, lo cual se consigue separando el recipiente del tubo *B* por un extremo y del recipiente *E* por el otro, y colocado que sea cuidadosamente en uno de los platillos de la balanza, poniendo en el otro platillo los pesos necesarios para *establecer el equilibrio con toda exactitud*. Hecho esto, se apunta en un papel el peso del recipiente y óxido de cobre ; y en seguida se determina y apunta el peso exacto del tubo *B*.

Vuélvese entónces á colocar recipiente y tubo en sus sitios respectivos ; y dispuesto así el aparato, se vierte sobre el zinc, por el tubo con embudo del frasco *C*, cierta cantidad de ácido sulfúrico : no tardará en establecerse una corriente de hidrógeno que recorrerá el aparato entero, pasando por encima del óxido de cobre. Despues de haberse continuado el desprendimiento durante un buen espacio de tiempo, con objeto de desalojar todo el aire del aparato, se recoge un poco del gas en una campana seca que se suspende sobre la extremidad del tubo *B*, y se acerca la campana, vuelta boca abajo, á una cerilla encendida ; repitiéndose esta operacion

hasta que el gas arda suave y regularmente. Se calienta entónces con una lámpara de alcohol el recipiente que contiene el óxido de cobre. Miéntas dicho recipiente permanece frio, no se notará cambio alguno en el color negro del óxido, por más que el hidrógeno haya pasado sobre él ; pero luégo que aquél se calienta, empieza á verificarse un cambio visible. El color negro se convierte en un tinte metálico rojo de mucha brillantez, y se ven condensarse gotas de agua en la parte fria del interior del recipiente. Al comunicarse el calor á todas las partes del recipiente, el agua es acarreada al tubo *B*, donde es retenida por el cloruro de calcio, cuya sustancia tiene la propiedad de absorber la humedad. Se deja continuar pasando el hidrógeno por el recipiente caliente hasta que haya desaparecido por completo el color negro ; entónces se separa la lámpara ; y miéntas el recipiente se enfría, veamos qué ha sucedido. El hidrógeno se ha combinado con el oxígeno del óxido de cobre para formar agua, la que ha sido acarreada, ya en estado líquido, ya en el de vapor, al tubo *B*, donde se halla reunida toda, sin que ninguna parte de ella se haya escapado al aire ; y el polvo rojo que ha quedado en el recipiente es *cobre metálico*.

Volvamos ahora á pesar el recipiente *A* y el tubo *B*. En primer lugar, *A* pesa ménos que ántes, porque ha perdido algo (esto es, el oxígeno) que tiene peso ; en segundo lugar, *B* pesa más que ántes, porque ha ganado algo (es decir, el agua) que tiene peso. Bien pues, tenemos :

	Granos
1. Peso del recipiente <i>A</i> , que contiene el cobre, antes del experimento	1056
2. Peso del mismo despues del experimento	1016
La diferencia entre estos dos pesos es la pér- dida causada por el escape del oxígeno }	40
3. Peso del tubo <i>B</i> ántes del experimento	803
4. Peso del mismo despues del experimento	843
La diferencia entre estos dos pesos es el aumento producido en el peso del tubo <i>B</i> } por la absorcion del agua	45

¿ Qué se ha deducir de este importantísimo experimento? Claro es que 45 partes, en peso, de agua contienen 40 partes, en peso, de oxígeno; y como el agua no contiene más que hidrógeno y oxígeno, tiene que contener la diferencia, á saber 5 partes, en peso, de hidrógeno; ó lo que es lo mismo, el agua contiene dos partes, en peso, de hidrógeno, y diez y seis partes, en peso, de oxígeno.

Por más veces que se repita este experimento, con tal de hacerlo con la debida atencion, se hallarán siempre las mismas proporciones. Así, pues, se viene en conocimiento de *la primera gran ley de la combinacion química*, á saber, que *la misma sustancia química contiene siempre las mismas cantidades de sus componentes*. El agua se compone siempre de 16 partes, en peso, de oxígeno y 2 partes, en peso, de hidrógeno.

CAPÍTULO IX

AGUA

21. ¿Cuál es la diferencia entre el agua de mar y el agua dulce de fuente?

Se sabe que el agua de mar es *salada*; es decir que contiene sal *en disolucion*. Fácilmente se hace agua salada, agregando al agua sal comun; ésta se disuelve, y aquélla adquiere un sabor á sal.

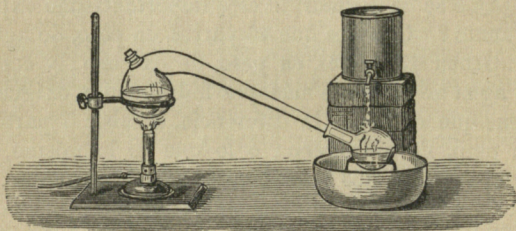


FIG. 17.

EXPERIMENTO 21°.—El único medio de desembarazar el agua de ese sabor salino es *destilándola*; es decir, hirviéndola á fin de recoger el vapor y enfriarlo, cuya operacion se hace mejor en una retorta (Fig. 17). Hiérvese el agua á favor de una lámpara; se desprende el vapor y es conducido por el tubo de la retorta al frasco refrigerante, donde se enfría mediante un chorro de agua fria que cae sobre dicho frasco. El agua *destilada* ya no sabe á sal: es agua pura, porque toda la sal se ha quedado en la retorta, como se verá en cuanto se haya vapo-

rizado toda el agua. Este medio de preparar agua dulce del agua salada del mar, es muy empleado en los buques, obteniéndose un agua buena para beber. El agua de algunas fuentes y de algunos rios contiene sal en disolucion, pero en tan pequeñas cantidades que no se percibe ningun sabor salino. Sin embargo, los químicos disponen de un medio más eficaz, de una *prueba* más delicada que el gusto, para reconocer las más ligeras señales de sal en una sustancia cualquiera, como se puede demostrar con un experimento.

EXPERIMENTO 22°.—Tómense dos vasos grandes, bien limpios, llenos de agua destilada, ó de agua de lluvia perfectamente pura; échese en uno de ellos un grano de sal tamaño como la cabeza de un alfiler, y remuévase bien el agua hasta que la sal se haya disuelto por completo. Se puede beber un poco de esta agua sin que sea posible percibir el menor sabor á sal. Viértase entónces, con el mayor cuidado, del frasco rotulado *nitrato de plata*, tres ó cuatro gotas en cada uno de los vasos. Pronto se verá una nube blanca flotando en el agua á que se agregó el grano de sal, miéntras que la del otro vaso permanece pura y cristalina. Así, pues, el químico, merced á sus experimentos, puede reconocer la presencia de sustancias que pasan desapercibidas para el observador ordinario,—sustancias que éste no alcanza á descubrir.

23. *Disolucion y cristalización.*

El agua disuelve fácilmente otras muchas sustancias, tales como el azúcar, sosa, alumbre, etc. Al-

gunas hay que sólo disuelve parcialmente: el yeso, por ejemplo; y unas cuantas, como el pedernal, la arena, la creta (carbonato de cal), que el agua común no puede disolver en manera alguna.

EXPERIMENTO 23°.—Si en una onza (ó sea lo que cabe en una campana pequeña) de agua puesta en

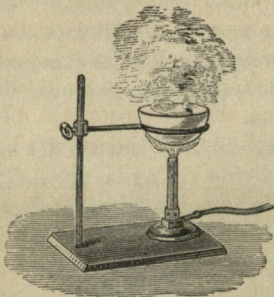


FIG. 18.

un vaso, se echan dos onzas de cristales de sosa como los que emplean comunmente las lavanderas, los cristales al removerlos se disuelven. Si se deja enfriar esta *disolucion* de sosa, se harán visi-

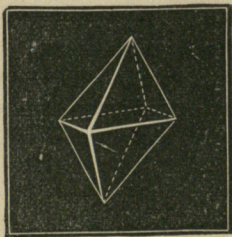


FIG. 19.—Sosa.

bles las partículas de sosa en las paredes del vaso en forma de pequeñas masas relucientes que se llaman *cristales*: en otros términos, se dice que la disolución *se cristaliza*.

Examinando atentamente la forma de esos cristales, se observará que son todos iguales, solamente que son unos más grandes que otros.

Ejecútese ahora el mismo experimento con una onza de *alumbre* é igual cantidad de agua; y los cristales, que irán apareciendo gradualmente, tendrán una forma del todo diferente de la de los cristales de sosa, según representa la Fig. 20.

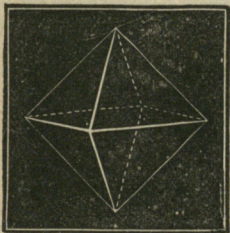


FIG. 20.—Alumbre.

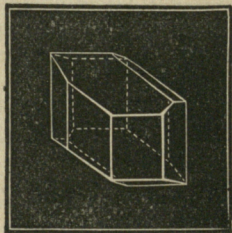


FIG. 21.—Sulfato de cobre.

EXPERIMENTO 24°.—Puede practicarse lo propio con sulfato de cobre, formándose lentamente cristales azules de la forma que manifiesta la Fig. 21.

Tómense ahora media onza de alumbre pulverizado y media onza de sulfato de cobre, también pulverizado, y después de haberse mezclado estas sustancias perfectamente en un mortero, disuélvaselas juntas en una onza de agua caliente, y déjese

enfriar la disolucion. Observando atentamente, se verá formarse al lado unos de otros los cristales incoloros de alumbre y los azules de sulfato de cobre. De manera que, por medio de la cristalización, pueden separarse una de otra las dos sales ; y sería posible, dedicando el tiempo suficiente, sacar y apartar todos los cristales de alumbre, dejando sólo los de sulfato de cobre. Esto nos enseña cómo la naturaleza separa entre sí las cosas distintas ; y se sabe que muchas rocas y minerales se forman en la tierra por medio de la cristalización : el espato calcáreo, espato fluor, el espato macizo y el cuarzo son todos minerales cristalinos que han sido producidos en la tierra por cristalización, más que no siempre se pueda decir de qué modo ésta se ha efectuado.

CAPÍTULO X

AGUA

24. *La lluvia es agua destilada.*

A poco que se reflexione de dónde proviene, se comprenderá que es la lluvia el agua más pura que se encuentra en la tierra. Cae la lluvia de las nubes en virtud de la condensacion ó licuacion de la humedad que existe en el aire. Al soplar los vientos calientes sobre la superficie del océano, le arrebatada una gran porcion de humedad en forma de *gas* ó *vapor*, exactamente parecido al que es acarreado de la retorta al frasco refrigerante (Fig. 17, Experimento 21°) ; cuando este aire caliente y húmedo llega á regiones frias se enfría y no pudiendo ya contener tanta humedad en estado de vapor como

cuando estaba caliente, *la suelta y la humedad cae en forma de gotas, como lluvia*. Luego, el agua de lluvia es agua destilada, y se verá que se está verificando un gran sistema de destilacion en todas las partes del globo ; y á poco que se reflexione, se comprenderá que cada gota de agua que corre por la superficie de la tierra, fué ántes destilada, en forma de lluvia, del océano á que nuevamente vuelve.

25. *Impurezas en suspension y en disolucion.*

Mas las aguas que manan de las fuentes y los arroyos y son por los rios llevadas al océano, ¿lle-
van algo consigo ? Claro es que sí, se contestará :
acarrean arena, tierra é impurezas al mar, como se

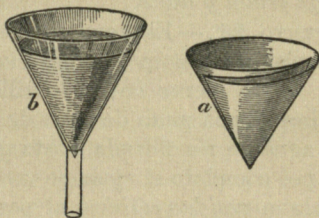


FIG. 22.

podrá ver tomando un poco de agua de un rio, aún el más cristalino, y observando el poso ó sedimento que se reúne en el fondo de la vasija. Esta arena y este lodo que los rios acarrean al mar, puede separarse por la *filtracion*, esto es, haciendo pasar el agua al traves de un papel poroso (secante ó de filtros), dispuesto en un embudo, como representa la Fig. 20, ó filtrándola por arena, por una esponja ó

por carbon vegetal, como suele practicarse en las casas particulares.

EXPERIMENTO 25°.—Con todo, fácilmente se comprenderá que sólo aquellas sustancias que, en estado de partículas sólidas, se hallan *suspendidas* en el agua, pueden ser separadas de esta manera ; pues ningun procedimiento de filtracion; por perfecto que sea, basta á recoger las materias ya *disueltas*. Si se echan en agua unas pocas gotas de una disolucion de añil, no será posible separar el color por la filtracion, porque el añil está disuelto en el agua. Si se desea despojar el agua del color azul del añil, habrá que destilarla en una retorta.

26. Aguas cruda y dulce.

EXPERIMENTO 26°.—El agua, sin embargo, al volver al océano, arrastra consigo *sustancias en disolucion*. Si se hierve en un lebrillo de porcelana bien limpio, una pinta de agua de fuente cristalina ó de agua de rio filtrada, hasta que se haya evaporado por completo el agua, se verá que siempre queda algun *residuo sólido* ; al paso que si se evapora de la misma manera agua destilada, no queda residuo ninguno. La razon de esto es que el agua de lluvia, al correr por en medio del suelo y sobre las rocas, encuentra siempre algo que puede disolver y que lleva consigo. De esta manera el mar está continuamente recibiendo materias solubles que le son conducidas de la tierra firme, y se va poniendo, aunque lentamente, cada vez más impuro.

Claro es que la clase de sustancias que el agua

de lluvia recoge en su curso hácia el mar, depende de la naturaleza de las rocas y terrenos que atraviesa, y tambien, diráse, de la especie de impurezas arrojadas por la gente que vive en las inmediaciones. Algunas fuentes son saladas, áun más saladas que el mar, porque las aguas que las surten fluyen sobre capas de sólida sal que existen en las entrañas de la tierra.

Dícese de las aguas de muchas fuentes y rios que son *crudas*; miéntras que el agua de lluvia es siempre *dulce*. Un agua es dura ó cruda si el jabon que con ella se mezcle no produce al punto espuma, sino que se cuaja ó forma sedimento. Veamos si por medio de un experimento podemos descubrir la razon de esto.

27. *Causa de la crudez de ciertas aguas.*

EXPERIMENTO 27º.—Tómese de yeso pulverizado lo que se pueda coger de una vez con los dedos y échese en una botella grande llena de agua dulce (destilada ó de lluvia); sucúdase la botella durante un buen espacio de tiempo, y en seguida fíltrese todo. Quedará el agua perfectamente clara, pero se habrá vuelto cruda; como se podrá demostrar probando á lavarse en ella las manos con jabon; ó mejor, agregándole un poco de agua de jabon bien clara (que se prepara disolviendo jabon en agua caliente, como para hacer ampollas): el agua no se pondrá espumosa en el acto, sino que aparecerá llena de copillos; y si se desea que la espuma se presente, habrá que seguir añadiendo agua de jabon.

Se ve, pues, que el agua de fuente ó de rio puede

hacerse *cruda* disolviendo en ella yeso ó sulfato de cal ; y una vez encrudecida así, fuera inútil el hervirla con objeto de volverla dulce, pues seria tan cruda despues como ántes de la ebullicion.

CAPÍTULO XI

AGUA

28. *El agua encrudecida por la creta se vuelve dulce por la ebullicion.*

Existe, sin embargo, otra clase de agua cruda acerca de la cual tenemos que aprender algo. Se ha visto ya (Experimento 7°) que el aire exhalado de los pulmones contiene gas ácido carbónico, y que cuando se introduce dicho aire (ó aliento) en agua clara de cal, fórmase en ésta un polvo blanco insoluble llamado creta ó carbonato de cal, y el agua adquiere un aspecto lechoso.

EXPERIMENTO 28°.—Repítase el Experimento 7°, pero haciendo pasar por entre el agua de cal más aire que la vez primera. Si se continúa esta operacion durante un buen espacio de tiempo, cinco minutos, por ejemplo, se verá que el aspecto lechoso empieza á desaparecer, y que el agua se va volviendo más clara ; quizá no llegue á estarlo perfectamente ; de todos modos, ya se podrá filtrar el líquido con papel secante ; y se obtendrá un agua clara, pero evidentemente cruda, lo cual será fácil de comprobar con el agua de jabon (Experimento 27°). ¿ Qué ha acontecido, pues ? El ácido carbónico exhalado de los pulmones tiene la propiedad de disol-

ver la creta, sustancia que se sabe es absolutamente insoluble en agua pura ; y así se obtiene un agua clara, que tambien es *cruda* por contener *creta disuelta en ácido carbónico*. Ya se ha visto que el ácido carbónico es un *gas* ; pues bien, si se hierve el agua acabada de encrudecer, se desprenderá todo el ácido carbónico, y la creta que en él se hallaba disuelta caerá en forma de polvo blanco, como se podrá ver si se hiciere la operacion en una cápsula de vidrio. Filtrada que sea esta agua hervida, se podrá demostrar por el experimento (27º) del jabon que ya no es cruda, que *se ha hecho dulce, merced á la ebullicion*. Otro medio de dulcificar agua encrudecida por creta disuelta en ácido carbónico, consiste en agregar agua clara de cal al agua cruda ; la cal se combina químicamente con el ácido carbónico para formar creta ó carbonato de cal, que se precipita ó cae, junto con la creta que el agua ya contenia. Este último método es muy propio para la dulcificacion en gran escala de aguas encrudecidas por la presencia de creta.

29. *Las aguas de diferentes rios difieren en crudez.*

Las aguas *encrudecidas por la creta* y las que lo son por el *yeso* se diferencian en que las primeras se pueden dulcificar agregándoles cal ó hirviéndolas, miéntras que es imposible hacer dulces las segundas por ninguno de estos dos medios. Ahora bien, si el agua de lluvia se escurre por entre rocas que contienen yeso, las fuentes y los rios de aquellas regiones serán crudas á causa de la presencia de dicha sustancia. No obstante ser la lluvia la for-

ma más pura de todas las aguas corrientes, no es, con todo, absolutamente pura, por cuanto disuelve el gas ácido carbónico que toma del aire atmosférico (Experimento 9°). Así sucede que cuando el agua de lluvia pasa por regiones abundantes en cal ó por rocas ó terrenos cretáceos, el ácido carbónico disuelve cierta parte de la creta, y el agua es cruda por contener esta última sustancia. La costra que suele formarse en las calderas no es, en general, otra cosa sino creta, que separándose lentamente mientras el agua está hirviendo, se adhiere en forma de una costra dura al fondo y paredes de las calderas.

Si la lluvia corre por una comarca que abunda en granito y no tiene creta ni yeso, el agua se conserva dulce, por no encontrar á su paso sustancia alguna soluble que la encrudezca.

30. *Impureza de las aguas de las poblaciones.*

El agua que corre por una poblacion ó cerca de albañales ó sumideros, pierde su pureza por mezclarse con los desagües de las casas y se hace impropia para beber; ó mejor dicho, puede envenenarse y ser origen de enfermedades. Sucede á veces que el agua más clara y cristalina, si es tomada de las cercanías de una poblacion, contiene *inmundicias de cloaca*. Hé ahí la razon por qué la mayor parte de las ciudades están hoy surtidas de *agua pura reunida en inmensos depósitos* á cierta distancia y conducida á las poblaciones por grandes tubos de hierro, para ser repartida por otros más pequeños, de hierro ó plomo, á cada casa.

31. *El agua disuelve los gases.*

Los gases tambien son solubles en el agua, pero no todos en el mismo grado. Se ha visto que el agua de lluvia disuelve el gas ácido carbónico que toma del aire al caer á la tierra ; y es tal la cantidad que de este gas se halla disuelta en el agua de soda, que, al destaparse una botella de dicho líquido, el gas se escapa ruidosamente. El aire mismo se disuelve en el agua, y al oxígeno disuelto es que se debe el sabor fresco y agradable del agua de fuente. Si se hierve esta agua, el aire disuelto se desprende, y el agua, vuelta á enfriar, se encuentra desabrida. El oxígeno que se halla disuelto en el agua del mar es esencial para la vida de los peces, pues tienen tanta necesidad de oxígeno para respirar como los animales que viven en el aire. ¿ De dónde toman su oxígeno ? El que usan no es el que está combinado con hidrógeno para formar el agua, sino el que se halla disuelto en el agua. Los peces hacen pasar por en medio de sus agallas grandes cantidades de agua, y de ella á medida que pasa extraen el oxígeno. Si se pone un pez en agua fria que ha sido hervida y que despues no ha estado expuesta al aire, morirá ahogado el pez por no haber en aquella agua oxígeno disuelto para la respiracion.

CAPÍTULO XII

LA TIERRA

32. *Lo que es la tierra.*

Ya se ha aprendido algo acerca del fuego, el aire y el agua ; veamos ahora lo que se puede aprender

relativamente á la tierra ó la materia sólida de que se compone nuestro globo.

El *fuego*, el *aire* y el *agua* son cosas relativamente sencillas :

El *fuego* es el calor que se desprende al quemarse ó combinarse químicamente los cuerpos.

El *aire* es la mezcla de los dos gases oxígeno y ázoe (ó nitrógeno) que existen en derredor nuestro y que empleamos en respirar.

El *agua* es el líquido que rodea á la tierra y está compuesta de dos gases, oxígeno é hidrógeno, combinados químicamente.

La *tierra* es un asunto mucho más difícil y complicado, y de su composicion química sólo se podrá aprender muy poco en este libro.

Antes de empezar el estudio de la sólida tierra, como la llamamos, diremos que sólo es sólida porque no está caliente. Todas las cosas sólidas pueden fundirse y liquidarse con sólo que se las caliente suficientemente. El hierro puede fundirse en un horno y verterse como se vierte el agua ; el vidrio puede fundirse y vaciarse en planchas ; todas las rocas y piedras se pueden fundir y hacerse líquidas á manera de agua, y aún se pueden evaporar por la ebullicion, y *desprenderse en estado de vapor*, con sólo aplicarles el calor necesario. En realidad, el interior de la tierra es bastante caliente para fundir las rocas ; y de los volcanes vemos á menudo deramarse torrentes de roca líquida (lava) candente, que á veces sepultan ciudades enteras, como Herculano cerca del Vesuvio, quemando y abismando cuanto encuentran en su marcha.

Tomemos algunas sustancias terrosas y veamos de qué se componen y qué nos pueden suministrar.

33. *Preparacion del gas ácido carbónico.*

EXPERIMENTO 29°.—Tómese un pedazo de creta, piedra caliza ó mármol, pues químicamente hablando estas tres sustancias son iguales ; pónganse algunos fragmentos en un frasco bitubulado, y viértase encima una cierta cantidad de agua ; agitando el frasco durante algunos instantes para hacer que salgan las burbujas de aire adheridas á los fragmentos de mármol ó creta. A una de las bocas del frasco se adapta un tubo encorvado, propio para recoger el gas, y á la otra un tubo recto con embudo introducido hasta muy cerca del fondo. Por este último tubo se vierte un poco de ácido clorhídrico ; y tan luégo como éste toca el mármol se manifestará una efervescencia muy viva, producida por el desprendimiento del ácido carbónico ; el cual puede recogerse en una botella en que se introduzca la extremidad libre del expresado tubo encorvado. Si al cabo de algunos minutos se sumerge en el gas así recogido una cerilla encendida, ésta se apagará inmediatamente ; y si despues se vierte en la botella una cierta cantidad de agua clara de cal, adquirirá al punto un color de leche. Si en seguida se pone la cerilla encendida en el fondo de otra botella llena de aire, y se vierte encima (como si fuese agua) el ácido carbónico contenido en la primera botella, la cerilla se apagará prontamente como ántes. ¿Qué gas es éste, pues, que hemos obtenido de la creta ó mármol ? Sabemos que es gas ácido

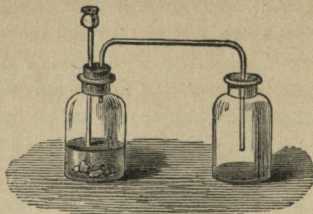


FIG. 23.

carbónico, porque apaga la llama de la cerilla, comunica al agua de cal un aspecto lechoso, y teniendo una densidad mayor que la del aire, puede verse de una botella en otra, como agua. Este ácido carbónico se halla en combinación en el mármol, y éste lo suelta en cuanto se le agrega otro ácido. ¿Qué otra cosa contiene el mármol? Échese un pedazo de mármol al fuego, de modo que se caliente gradualmente, y obsérvese lo que sucede. Si se saca el pedazo de mármol del fuego, se verá que ha sido alterado por la combustión; y si se vierte encima un poco de ácido, ya no se manifestará efervescencia alguna, porque el fuego ha despojado el mármol de su ácido carbónico. Mas si, en vez de ácido, se vierte agua sobre el mármol quemado, esta sustancia, de sólida que era, quedará reducida a polvo, desprendiendo al propio tiempo calor bastante para hacer que hierva el agua. Hé aquí, pues, lo que ha sucedido: al calentarse el mármol, perdió su ácido carbónico, y quedó convertido en *cal viva*, que es lo mismo que acontece en los hornos de cal; y cuando se vierte agua sobre *cal viva*,

ésta se apaga, ó se combina con el agua. Se ve, por lo tanto, que la creta ó mármol es un *compuesto químico de cal y ácido carbónico*, y tambien que de una sustancia terrosa se puede sacar un gas.

CAPÍTULO XIII

LA TIERRA

34. *Preparacion del gas oxígeno.*

EXPERIMENTO 30°.—Tomaremos ahora otra sustancia terrosa, ménos comun que la anterior, pero capaz tambien de enseñarnos cosas importantes. De este polvo rojo que se halla contenido en un frasco rotulado *óxido de mercurio*, pondremos una cierta cantidad en un tubo pequeño de vidrio poco fusible, cerrado por uno de sus extremos, y al extremo opuesto del cual se adapta, por medio de un tapon de corcho, un tubo de vidrio encorvado. Fijo el primer tubo en un apoyo, se calienta el polvo rojo, que pronto se oscurecerá, depositándose al mismo tiempo en las paredes frias del tubo una sustancia blanca reluciente. Por el extremo abierto del tubo encorvado saldrán burbujas de gas que podrán recogerse en una campana llena de agua dispuesta en una cubeta. Si se desea averiguar qué gas es éste, fácil será demostrar que es gas oxígeno, sumergiendo en él una astilla de madera hecha ascua, la cual se inflamará instantáneamente (Experimento 12°). Podremos entónces continuar calentando el polvo rojo hasta que haya desaparecido por completo ó se haya convertido en gas oxí-

geno y la sustancia blanca reluciente que se reúne en el tubo. Veamos qué sustancia es ésta. Desaparecido ya todo el polvo rojo del fondo del tubo, se quita el tubo encorvado, á fin de impedir que el agua, al separarse la lámpara, se introduzca en el primero ; y raspando en las paredes de este último el depósito brillante, veremos reunirse en el fondo unas gotas relucientes de un metal que se llama *mercurio* ó *azogue*.

Hemos visto, pues, que ese polvo rojo puede dividirse en dos sustancias, calentándolo : (1) gas oxígeno ; (2) el metal *mercurio*. Cuando se calienta el expresado polvo rojo, no sólo rinde siempre oxígeno y mercurio, sino que un mismo peso de él da siempre el mismo volumen de oxígeno y la misma cantidad de mercurio. Ya se comprende, pues, por qué el polvo en cuestion se llama *óxido de mercurio* : por ser un compuesto químico de oxígeno y mercurio. Nadie hubiera podido imaginar que dicho polvo rojo contenía estas dos sustancias tan distintas : cosa es ésta que sólo por medio de experimentos puede averiguarse. Pesando el polvo rojo primero, y despues el oxígeno y mercurio que suministra, los químicos han hallado que 216 libras del óxido rojo de mercurio dan siempre 200 libras de mercurio metálico y 16 de oxígeno : lo cual ofrece una nueva prueba de que *todo compuesto químico se forma con arreglo á una ley fija é inalterable*.

35. *La oxidacion aumenta el peso de los metales.*
Casi todas las rocas y cuerpos terrosos que vemos

en torno nuestro contienen oxígeno combinado con alguna otra sustancia para formar óxidos. Los metales todos—hierro, cobre, plata, zinc, plomo,—lo mismo que el mercurio, se combinan con el oxígeno para formar óxidos ; y los óxidos siempre pesan más que el metal que contienen, á causa de la presencia del oxígeno, que tambien tiene peso.

EXPERIMENTO 31°.—Para demostrar que esto es así, tómese un imán de herradura pequeño, y póngase en contacto con unas limaduras de hierro, las cuales se adherirán á las puntas del imán en forma de bruzas ó escobillas. Fíjese entónces el imán á uno de los brazos de una balanza, poniendo en el platillo del otro los pesos necesarios para establecer

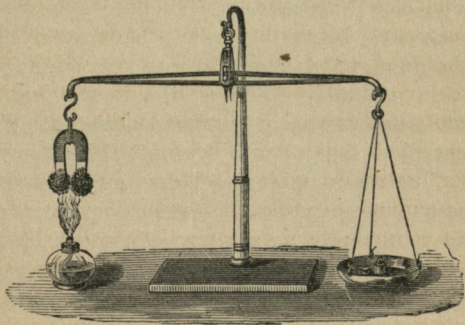


FIG. 24.

el equilibrio exactamente. Si se coloca en seguida una lámpara encendida debajo de las limaduras, éstas se inflamarán y arderán, porque se estarán combinando con el oxígeno del aire para formar

óxido de hierro, que es la misma cosa que el *herrumbre* ú *orin-de hierro*; y si se consigue mantener adherida bastante cantidad de limadura al iman, se verá que la balanza dejará de estar equilibrada, por pesar más el herrumbre que las limaduras.

36. *Metales contenidos en sustancias terrosas.*

Queda, pues, demostrado por los dos últimos experimentos, que una sustancia de aspecto terroso puede contener un metal, que es brillante. Para confirmar esto, haremos otros dos experimentos.

EXPERIMENTO 32°.—Disuélvase en agua caliente, puesta en un tubo de vidrio, un pequeño cristal de sulfato de cobre, é introdúzcase luégo en el líquido la hoja, bien limpia, de un cuchillo ó un pedazo cualquiera de hierro brillante. Sáquese el hierro al cabo de algunos segundos, y se verá que la parte que estuvo sumergida en el líquido azul, está cubierta de una sustancia encarnada que, frotándola, presentará el aspecto rojo brillante del *cobre metálico*. Vuélvase á meter el hierro en el líquido y déjese que permanezca allí durante un buen espacio de tiempo; se notará por último que ha desaparecido completamente el color azul, y que se ha depositado cierta cantidad de cobre en forma de polvo pardo; y aunque se introduzca en la disolución otro pedazo de hierro limpio, no se formará ya más depósito rojo, quedando así probado por dos circunstancias que todo el cobre ha caído ó se ha precipitado al fondo del tubo.

EXPERIMENTO 33°.—Tómese media onza de la sustancia sólida blanca rotulada *acetato de plomo*,

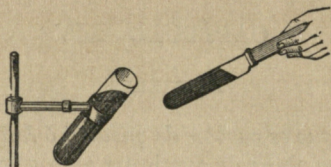


FIG. 25.

y disuélvase en agua en un vaso comun de vidrio, bien limpio ; y, á favor de un hilo atado á un trocito de madera que descansa sobre los bordes del

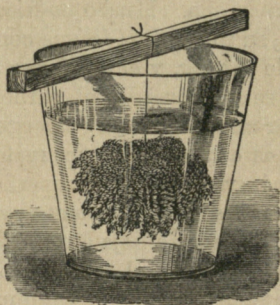


FIG. 26.

vaso, suspéndase un pedacito de zinc dentro del líquido. Pasadas algunas horas el zinc aparecerá cubierto de cristales de *plomo metálico* dispuestos en una forma algo semejante á la de un árbol, indicando así que los cristales, que serán blancos, contienen plomo metálico.

CAPÍTULO XIV

LA TIERRA

37. *Lo que es carbon de piedra, ó hulla.*

Tratemos ahora de averiguar algo acerca del carbon. Sabido es que el *carbon* contiene *carbono*, porque se ha visto que al arder da ácido carbónico por combinarse con el oxígeno del aire ; nadie ignora que se extrae de minas, encontrándose ya á grandes profundidades en la tierra, ya á la superficie ó bastante cerca de ella. Mucho podríamos decir sobre el carbon, su formacion, lo que contiene, lo que de él se puede extraer, y el uso á que se le destina.

1. ¿Cómo se ha formado el carbon? Aunque pueda parecer extraño, es sin embargo verdad que el carbon no es otra cosa que los restos de plantas que mucho há crecieron á la superficie, y fueron despues sepultadas profundamente en las entrañas de la tierra. Cuando se baja á una mina de carbon —ó hullería—se ve que el techo y el piso de las galerías están cubiertos de huellas ó moldes de hojas y otras partes de plantas, lo cual prueba que allí ha habido plantas enterradas ; y el mismo carbon, si se examina en láminas delgadísimas, mostrará señales evidentes de haber sido todo, en un tiempo, materia vegetal.

2. ¿Qué contiene el carbon, y de él qué se puede extraer? Contiene carbono : si arde con llama clara, sabemos que se está formando gas ácido carbónico ; y si echa llamas mezcladas con humo, puede obtenerse del carbon *hollin* ó carbono. Sin embar-

go, el carbon contiene otras cosas además del carbon ; contiene, por ejemplo, hidrógeno.

38. *Fabricacion del gas de carbon ó del alumbrado.*

EXPERIMENTO 34°.—Póngase en la cabeza de una pipa de fumar, de tubo largo, una cierta cantidad de carbon de piedra, pulverizado ; cúbrase en seguida con una mezcla de barro y agua, y déjese secar. Cuando esté bien seca la mezcla, suspéndase la cabeza de la pipa sobre la llama de una lámpara ó de un mechero de gas. No tardará en salir por el tubo un humo amarillento, que se inflamará al acercársele una cerilla encendida, y arderá con llama brillante. Este humo es *gas de carbon*, sólo que no está purificado como el que se emplea para el alumbrado de las casas. Sumergiendo despues

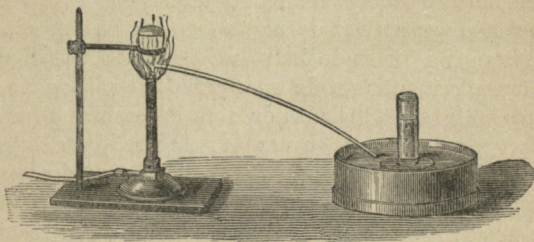


FIG. 27.

la extremidad del tubo en agua puesta en una cubeta, se desprenderán burbujas de gas, que se podrá recoger colocando boca abajo sobre dicho tubo una campana de vidrio llena de agua, y que arderá al

aproximársele una cerilla encendida. Ahora bien, este gas contiene *carbón*, pues de su llama se puede obtener hollín, y porque durante la combustión, se forma *ácido carbónico*, lo cual fácilmente se comprueba practicando el experimento del agua de sal (Experimentos 1º y 7º); y además contiene *hidrógeno*, porque suspendiendo sobre la llama un vaso de beber, bien limpio y seco, se depositarán en las paredes de éste gotas de *agua*, resultado preciso de haberse combinado el hidrógeno del gas de carbon con el oxígeno del aire.

Incoloro é invisible, es más ligero que el aire este gas de carbon, y tambien es inflamable: convendría hacer con él algunos experimentos que sirviesen para confirmar la exactitud de cada una de dichas circunstancias.

Todo el gas de carbon que se emplea en las poblaciones se prepara del modo que llevamos expuesto; sólo que en vez de pipas de fumar se fabrica en hornos grandes de ladrillo ó de hierro, llamados *retortas*; y en lugar de unos polvos de carbon, muchos miles de toneladas de esta sustancia se convierten en gas, que, en vez de recogerse en campanas de vidrio, se almacena en enormes *gasómetros* de hierro laminado.

Volviendo á nuestra pipa: si despues que se ha enfriado, se quita la cubierta de barro, se encontrará en el fondo un polvo pardo oscuro llamado *cok*, que no es otra cosa que parte del *carbón puro* del carbon. Casi todo el carbón y la totalidad del hidrógeno se han marchado convertidos en *gas*, *agua* ó *alquitran*, sustancias todas que se forman

siempre al *destilarse* ó *caldearse* el carbon de piedra de la manera que acaba de verificarse. Hay varias clases distintas de carbon, algunas de las cuales, por contener más carbono y ménos hidrógeno y dar, por lo tanto, más cok y ménos gas que otras, no son tan útiles como éstas últimas para la fabricacion del gas.

Del carbon de piedra se pueden extraer otras muchas cosas además del gas: *el alquitran*, por ejemplo, con que se embrean las jarcias de los buques y las redes de los pescadores con objeto de que el agua salada no las pudra; la *pez* que hace las veces de empedrado en algunas calles y calzadas; y, lo que es aún más maravilloso, el carbon suministra aquellos hermosos colores con que se tiñen ciertos tejidos que se ostentan brillantísimos en los aparadores de las tiendas. Cómo se extraen del carbon esos colores, cosa es que no se puede comprender con solos los conocimientos de química hasta ahora adquiridos en este tratadillo.

39. *Usos del carbon de piedra.*

Difícil empresa fuera dar en pocas palabras una idea clara de la importancia del carbon. ¿Es posible imaginar lo que seria sin carbon el mundo civilizado? Casi todas las industrias manufactureras dependen de la existencia y baratura del carbon. El bienestar, mejor dicho, la existencia de un sin número de pueblos durante el invierno, depende de que tengan tan indispensable mineral. ¿Qué se podria hacer sin ferro-carriles, sin buques de vapor? Sin embargo, los unos y los otros dependen

de que haya carbon. No todos los países producen carbon : las principales minas son las de Inglaterra : en el condado de Lancashire, por ejemplo, hay *carbon* y la *industria algodonera* ; en el sur del país de Gales hay *carbon* y la *industria del hierro* ; y el condado de York tiene *carbon* y la *industria lanera*. Otros países de Europa tienen asimismo *carbon* y *grandes manufacturas*. En los Estados Unidos, se explotan extensísimas minas de carbon, proporcionando vida y energía á vastas y variadísimas empresas manufactureras ; y en la América latina se han descubierto riquísimos depósitos carboníferos, si bien aún muy pocos se han puesto en explotacion. Pero tanto en las comarcas de la Gran Bretaña y de los demas países europeos, quanto en los del Nuevo Mundo que carecen de carbon, los habitantes se dedican, para vivir, á la agricultura, á la cria de ganados y al comercio, por serles imposible tener fábricas importantes sin tener carbon.

CAPÍTULO XV

LA TIERRA

40. *Gas de carbon, y llama.*

Practiquemos ahora unos cuantos experimentos con el gas de carbon, para ver qué se puede aprender acerca de la llama.

EXPERIMENTO 35°.—¿Cómo es que alumbra tan poco la llama del hidrógeno, mientras que alumbra tanto la del gas de carbon? Esto se puede explicar á favor de un sencillo experimento con el *mechero* de Bunsen. Si se tapan con los dedos los

agujeros del fondo de la lámpara, se verá que el gas arde con llama luminosa ; y en cuanto se quiten aquellos, pierde la llama su brillantez y se vuelve azulosa : es que en la llama brillante hay *carbón* sumamente dividido, y en la azulosa no hay carbón alguno. Si se suspende por espacio de algunos segundos un pedazo de papel blanco sobre la llama brillante, quedará manchado de humo ; y no sucederá lo mismo con la llama azulosa. La combustion de la primera es incompleta, y se separan en la llama partículas sólidas de carbón que la hacen brillante ; pero en la llama azulosa, avivada por la corriente de aire que se introduce á través de los agujeros redondos, todo el carbón se quema de una vez y se mezcla con el gas de carbón ántes de que se queme la mezcla en la parte superior de la lámpara.



FIG. 28.

EXPERIMENTO 36°.—Las diferentes partes de la llama de una vela comun son dignísimas de estudiarse y enseñan mucho. Examinando atentamente la llama de una vela que arda de un modo fijo y regular, se notará que consta de tres partes, á saber :

1. Una zona exterior azul y apénas visible, en que la combustion es completa.

2. Una zona interior brillante ó luminosa, en que se separa el hollín, despréndese la luz, y es incompleta la combustion.

3. Un cono central negro, formado por el gas sin quemar aún, y tal cual sale de la mecha.

Ahora bien, la vela no es otra cosa que una

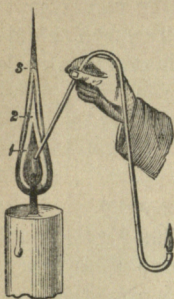


FIG. 29.

pequeña fábrica de gas, encima de la cual arde el gas, que se destila del sebo ó la cera, siendo la mecha la retorta en que se verifica la destilación.

Si se desea comprobar que dicho cono negro consiste efectivamente de gas acabado de destilar, no hay más que introducir en el centro del cono uno de los extremos de un tubo de vidrio encorvado: los gases que aún no se han inflamado marcharán por el tubo y podrán encenderse en el otro extremo aproximándosele una cerilla encendida.

41. Causa de las detonaciones y explosiones en las minas de carbon, y modo de impedir las.

¿Quién no ha oído hablar de los terribles accidentes que suelen ocurrir en las minas de carbon, determinados por el *grisú* (hidrógeno protocarbonado), especie de gas de carbon, que al mezclarse con el aire, *detona* ó se inflama súbitamente, causando la muerte de no pocos de los que trabajan en las minas. Siendo oscuras las galerías, los mineros tienen que llevar luces que los alumbren mientras sacan el carbon; y al desprenderse de éste el gas ó *grisú*, produce con el aire mezclas sumamente explosivas. Pueden impedirse estas terribles detonaciones merced á la lámpara de seguridad de Davy. Veamos la razon de esto.

EXPERIMENTO 37º.—Si se coloca horizontalmente

en la parte superior de un mechero de gas un pedazo de tela comun de alambre, abriendo en seguida la llave y encendiendo el gas por encima de la tela, se verá que, al elevarse ésta algunas pulgadas sobre el mechero, la llama no pasará á traves de dicha tela. ¿ Por qué es esto? *Porque la tela metálica arrebatata el calor con tal rapidez que el gas no puede seguir ardiendo.*

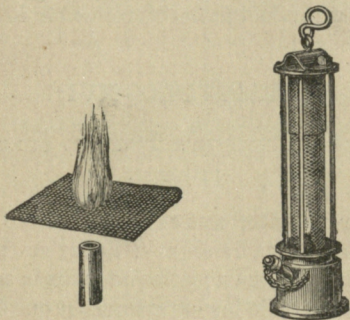


FIG. 30.

Supongamos ahora que se rodea una llama con semejante tela de alambre ; la llama arderá dentro de la tela y dará luz, recibiendo á traves de las mallas de la tela el aire necesario para la combustion, *sin que dicha llama pueda penetrar al exterior.* Una *lámpara de seguridad* así dispuesta se puede introducir en una mina donde haya grisú sin ser posible que éste se encienda, por no poder la llama pasar á traves de la tela de alambre ; debiendo de esta suerte la vida tantísimos mineros á la

preciosa invencion de la lámpara de seguridad de Davy.

La lámpara va representada por la Fig. 31 ; se ve la llama ardiendo dentro del resguardo de tela de alambre, que á favor de tornillos se ajusta al depósito de aceite del fondo. ; Cuán sencillo es el principio científico que se acaba de explicar y del cual se ha sacado partido para salvar la vida de miles de hombres, haciendo que sin peligro alguno se pueda conseguir un artículo tan necesario como lo es el carbon de piedra !

CAPÍTULO XVI

ELEMENTOS Ó CUERPOS SIMPLES, Y CUERPOS COMPUESTOS.

42. Con los anteriores experimentos se ha aprendido mucho acerca de algunas de las sustancias terrosas comunes ; pero aquellos no son más que una pequeñísima parte de los experimentos que han hecho los químicos en busca de los conocimientos que poseen acerca de la composicion de la tierra. Sólo por medio de observaciones y experimentos se puede aprender algo en química ; y al químico le incumbe *examinar y comprobar* las propiedades de cuantas sustancias se hallen á su alcance, á fin de averiguar cómo se componen y qué materias contienen.

Merced á este sistema de investigacion de todos los cuerpos, bien sean del aire, del mar ó de las entrañas de la tierra, bien sean del reino vegetal ó animal, los químicos han encontrado que todas las

sustancias pueden dividirse en dos grandes categorías :

1. *Cuerpos simples ó elementos—que no pueden descomponerse en otras sustancias.*

2. *Cuerpos compuestos—de los cuales se pueden extraer dos ó más sustancias diferentes entre sí por sus propiedades y diferentes de la sustancia primitiva.*

43. Busquemos algunos ejemplos de cuerpos simples y compuestos, primeramente entre los *gases*. El gas *oxígeno* es un *cuerpo simple* ó elemento, pues no contiene otra cosa que oxígeno. El gas *hidrógeno* tambien es un elemento, por la misma razon. Pero el gas de carbon no es un elemento, sino un *compuesto*, porque se puede descomponer en dos sustancias del todo diferentes: carbono ú hollin y gas hidrógeno. Se ha visto asimismo que el gas ácido carbónico es un compuesto de carbono y gas oxígeno. Pasando á los líquidos : el metal *mercurio* es un elemento, por cuanto de él es imposible extraer otra cosa más que el metal líquido reluciente que ántes se vió. El agua, sin embargo, es un *compuesto*, porque muchas veces se puede demostrar, como ya se ha ejecutado, que contiene dos elementos : oxígeno é hidrógeno. De la misma manera no pocos *sólidos* son elementos ó cuerpos simples, al paso que otros son compuestos ; así, el óxido rojo de mercurio es un compuesto, pudiendo obtenerse de él mercurio, que es un metal, y el gas oxígeno ; la creta es un compuesto, pues que es posible descomponerla en ácido carbónico y cal ; la sal

comun es un compuesto del cual se puede obtener un gas amarillo llamado cloro y además un metal ; y tambien es un compuesto el sulfato de cobre, que al descomponerse da el metal rojo brillante al cual se llama cobre, y ácido sulfúrico. Pero el *azufre*, *carbono*, *fósforo*, *cobre*, *plata*, *oro* y otros muchos, son todos *elementos* ó cuerpos simples, de los cuales los químicos no han podido sacar ninguna otra sustancia, ni ha sido jamas posible cambiar ninguno de ellos en otro de naturaleza diferente.

44. Merced á experimentos no interrumpidos, con todas las sustancias que ven en torno suyo, los químicos han encontrado que todo cuanto existe en la superficie del globo terrestre, ó encima ó debajo de ella, se halla constituido de uno ó más de los *sesenta y tres cuerpos elementales* que se conocen. Algunos de éstos se encuentran en estado de gases, como el oxígeno ; otros en estado líquido, como el mercurio ; los más de ellos, sin embargo, se presentan en forma de sólidos, como el azufre y el hierro. Un gran número de estos elementos son comunísimos, y se encuentran en cantidades enormes, ya como elementos, esto es, en *estado libre*, ya en *combinacion* ; así, por ejemplo, el oxígeno se halla en estado libre, como un gas, en el aire ; en combinacion con el hidrógeno formando el agua, y con los otros elementos constituyendo óxidos. Muchos de estos elementos, con todo, muy raros, se hallan en poquísimos lugares y apenas se emplean en las artes é industrias manufactureras. Mas no hay que considerar en manera alguna que dichos elementos ca-

rezcan de importancia ó utilidad, áun cuando nos veamos precisados en estas lecciones á limitarnos al estudio de los que se encuentran con más facilidad y en mayor abundancia.

En gracia de la simplicidad, se dividen los elementos en dos clases: á la primera pertenecen los elementos ó cuerpos *metálicos*, tales como el *hierro, cobre, oro, plata*; y á la segunda los *no metálicos* ó *metaloides* (esto es *que se parecen á los metales*), como el *oxígeno, azufre, carbono*. La diferencia de aspecto de los cuerpos metálicos y los no metálicos se reconocerá desde luégo examinando muestras de los elementos que van citados como ejemplos.

Sólo son quince los cuerpos no metálicos, al paso que se conocen cuarenta y ocho metálicos.

Hé aquí los nombres de los *elementos más importantes*:

Elementos no Metálicos*Oxígeno**Hidrógeno**Ázoe**Carbono**Cloro**Azufre**Fósforo**Silicio***Elementos Metálicos***Hierro**Aluminio**Calcio**Magnesio**Sodio**Potasio**Cobre**Zinc**Estaño**Plomo**Mercurio**Plata**Oro*

Estos sesenta y tres elementos poseen todas propiedades diferentes por medio de las cuales se pueden reconocer y separar los unos de los otros. Algunos, sin embargo, se parecen entre sí más que otros; por ejemplo, el plomo y el estaño se asemejan más por sus propiedades que el oxígeno y el hidrógeno. Examinando el modo con que los elementos se combinan para formar compuestos, se observa que *los más desemejantes son los que se juntan*. Así el plomo y el estaño no forman compuesto alguno que difiera esencialmente de uno u otro de dichos dos metales; pero el oxígeno y el hidrógeno siendo desemejantes, se combinan para formar el agua, cuerpo del todo diferente de los elementos que lo constituyen. Es ley general que *la combinación química se verifica con más facilidad entre los cuerpos que más difieren entre sí*.

CAPÍTULO XVII

CUERPOS NO METÁLICOS, Ó METALOIDES

45. Tenemos ahora que aprender algo acerca de las propiedades de los elementos más comunes, en el orden en que van enumerados en la lista.

El *oxígeno* es un gas incoloro é invisible, sin olor ni sabor. Existe en *estado libre* en el aire, mezclado con el gas ázoe en la proporción de $\frac{1}{5}$ próximamente de oxígeno y de $\frac{4}{5}$ de ázoe. Se combina con todos los demás cuerpos simples (ménos uno) para formar óxidos. Al combinarse el oxígeno con los otros elementos, se desprende *calor* y muchas veces

luz, y se dice que la sustancia *se quema*. Todas las rocas y arenas y todas las clases de tierra y minerales contienen oxígeno; en una palabra, este gas constituye más de la mitad del peso entero del globo terrestre. El oxígeno es necesario para la vida de los animales, los cuales lo respiran y lo emplean para oxidar y purificar la sangre y mantener el calor animal.

Puede obtenerse oxígeno puro sometiendo muchos de los compuestos que lo contienen á una temperatura convenientemente elevada; así el óxido rojo de mercurio, puesto en un tubo, y el clorato de potasa, en un frasco, sueltan al calor su oxígeno, que puede recogerse en una campana; y si se desea demostrar que es en efecto oxígeno, no hay más que introducir en el gas una astilla de madera hecha ascua, la cual se inflamará al punto.

Cuando sea necesario producir mayor volúmen de gas oxígeno que el que se puede obtener por el Experimento 30°, mézclese media onza de clorato de potasa pulverizado con su peso próximamente del óxido negro de manganeso; póngase la mezcla en un frasco que se cierre con un tapon de corcho provisto de un tubo largo encorvado, y colóquese el frasco en el apoyo, de modo que se pueda ir calentando la mezcla á fuego lento. El gas al desprenderse marchará por el tubo encorvado á la cubeta, donde podrá recogerse de la manera que representa la Fig. 24.

Con dicho gas se podrá demostrar:

1. Que, soplando una cerilla encendida y sumergiéndola, cuando conserva todavía algunos puntos

en ignicion, en una campana llena de gas oxígeno, se reproduce la llama ; y en seguida, vertiendo agua de cal, que se ha formado ácido carbónico.

2. Que un pedazo de carbon encendido, se inflama instantáneamente en el oxígeno, y arde formando tambien ácido carbónico.

3. Que un pedacito de azufre encendido, arde con una llama azul brillante, introducido que sea en oxígeno.

4. Que un pedazo muy pequeño de fósforo seco, encendido, arde con una brillantez deslumbradora al meterlo en una campana llena de oxígeno.

Tambien se podrá comprobar que el gas incoloro formado por la combustion del azufre, y los vapores blancos producidos por la del fósforo son *ácidos* uno y otros, por cuanto, si se vierte una corta cantidad de tintura azul de tornasol, el color azul es reemplazado por un color rojo.

46. El *hidrógeno* tambien es un gas incoloro é invisible, sin sabor ni olor. No existe en *estado libre* en el aire atmosférico, pero sí combinado con el oxígeno, formando agua. Hay varios medios de separar el hidrógeno del agua (Experimentos 12º y 14º), y de demostrar que cuando el hidrógeno arde en el aire, se forma agua pura. El hidrógeno se combina con otros muchos elementos—con el carbono para producir el gas de los pantanos (llamado en las minas de carbon, *grisú*, Art. 41), sustancia que se encuentra en el gas de carbon ; y hay hidrógeno en todos los ácidos, ácido azóico (ó nítrico),

ácido sulfúrico, ácido clorhídrico. El gas hidrógeno es la sustancia más ligera que se conoce, siendo su peso $14\frac{1}{2}$ veces menor que el del aire, circunstancia por la cual se emplea dicho gas para inflar los globos aerostáticos.

47. El *ázoe* es tambien un gas incoloro é invisible, sin sabor ni olor. Existe en *estado libre* en el aire, mezclado con el oxígeno, pudiendo aislarse éste último quemando un pedazo de fósforo en un frasco (Experimento 6°). El *ázoe* se encuentra tambien en muchos compuestos, como el *ácido nítrico*, el *nitrato de potasa ó salitre*, y el *amoniaco*; y, en combinacion, en la carne de todos los animales. El *ázoe* no se une fácilmente con los cuerpos, y es sustancia sumamente inerte; no arde, no mantiene la combustion ni la vida animal; no ejerce, sin embargo, ninguna accion deletérea; y los animales perecen en el *ázoe* sólo por falta de oxígeno: esto es, se sofocan.

Puede conseguirse que el *ázoe* y el hidrógeno se combinen entre sí para formar el *amoniaco*, y el *ázoe*, oxígeno é hidrógeno para producir el *ácido nítrico*.

EXPERIMENTO 38°.—El *ácido nítrico* se puede obtener con facilidad poniendo en una retorta media onza de nitrato de potasa pulverizado y vertiendo encima igual cantidad de ácido sulfúrico. Se coloca una lámpara de alcohol debajo de la retorta, el extremo de cuyo tubo enchufa en un frasco que se mantiene frio en un lebrillo de agua, y sirve para recoger el ácido. No tardará en reunirse en el

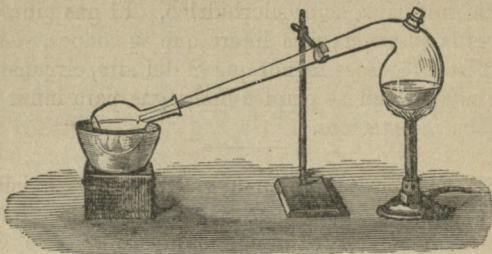


FIG. 31.

frasco un líquido amarillento—ácido nítrico. Es muy agrio y corrosivo; y el ácido nítrico puesto en contacto con el cútis, produce manchas amarillentas y llagas. *Enrojece* la tintura azul de tornasol, por ser un *ácido*; y mezclado con un álcali, como la potasa cáustica (que tiene la propiedad de volver azul la tintura roja de tornasol), pierde sus propiedades ácidas. A una disolución de *potasa cáustica* agréguese una cierta cantidad de tintura azul de tornasol, y viértase despues encima lentamente *ácido nítrico*: el color azul se enrojecerá prontamente, por *neutralizar* el ácido al álcali. Si acto continuo se evapora el agua hirviéndola en un lebrillo de porcelana, quedará una sal blanca, que es *nitrato de potasa* ó *salitre*, resultado de la combinación química del ácido nítrico con la potasa, ó sea la sustancia que se empleó primitivamente para producir el ácido nítrico; y si, despues de haberla sometido á una temperatura elevada, se disuelve en agua una pequeña cantidad de la expresada sal blanca, la disolución ni volverá azul la tintura roja

de tornasol, ni enrojecerá la tintura azul, demostrando así que la sal es neutra.

Ácidos, álcalis y sales.

Resulta, pues, de este último experimento :

1. Que se llama *ácido* toda sustancia agria y corrosiva que enrojece la tintura azul de tornasol.

2. Que un *álcali* es una sustancia que vuelve azul la tintura roja de tornasol, y tiene la propiedad de neutralizar los ácidos.

3. Que una *sal* es la sustancia ó cuerpo neutro que se forma al combinarse un ácido con un álcali ó base.

Aquí se presenta un nuevo ejemplo de que las *sustancias desemejantes* son las que se combinan entre sí. No pueden darse dos cuerpos más desemejantes que el ácido nítrico y la potasa, los cuales se unen para producir el conocidísimo salitre, del todo diferente por sus propiedades de los cuerpos que lo constituyen.

48. *Carbono*.—El carbono, que es un cuerpo sólido, se encuentra en estado libre en forma de carbon vegetal, cok (Experimento 34°) ó carbon de piedra. La naturaleza nos ofrece el carbono, tambien en estado libre, en otros dos cuerpos del todo diferentes entre sí y del primero : en la piedra preciosa, dura y por lo regular incolora, que se llama *diamante* ; y en el cuerpo blando que sirve para hacer lápices y es conocido con los nombres de *lápiz plomo* ó de *grafito*. ¿Cómo se ha de demostrar que estas tres sustancias tan desemejantes entre sí por su aspecto y sus propiedades físicas, son,

bajo el punto de vista químico, un mismo elemento? La combustion del *carbon vegetal* en el oxígeno, produce gas ácido carbónico; quemando un pedazo de *grafito* se obtiene gas ácido carbónico; y si en vez de aquellos, se quema un pedazo de *diamante*, se echa de ver asimismo que se ha formado gas ácido carbónico. De donde se infiere que cada uno de estos tres cuerpos—carbon vegetal, grafito y diamante—contiene carbono. Mas ¿contienen alguna otra sustancia además del carbono? No; porque quemando separadamente igual cantidad en peso de cada uno de ellos—12 granos de carbon vegetal, 12 granos de grafito y 12 granos de diamante,—se obtendrá en cada uno de los casos un peso exactamente igual de ácido carbónico. Luego, á despecho de que parecen ser sustancias tan diferentes, la piedra preciosa y el tosco carbon de piedra, químicamente considerados, son absolutamente iguales, un mismo elemento—carbono.

El carbono es elemento indispensable de todo cuerpo vegetal y animal. En un pedazo de carbon vegetal, se echa de ver la forma y tejido de la leña que le dió origen; cuando se calcina una materia animal—un pedazo de carne, por ejemplo,— prontamente se hace visible el negro carbono; pero si se quema por completo la leña ó la carne, desaparece el carbono todo, convertido en gas ácido carbónico, quedando tan sólo un poco de ceniza.

EXPERIMENTO 39º.—Si se desea hacer ver que las sustancias vegetales contienen carbono, pónganse en un vaso de beber unos terrones de azúcar y viértase encima agua caliente bastante para formar

un jarabe, al que se agregará una cierta cantidad de ácido nítrico concentrado. El jarabe al punto se oscurece, levanta espuma, y todo el azúcar, de blanco que era, quedará convertido en carbon negro ; porque el azúcar contiene carbon, el cual se ha hecho visible.

¿Qué diferencia habria en el mundo si no existiese el carbono ? Ni más ni ménos, seria imposible la vida animal y vegetal : ¡ tan inmenso cambio puede acarrear la ausencia de un solo elemento !

El carbono, sin embargo, se encuentra, no sólo en los cuerpos de los animales y en las plantas, sino tambien en el aire, en forma de gas ácido carbónico ; y con ayuda de lo ya aprendido (Experimento 9º), se podrá comprender que este ácido carbónico que existe en el aire, sirve de alimento á todas las plantas. Muchas rocas contienen asimismo carbono, y ya se ha visto que existe en forma de ácido carbónico en la creta, en la piedra caliza ó piedra de cal y en el mármol.

CAPÍTULO XVIII

CUERPOS Ó ELEMENTOS NO METÁLICOS Ó METALOIDES

49. El *cloro* es un elemento muy diferente por sus propiedades de todos los que llevamos estudiados. De un color amarillo verdoso y un olor sumamente penetrante, este gas obra como un veneno sobre la economía animal ; respirado en corta cantidad provoca la tos, y cuando se está mucho tiempo

expuesto á su accion, puede producir graves accidentes, como son espantos de sangre, etc. El cloro no existe en estado libre en la naturaleza ; pero se puede extraer de un útil compuesto que lo contiene —la *sal comun*. Este compuesto, que se emplea como condimento ó para conservar carnes y que comunica al agua de mar su sabor salino, está constituido de cloro y del metal sodio, por cuya razon se llama á la sal comun *cloruro de sodio*.

EXPERIMENTO 40°.—Puede extraerse el cloro de la sal comun poniendo en un matraz una mezcla de esta última sustancia y peróxido de manganeso (óxido negro de manganeso) pulverizado, y vertiendo encima ácido sulfúrico diluido en su peso de agua. Al calentarse suavemente el matraz, se desprende un gas pesado amarillo verdoso, de olor muy penetrante, que, conducido por un tubo encorvado, se recoge en una botella seca.

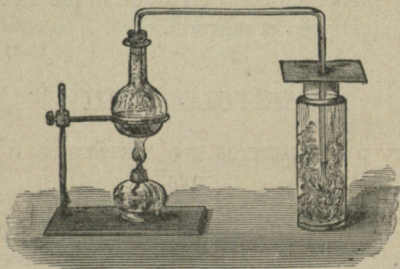


FIG. 32.

Este gas es cloro. Debe cuidarse mucho de no aspirarlo, porque, como llevamos dicho, respirado

provoca la tos y determina inflamacion de la garganta. El cloro se combina fácilmente con los metales formando *cloruros*. Si se echa una corta cantidad de antimonio metálico, pulverizado, en la botella que contiene dicho gas, se verán chispas de fuego, y se formará cloruro de antimonio, en forma de una nube blanca. Aquí se ve, pues, que las sustancias pueden entrar en combustion, no sólo en el oxígeno sino tambien en el cloro; y que las combinaciones químicas siempre van acompañadas del desprendimiento de calor.

Empléase el cloro en las artes para el blanqueo de las telas de algodón é hilo, obrando enérgicamente, segun se puede comprobar mojando un pedazo de tejido de algodón de color y metiéndolo en una botella llena del expresado gas amarillo: sacudiendo la botella por espacio de algunos minutos, se verá que el tejido ha perdido su color.

Los *polvos de blanquear* que se venden en las tiendas, contienen cloro; como fácilmente se demuestra poniendo una pequeña cantidad de dichos polvos dentro de un frasco y echando por encima ácido sulfúrico diluido: al punto se verá desprenderse un gas amarillo verdoso dotado de la propiedad de blanquear las telas de color, como ántes se expuso.

EXPERIMENTO 41°.—Disuélvase en agua una cierta cantidad de los polvos de blanquear, y póngase en la disolucion un pedazo de tela de algodón de color: no será destruido el color. Pero si se saca la tela y se mete en agua mezclada (ó acidulada) con una pequeña cantidad de ácido sulfúrico, em-

pezará á desaparecer el tinte, y repitiéndose la operacion, quedará la tela completamente blanca. Tal es el procedimiento empleado por los blanqueadores. Hé aquí lo que sucede en este experimento: al contacto del ácido, el líquido de blanquear suelta su cloro y éste hace desaparecer el color destruyéndolo.

50. El *azufre* es un cuerpo sólido (á la temperatura ordinaria), de un color amarillo canario; se conoce, principalmente, en dos formas: la de un polvo fino llamado flores de azufre, y la de barritas cilíndricas. Si se pone un pedazo de azufre en una cuchara y se le expone al fuego, *se funde* primeramente, luégo *hierve*, y por último se inflama y arde con una llama azulada hasta consumirse completamente, despidiendo al propio tiempo el olor sofocante que todo el mundo conoce.

Durante esta combustion el azufre se está combinando con el oxígeno del aire y da origen á un óxido de azufre, que es un gas incoloro llamado *ácido sulfuroso*. Se emplea el azufre en la preparacion de las pajuelas azufradas ordinarias (á que se llama comunmente fósforos), pues se inflama fácilmente y enciende la astilla de madera; y entra tambien en la composicion de la pólvora, que es una mezcla de azufre, carbon vegetal y nitrato de potasa ó salitre. El azufre aislado ó nativo se encuentra en la tierra en las regiones volcánicas, siendo la isla de Sicilia el país que lo exporta en mayor cantidad. Preséntase tambien en combinacion con un gran número de metales formando *sulfuros* de

los mismos. Estos sulfuros, en general, son las *gangas* de los metales, esto es, las sustancias de las cuales se extraen los metales. Así, la ganga de plomo, llamada *galena*, no es otra cosa que sulfuro de plomo. El azufre se combina además para formar el *ácido sulfúrico*, compuesto químico de gran importancia. Este ácido, que es un líquido oleoso pesado, se fabrica en cantidades enormes (muchas miles de toneladas cada semana), se emplea en un gran número de procedimientos manufactureros, entre otros, para hacer jabon, para los teñidos, para el estampado y blanqueo de los tejidos de algodón, y en la preparacion de casi todos los demas ácidos. El ácido sulfúrico se combina con los metales formando *sulfatos*, como, por ejemplo, el *sulfato de sodio ó sal de Glauber*; el *sulfato de hierro ó vi-triolo verde*; el *sulfato de cobre*, y otros muchos.

51. El *fósforo* es un elemento que no se encuentra en estado libre en la naturaleza, pero sí en combinacion con el oxígeno y el metal calcio, formando *fosfato de calcio*, en los *huesos de los animales*. Cuando se queman estos huesos en contacto del aire, queda una masa porosa blanca que se llama *ceniza de hueso*, y de la cual se puede extraer el fósforo.

El fósforo, lo mismo que el carbono, existe en dos formas: el fósforo ordinario ó amarillo, y el fósforo rojo, que difiere mucho del primero en sus propiedades.

EXPERIMENTO 42º.—Colóquese una pequeña bandeja de hierro sobre un trípode; y córtese un pe-

dazo de fósforo amarillo tamaño como la cuarta parte de un guisante, lo cual debe hacerse debajo del agua, por ser el fósforo una sustancia sumamente combustible y peligrosa, que se inflama espontáneamente, y produce quemaduras de mucha gravedad si se enciende mientras está en contacto con los dedos. Séquese pronto el pedazo de fósforo con papel secante ó de filtros, y cogiéndolo con tenacillas ó con la punta de un cortaplumas, póngase sobre la bandeja. Tómese en seguida igual cantidad de fósforo rojo (ó de los polvos de éste), y colóquese sobre la misma bandeja. Se verá que el fósforo rojo no se conserva, como el amarillo, debajo del agua, y esto por razones que no tardarán en comprenderse. Dispuesta como va dicho la bandeja, póngase por debajo una lámpara encendida ;



Fig. 33.

—dentro de algunos segundos el fósforo amarillo (*b*, Fig. 33) se inflamará y arderá con una llama brillante, despidiendo una nube espesa de vapores blancos. El fósforo rojo (*a*), sin embargo, no se inflamará al pronto ; pero continuando la aplicación del calor, se encenderá al fin y arderá precisamente de la misma manera que el fósforo amarillo. Este experimento demuestra que el fósforo amarillo es muy inflamable, y que es menester conservarlo debajo del agua para impedir que se encienda al contacto del oxígeno del aire ; al paso que la variedad roja no se enciende fácilmente y se conserva inalterable al aire.

EXPERIMENTO 43°.—El fósforo amarillo se enciende por la simple frotacion. Tómese otro trocito, envuélvase en un pedazo de papel secante y frótese con el pié en el piso, ó con un martillo en un pedazo de madera : se verá que por la frotacion se inflama y arde el fósforo. La fácil combustibilidad del fósforo ha dado lugar á su empleo en la fabricacion de las *pajuelas azufradas ordinarias*, que para encenderlas basta frotarlas sobre una superficie dura. La punta, de un color rojo ó rojo oscuro, contiene fósforo ; al frotar la pajuela, se desprende el barniz que cubre la pasta de fósforo y ésta se enciende comunicando el fuego á la madera.

De algun tiempo á esta parte se fabrican *pajuelas de seguridad* que sólo se encienden frotándolas sobre una sustancia especial que va unida á la cajita misma que contiene aquellas. ¿Cómo es esto? Reflexionando un poco, se comprenderá. Tómese una de esas pajuelas de seguridad y pruébese á encenderla frotándola sobre el papel de lija de una cajita de pajuelas ordinarias : no se encenderá ; pero si se la frota sobre el papel rojo oscuro de la cajita de la cual se tomó, se inflamará al instante. Esto se explica por no contener fósforo la punta de la pajuela de seguridad, en virtud de lo cual no se puede encender por la simple frotacion sobre una superficie dura cualquiera, y sí sólo frotándola sobre una sustancia que tenga la propiedad de inflamar fácilmente el fósforo : el papel de la cajita está cubierto de fósforo rojo (ó no inflamable) pulverizado, y al frotarse la pajuela sobre este papel, una cierta cantidad del expresado fósforo rojo se

adhiera á la punta de aquella y se enciende al contacto de la mezcla que la cubre.

52. El *silicio* es un elemento que (lo mismo que el fósforo) no se presenta en estado libre en la naturaleza ; pero en combinacion con el oxígeno, se halla profusamente repartida sobre la superficie del globo. El ácido silícico, al cual se da tambien el nombre de *sílice*, constituye el *cuarzo* ó *cristal de roca*, y se encuentra en todas las rocas : mejor dicho, son silíceas todas las rocas que no sean calcáreas. Las arenas, la piedra arenisca y el pedernal no son otra cosa que sílice en mayor ó menor grado de pureza. La sílice forma con los metales unos compuestos llamados *silicatos* : la arcilla, por ejemplo, es un silicato, y sónlo por tanto los ladrillos, los objetos de alfarería y la porcelana ; el *vidrio* es un silicato que se produce calentando en hornos á temperaturas elevadas una mezcla de arena blanca (sílice), cal y sosa, ó de arena, óxido de plomo y potasa.

La primera de estas mezclas forma lo que se conoce con el nombre de *vidrio comun* de que ordinariamente se componen los vasos comunes de beber, copas, lunas de espejos, vidrieras y otros objetos ; y la segunda el *cristal*, que sólo se emplea para objetos de lujo. El silicio es una sustancia cristalina negra que se obtiene separando el oxígeno de la sílice, pero nunca se consigue absolutamente puro.

Todas las rocas de que se compone la tierra sólida, ó contienen silicio ú otros elementos metálicos,

ó éstos y aquél en combinacion con el oxígeno ; por donde se ve que la tierra está compuesta de *sustancias oxidadas ó producidas por la combustion.*

CAPÍTULO XIX

METALES

53. *Hierro.* — Al emprender el exámen de los *metales* más importantes, justo es que empecemos por el hierro, por ser de todos ellos el más útil al hombre. Sin el hierro seríamos salvajes, ó poco ménos ; no tendríamos ferro-carriles, ni locomotoras, ni máquinas de clase alguna ; ni tubos para gas ni para agua, ni cuchillos, ni herramientas de ninguna especie. Hubo un tiempo en que los hombres no tenian hierro, porque esta utilísima sustancia no se encuentra en forma de metal en la naturaleza, y sí únicamente en minerales terrosos, de los cuales sólo se extrae el metal con mucha dificultad. En aquellos tiempos se usaban instrumentos ó útiles de *bronce ó cobre*, y en épocas más remotas todavía, sólo se empleaban hachas y cuchillos de *pedra*. De todos los minerales de hierro, uno de los más útiles es, á no dudarlo, el óxido rojo que se conoce con el nombre de *hematites roja*. Calentado éste con carbon de leña, suelta su oxígeno y queda el hierro metálico, que batiéndolo se puede reducir á *barras* propias para herraduras, azadones y otros objetos menudos ; ó sometiéndolo á la accion de los cilindros de un laminador, se puede formar en planchas de más ó ménos espesor,

segun hayan de servir para la construccion de buques, para calderas de vapor ó para la fabricacion de hojas de lata. Esto se llama *hierro dulce*, porque se le puede forjar ó batir, dándole, calentado al rojo blanco, cualquiera forma que mejor convenga. Ésta es la clase de hierro que al herrero le sirve para hacer clavos y herraduras, y aros ó llantas para las ruedas de los carros y carretas ; y es tanto más útil por cuanto se puede *soldar*, operacion que consiste en unir dos pedazos del metal, batiéndolos miéntras están calientes, de tal modo que sea imposible separarlos. Pero hay otra clase de hierro que es tambien muy útil, á saber, el *hierro colado*, porque se puede fundir y, miéntras está líquido, vaciarse en moldes formando lo que se llaman fundiciones. El hierro colado sirve para la fabricacion de tubos para gas y agua, faroles, enrejados, ruedas grandes, armazones de máquinas, y tiene otras varias aplicaciones ; y se hace fundiendo *mineral de hierro con carbon de piedra ó hulla y piedra caliza*, en altos hornos en que el fuego es avivado á favor de un poderoso tiro ó corriente de aire producida por máquinas de viento.

El hierro colado no es maleable como el hierro dúctil, por lo que es imposible reducirlo á barras cuando está caliente ó someterlo á la accion de laminadores para formarlo en planchas ; es *quebradizo*, y cual vidrio se hace añicos al tratar de batiirlo con martillo. El *hierro colado* no es hierro puño, pues *contiene carbono* que toma del carbon ; pero merced á un procedimiento de afinacion llamado *puillaje*, se le puede trasformar en hierro

dúctil privándole del carbono y otras sustancias combinadas. Existe una tercera especie de hierro llamada *acero*, que se destina á la fabricacion de navajas, cuchillos y otros instrumentos cortantes, á causa de su gran dureza y tenacidad y de podersele dar con la muela un filo sumamente fino.

Quemando el hierro en contacto del aire (Experimento 31°) ó en el oxígeno, se obtiene el óxido de hierro; y sucede lo propio cuando se tiene expuesto al aire húmedo un pedazo de hierro bruñido: *se toma de orin*, y al cabo de cierto tiempo, llegaría á convertirse completamente en *herrumbre*. El mismo óxido ú orin es lo que constituye las manchas de hierro tan frecuentes en las telas de algodón é hilo.

EXPERIMENTO 44°.—Si se vierte una cierta cantidad de ácido sulfúrico sobre limaduras de hierro

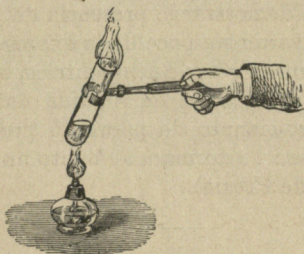


FIG. 34.

puestas en una campana, habrá desprendimiento de gas, lento al principio, pero mediante el calor de una lámpara, se avivará de modo tal que se podrá encender el gas á la boca de la campana. Este gas

es hidrógeno : disuélvese el hierro en el ácido, formando una sal que se llama sulfato de hierro ó vitriolo verde, quedando libre el hidrógeno del ácido sulfúrico. Si se llena la campana con agua y se filtra en seguida el líquido, se obtendrá una disolucion casi incolora ; y si ésta se *evapora* ó reduce por la ebullicion (Fig. 35) se formarán, al enfriarse, cristales de vitriolo verde.

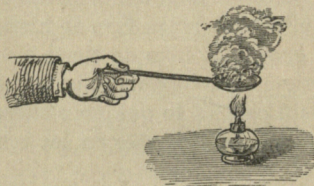


FIG. 35.

Si se desea demostrar la presencia del hierro, no hay más que verter un poco de la expresada disolucion, con algunas gotas de ácido nítrico, en una pintada de agua, y agregarle en seguida unas cuantas gotas de ferro-cianuro de potasio ó prusiato amarillo de potasa : se formará al punto un color azul subido (azul de Prusia).

54. *Aluminio*.—Estudiaremos en seguida este metal, por ser el que se obtiene de la *arcilla*, y hallarse por tanto abundantemente repartido en muchas rocas. No se creeria que un metal blanco argentino brillante puede extraerse del barro comun ; sin embargo, los químicos lo hacen. De

sentirse es que no se pueda fácilmente privar á la arcilla de su oxígeno, atendidas las numerosísimas aplicaciones que tendria el aluminio en las artes; pero á pesar de lo barato y comun de la arcilla, la extraccion del metal es demasiado costosa. Calentado en contacto del aire, este brillante metal arde formando un óxido llamado *alúmina*.

Los cristales blancos de alumbre contienen aluminio.

55. El *calcio* es tambien un metal muy difícil de obtener en estado puro, aunque son comunísimos sus compuestos. La cal viva es óxido de calcio; la creta, el mármol y la piedra caliza no son otra cosa que carbonato de cal; el yeso es sulfato de cal; y el fosfato de cal es uno de los principales constituyentes de los huesos de los animales. Se ve, pues, que este metal es muy abundante en la tierra.

EXPERIMENTO 45°.—Al prepararse ácido carbónico tratando la creta por el ácido clorhídrico (Experimento 29°), el líquido que queda en la botella es una disolucion de cloruro de calcio. Si se filtra el líquido, y se evapora la disolucion clara por la ebullicion, quedará, en forma de polvo blanco seco, una *sal* llamada cloruro de calcio, que nos sirvió en el Experimento 20° para secar el hidrógeno y reunir el agua, pues es muy ávida de humedad. Si se tiene un poco del polvo expuesto al aire durante algunas horas, se verá que se habrá puesto líquido, por haber absorbido ó haberse apoderado de la humedad que existe siempre en el aire.

Si á una corta cantidad de dicho polvo blanco,

disuelto en agua en una campana, se agrega un poco de la disolucion clara, rotulada *carbonato de sosa*, se verá que los dos líquidos claros se convertirán al punto en una mezcla turbia y lechosa. La razon de esto es que se forma creta, sustancia insoluble, es decir, que no se disuelve en el agua como el cloruro de calcio, por lo que cae ó se precipita al fondo. Hé aquí lo que sucede :—

Tómanse—

Cloruro de calcio	}		{	Carbonato de sosa
(soluble en el agua)	}	y	{	(soluble en el agua)

y se obtienen al mezclarse las dos disoluciones—

Carbonato de cal, ó creta	}		{	Cloruro de sodio, ó sal comun
(insoluble en el agua)	}	y	{	(soluble en el agua).

Esto nos enseña que algunas de las sales de un metal pueden no ser *solubles* en el agua, como por ejemplo la creta, miéntras que otras (como el cloruro de calcio) se disuelven fácilmente en aquel líquido. Pero es menester guardarse de imaginar que entre las sustancias arriba enumeradas se halle alguna que no estuviera ya presente : lo único que se ha verificado es una *diferencia de arreglo* ó de distribucion, merced á la cual se ha formado la creta, si bien ya estaban presentes los cuerpos que lo constituyen.

56. El *Magnesio* es un metal blando que tiene el color y brillo de la plata, y es tan dúctil y maleable* que puede estirarse en hilos y reducirse á láminas finas semejantes á cintas.

* *Metales maleables* se llaman los que, sometidos al choque del martillo, se aplastan en láminas en vez de quebrantarse ó reducirse á fragmentos ; y *dúctiles* los que pueden ser reducidos á hilos.

EXPERIMENTO 46°.—Si se toma una cinta de magnesio de seis ú ocho pulgadas de largo y se mantiene uno de sus extremos en la llama de una cerilla, se verá que el metal se inflama y arde con una luz blanca deslumbradora, cayendo al propio tiempo al suelo un polvo blanco. * Este polvo es *magnesia*, el óxido del metal. Durante la combustion del magnesio se desprenden nubes de humo blanco y de humo negro; el humo negro no es hollin, puesto que no hay carbono presente; es una parte del metal que no se ha quemado y marcha en forma de una nube oscura; y el humo blanco es la *magnesia* ú óxido sólido reducido á polvo fino.

EXPERIMENTO 47°.—Si se recoge una cierta cantidad de dicho polvo blanco y se le calienta en una campana en que se hayan puesto algunas gotas de ácido sulfúrico, aquel se disolverá; y si se vierte en seguida la disolucion en un lebrillo de porcelana, enfriado que sea el líquido, se verán en el lebrillo unos cuantos cristales en forma de agujas; estos cristales son *sulfato de magnesia* ó *sal de Epsom*, un compuesto de *magnesia* y ácido sulfúrico.

Hay otros varios compuestos de magnesio, algunos de los cuales se encuentran en los minerales y las rocas. La naturaleza no presenta este metal sino combinado, y no deja de ser algo costosa su extraccion de la *magnesia*; pero á pesar de esta circunstancia, la brillantísima luz que produce al arder hace que hoy se emplee en la fabricacion de los fuegos artificiales y para faros. Conserva su brillo en contacto del aire seco, y á no ser por su alto precio, podria destinarse á muchos usos.

CAPÍTULO XX

METALES

57. El *Sodio* es el metal de que nos servimos (Experimento 13°) para separar el hidrógeno del agua. Muy diferente de todos los metales empleados en los artes, no sólo no se conserva en el aire, pues se oxida formando un polvo blanco, sino que tampoco hay que ponerlo en contacto del agua, porque se apodera al instante del oxígeno de este líquido, quedando libre el hidrógeno; es preciso tenerlo sumergido en aceite de *petróleo*, el cual no contiene oxígeno. Se ha visto ya (Experimento 13°) que si se echa un pedazo de sodio en agua, náda en la superficie, desprendiéndose al mismo tiempo hidrógeno; pues bien, si se enrojeciera el agua con ácido rojo de tornasol ántes de poner en ella el metal, el color se volveria azul despues de desaparecido el sodio, lo cual tendria por causa el haberse producido *sosa*, que es un *álcali*.

EXPERIMENTO 48°.—El sodio es un metal sumamente útil al químico, pues por su medio puede obtener los dos anteriores metales, magnesio y aluminio. Ya se deja suponer que el sodio no se presenta en estado libre en la naturaleza: se hace privando á la sosa (óxido de sodio) de su oxígeno. Si se calienta un pedacito de sodio á la llama de una lámpara, se funde primeramente y luégo se inflama y arde con una llama amarilla brillante, despidiendo un humo blanco que no es otra cosa que óxido de sodio, ó sea sosa.

El sodio es el metal de las *sales de sosa*, muchas de las cuales son sustancias no ménos útiles que conocidas.

Hé aquí algunas de las más importantes :

<i>Nombre vulgar.</i>	<i>Nombre químico.</i>	<i>Lo que contiene.</i>
Sal marina, sal de roca, ó sal comun.	Cloruro de sodio.	Sodio y cloro.
Sal de Glauber.	Sulfato de sosa.	Sodio y ácido sulfúrico.
Cristales de sosa.	Carbonato de sosa.	Sodio y ácido carbónico.
Salitre de Chile.	Nitrato de sosa.	Sodio y ácido nítrico.

De todas éstas, es la *sal de roca* la que se encuentra en mayor cantidad ; se extrae de minas que se hallan esparcidas por casi todas partes en la tierra, y de ella se consumen muchos cientos de miles de toneladas todos los años. De la sal comun, que tambien se extrae del agua de mar evaporándola, se pueden obtener todas las demas sales de sodio. Así, si se desea obtener sal de Glauber, no hay más que verter ácido sulfúrico sobre la sal comun : despréndese una espesa nube de humos de *ácido clorhídrico* y queda sulfato de sosa, lo cual se puede explicar de la manera siguiente :

Se toman

Cloruro de sodio (sal comun) y ácido sulfúrico,

se obtienen

Sulfato de sosa (sal de Glauber) y ácido clorhídrico.

Fácilmente se demuestra que los expresados humos son ácidos en alto grado, teniendo en ellos un pedazo de *papel azul de tornasol*, que enrojecen al instante.

58. El *Potasio* es el metal contenido en el álcali que se llama potasa y en las sales de potasa. Echa-

do en agua un pedazo de potasio, tamaño como la mitad de un guisante, se combina tan violentamente con el oxígeno, que el hidrógeno se inflama y arde con una llama violácea, color debido al *álcali*, *potasa*, que se forma.

Las sales de potasa se encuentran en muchas partes de la tierra, como tambien en las cenizas de las plantas. La potasa, del inglés *potash* (*pot*, marmita, *ash*, ceniza), debe su nombre á la circunstancia de poderse obtener dicha sal hirviendo cenizas de madera en marmitas. Son numerosas y útiles las sales de potasa. Hé aquí tres de las más importantes :

<i>Nombre vulgar.</i>	<i>Nombre químico.</i>	<i>Lo que contiene.</i>
Potasa.	Carbonato de potasa.	Potasio y ácido carbónico.
Nitro ó salitre.	Nitrato de potasa.	Potasio y ácido nítrico.
Clorato de potasa.	Clorato de potasa.	Potasio, cloro y oxígeno.

La sosa y la potasa se llaman *álcalis*.

EXPERIMENTO 49º.—Fabricase el *jabon* hirviendo aceites vegetales ó animales ó sebo con un álcali ; distinguiéndose con el nombre de *jabones crudos* los que se hacen con sosa, y el de *jabones suaves* los que contienen potasa. Fácilmente se hace jabon vertiendo media onza de aceite de castor en un lebrillo en que se haya puesto agua caliente, y agregándole una cierta cantidad de sosa : al hervir el líquido, desaparece por completo el aceite, y se forma jabon, que se disuelve en el agua. Despues de haber continuado la ebullicion durante un buen espacio de tiempo, se echa en el lebrillo un puñado de sal, que, disolviéndose en el líquido, separa el iabon y éste náda en la superficie. Enfriado, el ja-

bon presenta el aspecto de una sustancia sólida blanca, y se puede emplearlo para lavarse las manos. Suelen tomarse aceites ó sebos comunes para hacer jabon ; para este experimento se ha escogido el aceite de castor por ser más fácil de reducir á jabon que las grasas ordinarias.

Hay que hablar ahora de varios metales, todos los cuales son muy útiles y tienen un gran número de aplicaciones, aunque algunos de ellos son más costosos que los otros.

CAPÍTULO XXI

METALES

59. El *Cobre* es un metal rojizo que sirve para hacer cazuelas, sartenes y calderas de varias especies ; y es muy maleable y dúctil, ó lo que es lo mismo, puede ser reducido á láminas delgadas y á hilos sumamente finos. El alambre de cobre es muy estimado á causa de su flexibilidad y tenacidad. La naturaleza nos presenta este metal en estado *nativo*, pero lo más comun es hallarlo en *minerales de cobre*, de los que se cuentan varias especies. De todos los minerales de cobre, el más importante es el compuesto de cobre y azufre que se hizo en el Experimento 5º: separando el azufre, se obtiene cobre metálico puro.

Empléase mucho el cobre para mezclarlo con otros metales formando aleaciones útiles, tales como el *laton*, que se compone de $\frac{2}{3}$ de cobre y $\frac{1}{3}$ de zinc, próximamente, y el *bronze*, compuesto de co-

bre y estaño. En la antigüedad, mucho ántes que los hombres conociesen el acero, fabricaban sus armas é instrumentos cortantes con una mezcla ó aleacion de cobre y estaño. Calentado en contacto del aire, el cobre *pierde su brillo*, y se cubre de una película negra de óxido ; y si se continúa la aplicacion del calor, todo el cobre se combina con el oxígeno del aire, y queda convertido en óxido negro de cobre, semejante al que se usó en el Experimento 20°.

EXPERIMENTO 50°.—Si se vierten unas cuantas gotas de ácido nítrico sobre una ó dos virutas de cobre puestas dentro de una campana de vidrio, se desprende del ácido una nube espesa de vapores rojos parduzcos, y queda formada una *disolucion azul de nitrato de cobre*. El cobre se ha combinado con oxígeno y con el ácido nítrico. Una gota de esta disolucion en una campana llena de agua, producirá todavía un color azul al agregarse amoniac, por cuyo medio es fácil comprobar la presencia de las sales de cobre. El *sulfato de cobre* (Experimento 32°) es un compuesto de cobre y ácido sulfúrico. Tratada una disolucion de esta sustancia por el reactivo de amoniac, da el mismo color azul subido que el nitrato de cobre del experimento que acaba de ejecutarse.

60. El *Zinc* es un metal blanco azulado, muy útil. Sirve para *galvanizar* las planchas de hierro ; es decir, cubrirlas de una capa de zinc, que tiene la propiedad de impedir que se oxiden cuando están

expuestas al aire húmedo. El mineral más importante de este metal es el *sulfuro de zinc*, un compuesto de zinc y azufre á que se ha dado el nombre de *blenda*. Úsase tambien el zinc para formar aleaciones útiles con otros metales: así, el laton, como llevamos expuesto, se compone de una aleacion de cobre y zinc, por lo que no es un elemento ó cuerpo simple.

EXPERIMENTO 51°.—Si se disuelve zinc en ácido sulfúrico diluido (Experimento 15°), se desprende *gas hidrógeno*, y queda *sulfato de zinc*. Fíltrese una pequeña cantidad del líquido obtenido en la preparacion del hidrógeno, y evapórese: enfriado el líquido, se formarán cristales blancos de zinc. Sometidas á una temperatura elevada unas virutas de zinc, arden produciendo un polvo blanco que es óxido de zinc, en lo que este metal se parece al magnesio.

61. El *Estaño* es un metal blanco parecido á la plata en su aspecto y brillo. Una de sus aplicaciones más importantes es el *estañado* de las planchas de palastro, operacion que consiste en sumergir aquéllas en estaño fundido. La hoja de lata comun no es otra cosa que palastro estañado para impedir la oxidacion del hierro. Con el estaño se hacen asimismo varias aleaciones útiles, tales como el peltre, metal blanco ó de Bretaña, soldadura ó material de que se sirven los plomeros para soldar. El mineral más importante de este metal es un *óxido de estaño* que se encuentra en los terrenos más antiguos, formando filones ó vetas en medio de ro-

cas graníticas, y en las arenas procedentes de la destruccion de estas mismas rocas. Los principales criaderos de mineral de estaño son los de Sajonia, Bohemia, Inglaterra y España, habiéndolos tambien abundantes, si bien aún poco explotados, en la América del Sur. El estaño metálico se extrae del mineral, calentando éste con carbon á fin de privarle de su oxígeno ; el metal puro se funde y puede separarse fácilmente.

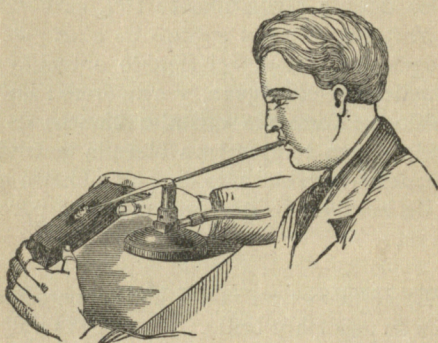


FIG. 36.

EXPERIMENTO 52º.—Mézclense óxido de estaño pulverizado con carbonato de sosa, por partes iguales ; póngase la mezcla en un hoyo hecho en un pedazo de carbon de leña (Fig. 37), y caliéntesela dirigiendo sobre ella con soplete una llama hecha luminosa con tapar los agujeros de un mechero ó quemador de Bunsen. No tardará en fundirse la mezcla ; pero se continuará la aplicacion del calor por un corto espacio de tiempo más, y en seguida

se separará con la punta de un cortaplumas la parte del carbon inmediatamente al rededor de la mezcla y se echará todo en un mortero donde se reducirá á polvo fino. Lávese entónces la mezcla con agua para separar todas las partículas ligeras de carbon, y se echarán de ver en el fondo del mortero unos granos redondos ó globulillos brillantes y pesados de estaño metálico. En este caso el oxígeno del óxido de estaño se combina con el carbono del carbon de leña para formar gas ácido carbónico, el cual se escapa al aire, al paso que el estaño queda y se funde bajo la accion del calor.

62. *Plomo*.—Este metal, de un color gris azulado, se puede fundir fácilmente y se deja cortar sin gran esfuerzo; y apenas se oxida en contacto del aire, merced á cuya circunstancia sirve admirablemente para tubos de gas y de agua y, reducido á láminas, para cubrir tejados y hacer canalones de casas. Empléase tambien para balas y perdigones á causa de la facilidad suma con que se funde y vacía en moldes. El más comun de todos los minerales de este metal es el sulfuro de plomo, conocido por los mineralogistas con el nombre de *galena*, y se encuentra en el país de Gales, y en otras muchas partes de la tierra. Uno de los procedimientos metalúrgicos que sirven para extraer el plomo de la galena, se reduce á fundir el mineral con hierro metálico, que se apodera del azufre de la galena formando un sulfuro de hierro fusible y la reduce al estado de plomo metálico. El ramo de la cien-

cia que trata de la extraccion de los metales se llama *metalurgia*.

Son numerosos y utilísimos los compuestos de plomo : hé aquí algunos de los más importantes :

<i>Nombre comun.</i>	<i>Nombre químico.</i>	<i>Lo que contiene.</i>
Blanco de plomo ó albayalde.	Carbonato de plomo.	Plomo y ácido carbónico.
Minio.	Óxido rojo de plomo.	Plomo y oxígeno.
Litargirio.	Óxido amarillo de plomo.	Plomo y oxígeno.
Azúcar de plomo.	Acetato de plomo.	Plomo y ácido acético.
Amarillo de cromo.	Cromato de plomo.	Plomo y ácido crómico.

El albayalde, el minio y el amarillo de cromo se emplean en la pintura ; y es preciso recordar que el lápiz-plomo (nombre vulgar del grafito), es carbono puro y no contiene plomo ninguno.

EXPERIMENTO 53°.—Si se vierte un poco de una disolucion de cromato de potasa en un vaso de agua á que se haya agregado una cierta cantidad de una disolucion de acetato de plomo, se produce un precipitado de cromato de plomo de un hermoso color amarillo, cuyo precipitado no es otra cosa que amarillo de cromo. Hé aquí lo que sucede en este caso :

<i>Antes de la mezcla se tenían</i>	{ Cromato de potasa y acetato de plomo (sales ámbas insolubles).
<i>Después de la mezcla han quedado</i>	{ Cromato de plomo (polvo amarillo insoluble) y acetato de potasa (soluble).

63. El *Mercurio*, llamado vulgarmente *azogue*, es el único metal líquido á la temperatura ordinaria, propiedad que lo hace muy valioso, particularmente para el azogado de los espejos, y para hacer

termómetros (instrumentos que sirven para medir las temperaturas), y *barómetros* (instrumentos para medir la presión del aire atmosférico), sobre que habrá que aprender algo en las *Nociones de Física*. Expuesto al aire, el mercurio no *se empaña*, pero calentado se oxida formando *óxido rojo* de mercurio, del cual se puede separar el oxígeno mediante una temperatura más elevada todavía (Experimento 30°). Se puede hervir el mercurio, y destilarlo de la misma manera que el agua. Como tantos otros metales, el mercurio y sus compuestos son venenosos en alto grado ; pero se emplean en medicina administrados en pequeñas dosis.

64. La *Plata* es un metal muy estimado y valioso. Se encuentra en Méjico, el Perú, Bolivia, y otros muchos países. La propiedad que hace que este metal sea tan útil, es la de no empañarse por oxidación ; pero el contacto del azufre lo ennegrece formando un sulfuro negro. Desde la más remota antigüedad se emplea este metal en la fabricación de un gran número de objetos de joyería y otros de lujo y adorno, pero principalmente como artículo de cambio en forma de *plata acuñada ó moneda de plata*. Sin embargo, rara vez se emplea en perfecto estado de pureza, porque es demasiado blanda, y tanto las monedas como los demás objetos fabricados con ella se desgastarían en poco tiempo. Lo más común es alear la plata con cierta cantidad de cobre, que le da mucha dureza sin menoscabar la pureza de su blancura. La ley de la moneda difiere

en los diferentes países, pero puede decirse, por término medio, que es de $\frac{900}{1000}$, lo cual quiere decir, que la aleación debe contener 900 partes de plata y 100 de cobre.

EXPERIMENTO 54°.—Veamos si se puede demostrar la presencia de plata y cobre en una moneda de plata. Córtese un pedazo de un real, échese en una campana de vidrio y viértase encima una pequeña cantidad de ácido nítrico. Pronto se levantará una espesa nube de vapores, y la plata quedará disuelta. Ya se ha visto (Experimento 22°) que la plata puede servir para indicar la presencia del cloruro de sodio ó sal comun. Pues bien, si á la disolución de plata en ácido nítrico, se agrega una cierta cantidad de sal comun, caerá al fondo de la campana un *precipitado blanco* denso de *cloruro de plata*, que es insoluble. Lo que sucede en este caso, es como sigue :

<i>Tómanse</i>	{ Nitrato de plata y cloruro de sodio (sales ámbas solubles).
<i>Obtiénense</i>	{ Cloruro de plata (polvo blanco coposo insoluble en el agua) y nitrato de sosa (soluble en el agua).

Si ahora se filtra todo, se verá que la disolución clarificada es de un color azul verdoso y contiene la totalidad del cobre. Póngase un pedazo de hierro brillante en el líquido, y se formará en la superficie de este metal una capa de cobre metálico.

65. El *Oro* es un metal aún más precioso que la plata ; tiene un hermoso color amarillo ; y se en-

cuentra siempre puro, esto es, en estado de *oro metálico*. De algun tiempo á esta parte California y Australia han producido grandes cantidades de oro. Este metal es uno de los más pesados que se conocen ; y tambien uno de los más dúctiles, pues se puede reducir á hilos finísimos y á láminas de una delgadez suma que se llaman *hojas de oro* y se emplean para el dorado de una infinidad de objetos. El oro, lo mismo que la plata, es demasiado blando para poderse emplear nunca puro en la fabricacion de las monedas y joyas ; y hay que alearlo con cobre, y á veces con plata, con objeto de hacerlo más duro y más fusible.

EXPERIMENTO 55°.—El oro no es soluble en ningun ácido solo. Divídase una hoja de oro en dos mitades ; póngase una de éstas en una campana, y la otra en otra campana ; viértase en una de las campanas una cierta cantidad de ácido nítrico, y en la otra ácido clorhídrico. Ninguno de los pedazos de hoja de oro se disolverá ; pero mézclense los dos líquidos y el metal desaparecerá con mucha rapidez, haciendo ver que, aunque ninguno de los ácidos basta solo para disolver el oro, los dos mezclados pueden efectuarlo. El oro nunca se empaña al aire, ni le ennegrece el contacto del azufre, como sucede á la plata, por cuya razon aquel metal se ha empleado desde los tiempos más remotos para hacer moneda y objetos de joyería.

CAPÍTULO XXII

RESULTADOS

66. *Combinacion en proporciones determinadas.*
—No dejará de ser útil el exámen de los resultados más importantes del estudio del fuego, el aire, el agua y la tierra. Ya se tiene una idea exacta de algunas de las diferentes materias de que el mundo se compone : háse aprendido que las varias sustancias, ya sean sólidas, líquidas ó bien gaseosas, y pertenezcan al reino animal, al vegetal ó al mineral, constan de uno ó más de los sesenta y tres elementos ó cuerpos simples, ninguno de los cuales puede convertirse en otro, y de ninguno de los cuales se ha podido jamas extraer dos sustancias diferentes entre sí.

Tambien se ha visto que dichos elementos se combinan para formar cuerpos del todo diferentes por sus propiedades de los elementos primitivos, aunque éstos pueden separarse nuevamente de aquellos. Se ha aprendido que el peso de los compuestos es siempre igual á la suma de los pesos de los cuerpos simples que los constituyen ; y que en todas las combinaciones químicas jamas se verifica pérdida ninguna de peso : ni se puede crear nada, ni destruir cosa alguna.

Háse explicado asimismo el modo de usar la balanza para determinar la composicion de las sustancias químicas. Los químicos tienen que pesar todo lo que desean examinar, con objeto de averiguar (como se hizo al tratar del agua en el Experimento

20°) el peso exacto de los elementos contenidos en los compuestos.

Se ha hallado que—

Diez y seis partes en peso de oxígeno	.	.	16
y Dos partes en peso de hidrógeno	.	.	2
constituyen diez y ocho partes en peso de agua	.		18

advirtiéndolo al mismo tiempo, que tales son las proporciones en que aquellos elementos se combinan siempre para producir dicho líquido; y lo que de éste se ha dicho, se aplica igualmente á todos los demás compuestos: todos contienen sus elementos en proporciones fijas. Así es que los químicos han encontrado que el óxido rojo de mercurio, que se usó en el Experimento 30°, contiene siempre:

Oxígeno	.	.	.	.	16 partes en peso.
y Mercurio	.	.	.	.	200 “ “ “

lo cual hace de óxido de mercurio 216 “ “ “

Por consiguiente, si se desea preparar 16 libras de oxígeno, hay que tomar, cuando ménos, 216 libras del polvo rojo, y, á no perderse alguna parte del oxígeno, se obtendrá con toda seguridad la cantidad exacta que se necesita; pudiendo calcularse fácilmente, por medio de una regla simple de proporción, qué peso es menester tomar del óxido rojo para preparar otra cualquiera cantidad en peso de oxígeno.

Esta gran ley que preside á las combinaciones químicas se mantiene siempre constante. Si conviene sacar la cantidad máxima posible de ácido nítrico de la cantidad menor en peso de nitro ó sali-

tre (nitrato de potasa) y ácido sulfúrico (Experimento 38°), hay que tomar 98 partes de éste, y 101 de aquel, y se obtendrá 63 partes de ácido nítrico. Y si se queman 24 partes de alambre de magnesio (Experimento 46°), darán siempre exactamente 40 partes de magnesia, á no ser que se pierda alguna parte de esta última sustancia.

67. *Pesos en que se combinan los cuerpos simples.*

Hé aquí una lista de los cuerpos simples más importantes, con sus símbolos y los pesos en que se combinan :

Cuerpos no Metálicos— Metaloides.	Cuerpos Metálicos— Metales.
<i>Oxígeno</i> . . <i>O</i> = 16	<i>Hierro</i> . . <i>Fe</i> = 56
<i>Hidrógeno</i> . . <i>H</i> = 1	<i>Aluminio</i> . . <i>Al</i> = 27
<i>Ázoe ó Nitrógeno</i> . . <i>Az</i> ó <i>N</i> = 14	<i>Calcio</i> . . <i>Ca</i> = 40
<i>Carbono</i> . . <i>C</i> = 12	<i>Magnesio</i> . . <i>Mg</i> = 24
<i>Cloro</i> <i>Cl</i> = 35	<i>Sodio</i> . . <i>Na</i> = 23
<i>Azufre</i> <i>S</i> = 32	<i>Potasio</i> . . <i>K</i> = 39
<i>Fósforo</i> <i>P</i> = 31	<i>Cobre</i> . . <i>Cu</i> = 63
<i>Silicio</i> <i>Si</i> = 28	<i>Zinc</i> . . <i>Zn</i> = 65
	<i>Estaño</i> . . <i>Sn</i> = 118
	<i>Plomo</i> . . <i>Pb</i> = 207
	<i>Mercurio</i> . . <i>Hg</i> = 200
	<i>Plata</i> . . <i>Ag</i> = 108
	<i>Oro</i> <i>Au</i> = 197

La letra que va colocada despues del nombre de cada uno de los cuerpos, es el símbolo ó abreviatura con que aquel se indica : por ejemplo, en vez de escribir la palabra *fósforo* con todas sus letras, puede ponerse la letra *P*. Estos símbolos suelen

ser las iniciales, no de los nombres castellanos de los cuerpos, sino de los nombres latinos de los mismos, lo cual explica la falta de correspondencia que se nota en algunas de aquellas: así, *Fe* significa hierro, del latin *ferrum*; *Ag*, plata, del latin *argentum*. Los números colocados á continuacion de los símbolos, representan la *proporcion fija*, en *peso*, en que los cuerpos se combinan respectivamente: cada uno de dichos números es el resultado de experimentos hechos con objeto de averiguar aquellas proporciones, esto es, del *análisis* de los compuestos formados por la combinacion de tal ó cual elemento con otro elemento. Por ejemplo, al analizar el óxido rojo de mercurio, se encuentra que contiene 16 partes en peso de oxígeno y 200 partes en peso de mercurio, para formar 216 partes en peso del expresado óxido; ó al calentar azufre y cobre juntos (Experimento 5º) hasta que se combinen, se echa de ver que exactamente 63 partes en peso de cobre se unen con 32 partes en peso de azufre para formar 95 partes en peso de sulfuro de cobre; y si se tomara mayor cantidad que la indicada de uno ú otro cuerpo, el excedente quedaria sin combinar. Ahora bien, el mismo peso de oxígeno (16 partes) se une con otros metales para formar óxidos de los mismos, y el peso del metal, con que se une, ó es el peso de combinacion de dicho metal ó algun otro peso que esté íntimamente relacionado con dicho peso de combinacion. Así, 16 partes en peso de oxígeno se unen con 56 partes en peso de hierro para formar un óxido de hierro; con 40 partes de calcio para formar un óxido de calcio (cal comun);

con 65 partes de zinc, 118 de estaño, 207 de plomo, para formar óxidos de dichos metales.

Nuestra taquigrafía química, sin embargo, tiene otras significaciones además de las ya explicadas. Si se escribe el símbolo, O, ó el Hg, se quiere dar á entender con ellos, no un peso cualquiera de oxígeno ó de hidrógeno, sino exactamente los pesos de combinacion de estos dos elementos: O significa 16 partes en peso de oxígeno; Hg significa 200 partes en peso de hidrógeno, y nada más; y por eso se ha escrito en la tabla de la página 114: $O = 16$, y $Hg = 200$.

Supongamos ahora que sea necesario escribir el símbolo químico de un compuesto; no hay más que poner al lado uno del otro los símbolos de los elementos que contenga. Por ejemplo, HgO significa óxido de mercurio, y este símbolo no sólo expresa que el compuesto contiene oxígeno y mercurio, dice además *cuánto* oxígeno y *cuánto* mercurio contiene el cuerpo, porque se tiene presente que O significa 16, y Hg 200; de modo que el símbolo ó fórmula química es utilísima, por cuanto expresa no sólo la composicion *cualitativa* (ó la naturaleza de los elementos constituyentes) sino tambien la composicion *cuantitativa* (ó cantidad de cada uno de los elementos que contiene el cuerpo compuesto). Otro ejemplo: CaO significa óxido de calcio ó cal comun, y exactamente 40 y 16, ó sean 56, partes en peso de cal; ZnO significa óxido de zinc, dando á entender al mismo tiempo 65 y 16, ó sean 81, partes en peso de dicho metal; miéntras que H_2O significa agua; esto es, dos veces H, ó 2 partes en peso de

hidrógeno combinadas con 16 partes en peso de oxígeno, para formar 18 partes en peso de agua.

68. Algunos de los elementos se combinan en diferentes proporciones, formando varios compuestos. Por ejemplo, se conocen cinco combinaciones del oxígeno con el ázoe ó nitrógeno, formando cinco compuestos diferentes, á saber :

El primer compuesto, llamado protóxido de ázoe, contiene 28 partes en peso de ázoe, y 16 partes en peso de oxígeno.

El segundo compuesto, llamado bióxido ó deutóxido de ázoe, contiene 28 partes en peso de ázoe, y dos veces 16, ó sean 32, partes en peso de oxígeno.

El tercer compuesto, llamado trióxido de ázoe, contiene 28 partes en peso de ázoe, y tres veces 16, ó sean 48, partes en peso de oxígeno.

El cuarto compuesto, llamado tetróxido de ázoe, contiene 28 partes en peso de ázoe, y cuatro veces 16, ó sean 64, partes en peso de oxígeno.

El quinto y último compuesto, llamado pentóxido de ázoe, contiene 28 partes en peso de ázoe, y cinco veces 16, ó sean 80, partes en peso de oxígeno.

Ahora bien, recordando que Az significa 14, y que O significa 16, fácilmente se pueden escribir las fórmulas de los anteriores compuestos.

El primer compuesto contiene 28 partes, ó dos pesos de combinacion, de ázoe, y 16 partes, ó un peso de combinacion, de oxígeno ; por consiguiente este compuesto se representa por la fórmula N_2O .*

* La cifra pequeña escrita debajo del símbolo, indica que se toma más de una vez el peso : O_3 expresa Oxígeno = 16 tomado tres veces, ó sea $3 \times 16 = 48$.

Por igual razon se representará

El segundo compuesto con la fórmula	N_2O_2	} ó bien {	Az_2O_2
" tercer " " "	N_2O_3		Az_2O_3
" cuarto " " "	N_2O_4		Az_2O_4
" quinto " " "	N_2O_5		Az_2O_5

Se ve, pues, segun estas fórmulas, que la cantidad en peso de oxígeno contenida en los cuatro últimos compuestos, es respectivamente dos, tres, cuatro, cinco veces la cantidad en peso de oxígeno contenida en el primer compuesto. Además de esto, se ha encontrado que es imposible preparar ningun compuesto que contenga una cantidad intermedia de oxígeno ; por ejemplo, si se tratase de combinar 28 partes en peso de ázoe con 20 partes en peso de oxígeno, todo el ázoe se combinaria con sólo 16 partes en peso del oxígeno, y quedarian sin combinar las 4 partes restantes de este último cuerpo. Hé aquí, pues, que tenemos las dos importantísimas leyes que presiden á las combinaciones químicas :

1. La ley que determina la combinacion de los elementos en proporciones fijas, llamadas *pesos de combinacion*.

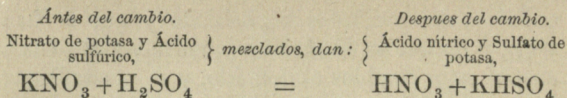
2. La *ley de las proporciones múltiples*, ó sea la ley que determina las combinaciones en proporciones múltiples de los expresados pesos de combinacion, siempre que existan varios compuestos de dos mismos elementos.

69. *Lo que significa una ecuacion química.*

Ya se comprenderá que es posible representar por medio de *símbolos* ó *fórmulas* todos los cambios

químicos de que ántes he hablado y que se han visto, y los que en lo sucesivo puedan verse. Cada uno de estos cambios es definido, y se puede llegar á saber, no solamente lo que ha sucedido en cada caso sino qué cantidad de cada sustancia se ha formado. Probémoslo por medio de un ejemplo. Si se desea preparar ácido nítrico (Experimento 38°), se toman nitrato de potasa y ácido sulfúrico ; y se recoge el ácido nítrico en el frasco refrigerante, quedando sulfato de potasa en la retorta. ¿Qué sucede en este caso, y cuánto ácido sulfúrico y nitrato de potasa se ha de tomar, sin perder parte alguna de ninguno de los dos ? Para averiguar esto, es preciso escribir la fórmula del nitrato de potasa y la del ácido sulfúrico : el primero se representa por la fórmula KNO_3 * ; esto es, contiene tres elementos : potasio, $\text{K} = 39$; ázoe, $\text{N} = 14$; oxígeno, $\text{O}_3 = 3$ veces 16, ó sean 48. El ácido sulfúrico se escribe así : H_2SO_4 ; es decir que contiene hidrógeno, $\text{H}_2 = 2$ veces 1, ó sean 2 ; azufre, $\text{S} = 32$; oxígeno, $\text{O}_4 = 4$ veces 16, ó sean 64. Mezcladas estas sustancias, ocurre un cambio : la mitad del hidrógeno (H) del ácido sulfúrico se apodera de todo el potasio (K) del nitrato de potasa, y se forman dos sustancias nuevas, á saber : HNO_3 , ácido nítrico (que se destila en forma de un líquido amarillento), y KHSO_4 , sulfato de potasa, que queda en la retorta en forma de una sal sólida y blanca. Puede, por lo tanto, expresarse este cambio por medio de una ecuacion, así :

* La cifra escrita debajo de una letra, corresponde únicamente á ésta.



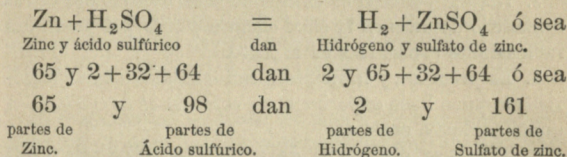
Esto nos demuestra, pues, exactamente lo que sucede ; nada se pierde ; el ácido nítrico y sulfato de potasa que se obtienen pesan, juntos, tanto como el nitrato de potasa y ácido sulfúrico que se habían tomado. Para que esto se vea con más claridad, escribamos los números que aquellas fórmulas representan :

$$\begin{array}{rcl}
 39 + 14 + 48 & \text{y} & 2 + 32 + 64 = 1 + 14 + 48 \text{ y } 39 + 1 + 32 + 64 \\
 101 & + & 98 \qquad \qquad = \qquad \qquad 63 + 136
 \end{array}$$

La ecuacion, pues, nos hace ver que si se toman 101 partes en peso de nitrato de potasa y 98 partes en peso de ácido sulfúrico, se obtendrán exactamente 63 partes en peso de ácido nítrico, y que no se perderá parte alguna del nitrato de potasa ni del ácido sulfúrico ; y se comprenderá fácilmente que merced á estos números se puede calcular la cantidad que hay que tomar de cada sustancia. Supongamos que sea necesario preparar 10 libras de ácido nítrico : ¿ qué cantidad de nitrato de potasa y de ácido sulfúrico debe tomarse para producirlas ? En primer lugar, si se tratase de obtener 63 libras de ácido nítrico, habria que tomar 98 libras de ácido sulfúrico y 101 libras de nitrato de potasa ; luego, para obtener 10 libras, se necesitan $\frac{10}{63}$ de 98 libras de ácido sulfúrico, y $\frac{10}{63}$ de 101 libras de nitrato de potasa : de donde se deduce que todos los cálculos de este género son simplemente cuestiones de proporcion.

Otro ejemplo. Prepárase el hidrógeno tratando

el zinc por el ácido sulfúrico y el agua (Experimento 15°) ; y el cambio que se verifica en este caso, se representa por la fórmula siguiente :



Lo cual quiere decir que si se toman 65 libras de zinc y 98 libras de ácido sulfúrico, se obtendrán siempre infaliblemente 2 libras de gas hidrógeno y 161 libras de sulfato de zinc. Si os preguntase ahora qué cantidad de zinc y de ácido sulfúrico se debe tomar para preparar 40 libras de hidrógeno, seguro estoy de que podriais decírmelo.

De la misma manera, todo cambio químico, una vez comprendido, puede representarse por una *fórmula* ó serie de símbolos, que sirve para indicar exactamente lo que sucede, la cantidad que de las diferentes sustancias hay que tomar, y la cantidad de los nuevos cuerpos que se han formado.

Investigar y determinar la naturaleza de las nuevas sustancias que se presenten, tal es la tarea del químico ; y la emprende con celo y confianza, pues sabe que si logra reconocer exactamente la naturaleza del cambio y averiguar las proporciones en peso de los elementos ó compuestos que en dicho cambio toman parte, ha decidido definitivamente la cuestion que le ocupa ; porque una misma combinacion química se efectúa siempre con arreglo á las mismas inmutables leyes.

ADVERTENCIAS ACERCA DEL USO DE LOS APARATOS.

1. Hágase primero el ensayo de cada experimento, y al ejecutarlo despues en la clase síganse *punto por punto* las indicaciones contenidas en el texto.

2. La precision y la limpieza son cualidades tan necesarias en quien hace experimentos, como lo es la claridad en quien explica ó enseña.

3. Ténganse dispuestos de antemano sobre una mesa *todos los objetos* necesarios para los experimentos que se hayan de hacer, á fin de evitar confusiones ó entorpecimientos* durante la leccion.

4. Terminada la leccion, límpiense esmeradamente los aparatos y guárdense, junto con las muestras y demas objetos, en una alacena ó caja que se cierre con llave. Muchos de los ácidos son muy peligrosos,—el ácido sulfúrico y el nítrico, por sus propiedades corrosivas, y el fosfórico por su inflamabilidad,—y son todos venenosos; por cuya razon conviene tenerlos en algun sitio inaccesible á los alumnos, no pudiendo haber lugar más á propósito para ello que la habitacion particular del profesor.

5. A los discípulos más adelantados, despues que hayan asistido á un curso completo en las clases, les será en alto grado provechoso repetir ellos mismos los experimentos en presencia del maestro.

* Faraday, el gran modelo de los experimentadores, solia dedicar, ántes de cada conferencia, cierto número de horas á la preparacion de sus experimentos. Ningun punto descuidaba, por insignificante que pareciese, si en algo podia contribuir al buen éxito; áun los tapones de los frascos eran objeto de un exámen riguroso, á fin de evitar así la pérdida de tiempo que habria ocasionado el tener que emplear esfuerzos para destaparlos.

ADVERTENCIAS ACERCA DE LOS EXPERIMENTOS.

EXPERIMENTO 1°.—Si se empleare un frasco de cuello muy ancho, habrá que cubrir la boca con un pedazo de carbon, sin lo cual podria introducirse aire bastante para mantener la combustion de la cerilla.

EXPERIMENTO 3°.—Acaso sea mejor poner la sosa cáustica en un tubo en U que, por medio de un tubo de vidrio encorvado, comunique con el que tiene la cerilla, pesando juntos los dos primeros. Dispuesto todo de la manera que representa la lámina, la sosa cáustica se funde y escurre hácia abajo, con tal de ser el tubo bastante pequeño para ello.

EXPERIMENTO 5°.—Una campana de vidrio servirá muy bien para este caso, teniéndose cuidado de que el cobre se halle bien caliente ántes de que hierva el azufre, sin lo cual apénas se producirá brillo.

EXPERIMENTO 6°.—Córtese siempre el fósforo debajo del agua; séquese suave y cuidadosamente con papel secante el pedazo que se haya de emplear en el experimento; y colóquese en el platillo con un cuchillo seco ó con unas tenacillas.

EXPERIMENTO 12°.—Para cargar la batería de Grove, póngase en un lebrillo un litro de agua; viértase en ésta con la mayor precaucion (véase la advertencia sobre el Experimento 17°) tres onzas flúidas de ácido sulfúrico (aceite de vitriolo) concentrado, y mezclado perfectamente el líquido, déjese enfriar. Ténganse bien brillantes las tuercas y uniones metálicas, sirviéndose para ello de papel de lija. Ármese la batería metiendo las celdillas porosas y las planchas de cobre dentro de los bocales, y asegúrese todo á favor de las tuercas. Viértase entónces el ácido

sulfúrico diluido en los bocalles hasta llenarlos ó poco menos; y con un embudo llénense las celdillas porosas de ácido nítrico concentrado. Hecho esto, la batería está lista para funcionar. Terminados los experimentos, podrán guardarse los ácidos sulfúrico y nítrico separadamente en botellas, á no ser que hayan servido ya varias veces en la batería. Las celdillas porosas y las planchas de zinc permanecerán sumergidas en agua durante una noche, volviéndolas á sus sitios al dia siguiente. Si alguno de los pedazos de zinc empezare á hacer efervescencia ántes de que los alambres estén en contacto, habrá que amalgamarlo de nuevo; lo cual se efectúa lavando primero el zinc con ácido clorhídrico, y vertiendo despues sobre el metal una cierta cantidad de mercurio con el ácido; cuando se haya repetido esta operacion unas cuantas veces, tendrá el metal un color bien brillante y ya no se disolverá en el ácido sulfúrico diluido sino cuando los alambres estén unidos.

EXPERIMENTO 16°.—Al mezclar sodio con mercurio, siempre se produce una ligera detonacion, que no es peligrosa, sin embargo: tómense siempre cinco partes en volumen de mercurio y una de sodio.

EXPERIMENTO 17°.—Convendrá hacer de antemano la mezcla de ácido sulfúrico y agua, operacion que es menester practicar vertiendo el ácido de modo que forme un chorrito muy delgado é imprimiendo al mismo tiempo al vaso un movimiento giratorio. La mezcla se formará con una parte en volumen del ácido sulfúrico y seis del agua.

EXPERIMENTO 20°.—Si no se tomare media onza ó poco menos del óxido de cobre, no será suficiente la cantidad de agua que se obtenga. Terminado el experimento, se oxidará nuevamente el cobre, teniéndolo en una corriente

de aire (á favor de la aceitera empleada en el Experimento 3°), y calentándolo al mismo tiempo con la lámpara. Con el óxido así formado, el cobre habrá recobrado su peso primitivo y podrá servir para la repetición del mismo experimento.

EXPERIMENTO 31°.—Para que sea manifiesto el aumento de peso determinado por la oxidación, habrá de ser bueno el imán, finas las limaduras y sensibilísima la balanza. Puede demostrarse de otro modo el aumento de peso causado por la absorción de oxígeno, á saber, por medio del calor y la corriente de aire que van descritos en la advertencia anterior y en la página 17.

EXPERIMENTO 36°.—Se necesita alguna práctica para poder conseguir que el gas arda con llama fija á la boca de la campana.

EXPERIMENTO 40°.—Debe evitarse el desprendimiento de cloro en un cuarto cerrado, pues este gas ejerce una acción eminentemente deletérea sobre la economía animal.

EXPERIMENTO 52°.—Al emplear el soplete, debe expedirse el aire de la boca tan solamente, y en manera alguna de los pulmones: para esto se llena la boca de aire aspirado por la nariz.

CUESTIONARIO

I FUEGO

1. ¿Qué sucede cuando arde una cerilla en un frasco de vidrio limpio que tenga el cuello angosto?
2. ¿Cómo se puede probar que el aire contenido en el frasco, despues de la combustion de la cerilla, no es el mismo que el que contenia ántes de dicha combustion?
3. ¿Qué es lo que vuelve lechosa al agua de cal?
4. ¿Cómo se distingue el gas ácido carbónico, que es incoloro, del aire, que tambien es incoloro?
5. ¿De dónde proviene este gas ácido carbónico que se forma durante la combustion de la cerilla?
6. ¿Cómo se puede demostrar que es posible sacar carbono ú hollin ó carbon de la cera de una vela?
7. Describase un experimento que demuestre que se puede obtener agua al arder una vela.
8. Enumérense por escrito cuatro cosas que se han aprendido acerca de la combustion de una cerilla.
9. ¿Por qué se infiere que la cera de la cerilla no se ha perdido ni destruido, sino que sólo ha cambiado de forma?
10. ¿Pudiera haberse previsto que la cera habia de convertirse en dos sustancias del todo diferentes, durante la combustion de la cerilla?
11. ¿De qué manera se adquieren conocimientos acerca de estos fenómenos?
12. ¿Por qué se llama la Química ciencia experimental?

II FUEGO

1. ¿Qué se hace todo el carbon que se va echando al brasero durante el día?

2. Describáse un experimento que pruebe que el gas ácido carbónico y el agua obtenidos durante la combustion de una vela pesan más de lo que pesaba dicha vela ántes de haberse encendido.

3. ¿Cómo se explica esto?

4. Cítense algunos ejemplos de combinaciones químicas.

5. ¿Qué es gas oxígeno y de dónde proviene?

6. Como resultado de los experimentos químicos, ¿qué ley general se ha descubierto relativamente á la destruccion ó creacion de las sustancias?

7. ¿Cómo se puede demostrar que las combinaciones químicas van acompañadas de desprendimiento de calor?

8. ¿Por qué la cal viva se pone caliente al vertérsele agua encima?

9. ¿Qué sucede cuando se calientan juntos en un frasco azufre y virutas de cobre?

10. ¿Cuál es la sustancia negra que se encuentra en el frasco despues de terminado el experimento?

11. ¿Qué tiene lugar miéntras está ardiendo una casa, una cerilla ó cualquier otro cuerpo?

III AIRE

1. ¿Qué es viento?

2. ¿Cómo se puede demostrar por medio de un experimento que el aire contiene dos clases de gases invisibles?

3. ¿Con qué nombres se han designado esos gases?

4. ¿En qué propiedades difieren entre sí dichos gases?

IV AIRE

1. ¿Para qué respiran los animales el oxígeno?

2. ¿Determinan los hombres ó los animales algun cambio químico en el aire que respiran?

3. Pruébese esto por medio de un experimento.

4. ¿Qué sucede al oxígeno del aire cuando penetra en la sangre por los pulmones?

5. ¿Cómo se puede demostrar que un pedazo de carne animal contiene carbono?

6. ¿Por qué el cuerpo animal tiene más calor que los objetos inanimados que lo rodean?

V AIRE

1. ¿Qué pruebas hay de que las sustancias vegetales contienen carbono?

2. ¿De dónde sacan las plantas el carbono que necesitan para su crecimiento?

3. ¿Qué cambio se verifica en el agua clara de cal cuando se la deja expuesta al aire durante algunos minutos?

4. ¿Para qué sirve el gas ácido carbónico que se halla contenido en el aire?

5. Demuéstrese por medio de un experimento que las plantas, expuestas á los rayos del Sol, pueden descomponer el gas ácido carbónico del aire poniendo en libertad al oxígeno en forma de gas.

6. Dígase la diferencia entre la respiración de los animales y la de las plantas.

VI AGUA

1. ¿Cuáles son los tres estados en que puede presentarse el agua?

2. El calor convierte el hielo en agua líquida, ó ésta en vapor. Bien, pues, ¿qué sucede cuando se introduce en el agua una corriente de electricidad?

3. Hágase un bosquejo del aparato que sirve para descomponer el agua.

4. ¿Cómo se sabe cuál de los dos gases es oxígeno y cuál hidrógeno?

5. ¿Puede separarse el hidrógeno del agua por algun otro medio?

6. ¿Qué sucede cuando se echa al agua un pedazo de potasio?

7. ¿Cómo se recoge el gas así desprendido, y cómo se averigua que es hidrógeno y no oxígeno?

VII AGUA

1. ¿Cómo puede obtenerse el hidrógeno por medio de la acción del zinc, el ácido sulfúrico y el agua?

2. ¿Qué experimento se puede hacer con dos frascos llenos de hidrógeno, con objeto de demostrar que este gas arde, y que es más ligero que el aire?

3. ¿Qué sustancia se forma durante la combustión del hidrógeno, y cómo puede demostrarse dicho fenómeno experimentalmente?

4. ¿De qué manera se puede demostrar que no se forma gas ácido carbónico durante la combustión del hidrógeno en contacto del aire?

5. Hágase un bosquejo del aparato que se emplea para hacer hidrógeno y recoger este gas en botellas.

6. ¿Contiene el agua alguna otra sustancia además del oxígeno é hidrógeno?

VIII AGUA

1. Dibújese una balanza.

2. ¿Qué sucede cuando se hace pasar hidrógeno por encima de óxido de cobre caliente?

3. Describese el aparato que sirve para determinar la composición del agua por su peso.

4. ¿Cómo se demuestra experimentalmente que el agua contiene 16 partes en peso de oxígeno, y 2 partes en peso de hidrógeno?

5. Determinada una vez con exactitud la composición del agua, ¿hay necesidad de volverla á determinar en alguna otra ocasión?—¿Por qué?

IX AGUA

1. ¿Qué diferencia hay entre el agua de fuente y el agua de mar?

2. ¿Cómo se puede obtener sal del agua de mar?

3. ¿De qué modo se puede convertir el agua de mar en agua potable?

4. ¿Qué otro medio existe, más exacto que el sentido del gusto, para reconocer la presencia de sal en el agua?

5. ¿Qué se entiende por *disolucion* y por *cristalizacion*?
6. ¿Qué sucede cuando se disuelven en agua cristales de alumbre y de sulfato de cobre, evaporándose la disolucion?
7. ¿Cómo se distinguen los cristales de alumbre de los de sulfato de cobre?

X AGUA

1. ¿Cómo sube la lluvia á las nubes?
2. ¿Por qué la humedad, una vez elevada en la atmósfera, permanece allí?
3. ¿Por qué razon puede decirse que la lluvia es agua destilada?
4. ¿De dónde proviene primitivamente toda el agua que corre por la superficie de la tierra?
5. ¿Cómo se puede separar la arena ú otras impurezas del agua?
6. ¿Qué diferencia se nota entre las materias en suspension y las en disolucion?
7. ¿Qué sucede cuando se mezcla azúcar ó sal con agua? ¿Puede volverse á separar el azúcar por la filtracion?
8. ¿En qué se conoce si un agua es *cruda* ó *dulce*? ¿Es cruda alguna vez el agua llovediza?
9. ¿Cómo puede volverse cruda el agua dulce, por medio del yeso?

XI AGUA

1. Si se sopla en agua de cal, durante un buen espacio de tiempo, el aire de los pulmones, ¿qué sucede?
2. ¿Por qué el agua lechosa, del anterior experimento, se vuelve clara?
3. ¿Cómo se puede demostrar que esta agua clara contiene creta en disolucion?
4. Dígase un método muy propio para la dulcificacion en gran escala de aguas encrudecidas por la presencia de creta.
5. ¿En qué se diferencian las aguas encrudecidas por la creta y las que lo son por el yeso?
6. ¿De dónde proviene la costra que suele formarse en las calderas?
7. ¿Por qué suele ser impura el agua que corre por las poblaciones?

8. ¿Cómo están surtidas de agua pura las poblaciones grandes?
9. ¿Cómo obtienen los peces el oxígeno que han menester?
10. Si se pone un pez en agua fría que ha sido hervida y que después no ha estado expuesta al aire, ¿por qué no podrá continuar viviendo?

XII TIERRA

1. ¿Cómo sabemos que el interior de la tierra es bastante caliente para fundir las rocas?
2. ¿Cuál es la causa de la *efervescencia* que se produce al verse ácido clorhídrico sobre un pedazo de creta?
3. ¿Cómo es posible demostrar que el frasco, en el Experimento 29º, se llena de gas ácido carbónico?
4. ¿Cómo se convierte la creta en cal viva?
5. Explíquese por qué se llama á la creta un producto químico.

XIII TIERRA

1. Dibújese un aparato que se emplea en preparar oxígeno del óxido rojo de mercurio, y describase el experimento.
2. ¿Por qué este polvo rojo se llama óxido de mercurio?
3. ¿Cuántas libras de mercurio y de oxígeno se pueden obtener de 216 libras del óxido rojo de mercurio, con tal de no perderse nada en la operación?
4. ¿Qué significa oxidación? Cítense algunos ejemplos de oxidación familiares.
5. ¿Cómo se demuestra, por medio de un experimento, que el hierro aumenta de peso al oxidarse?
6. Indíquense varios experimentos que sirvan para probar que muchas sustancias terrosas contienen metales.
7. ¿Cómo se puede obtener plomo metálico de la sustancia blanca llamada *acetato de plomo*?

XIV TIERRA

1. ¿Dónde se encuentra el carbon de piedra y cómo se obtiene?
2. ¿Cómo se sabe que ha habido plantas enterradas en las minas de carbon?

3. ¿ Por medio de qué experimento se puede demostrar que el carbon de piedra contiene carbono é hidrógeno ?
4. ¿ Cómo se puede fabricar gas de carbon con una pipa de fumar ?
5. ¿ Cómo se hace dicho gas en gran escala ? cómo se recoge ? cómo se reparte á las casas, etc. ?
6. ¿ Cómo se llama el residuo que queda en la pipa ó la retorta, despues de extraído el gas ?
7. ¿ En qué consiste que algunas clases de carbon dan mayor cantidad de gas que otras ?
8. ¿ Qué otra sustancia, además del gas, se desprende durante la destilacion del carbon ?
9. Enumérense brevemente los diferentes usos del carbon.

XV TIERRA

1. ¿ En qué consiste la poca brillantez de la llama del hidrógeno, siendo tan brillante la del gas de carbon ?
2. Dibújese una llama de vela, poniendo de manifiesto cada una de sus partes.
3. ¿ Qué semejanza tiene una vela encendida con una fábrica de gas ?
4. ¿ Cómo se comprueba que el cono central negro de la llama de una vela está lleno de gas sin quemar ?
5. ¿Cuál es la causa de las horrorosas explosiones en las minas de carbon ?
6. Explíquese los principios con arreglo á los cuales está construida la lámpara de seguridad de Davy.
7. Hágase un dibujo de la lámpara de Davy.

XVI CUERPOS SIMPLES Y CUERPOS COMPUESTOS

1. Definanse y explíquense los términos *Cuerpos simples* ó *Elementos*, y *Cuerpos compuestos*. Cítense ejemplos de cada una de las clases de sustancias.
2. ¿ Cuántos son los cuerpos simples que conocemos ?
3. Escribanse los nombres de los cuerpos simples más importantes, dividiéndolos en metales y metaloides.
4. ¿ Se verifica más fácilmente la combinacion química entre los cuerpos más parecidos ó entre los que más difieren entre sí ?

XVII METALOIDES

1. ¿Cuáles son las principales propiedades del gas oxígeno?
2. ¿Cuál es el modo más fácil de obtener dicho gas?
3. ¿Se puede demostrar que son ácidos las sustancias producidas por la combustión de azufre y fósforo en oxígeno?
4. ¿Existe el hidrógeno en estado libre en el aire?
5. ¿De qué manera se comprueba que el hidrógeno es más ligero que el aire?
6. Si se ponen sobre la mesa tres frascos llenos de gases incoloros, uno de oxígeno, otro de aire y otro de hidrógeno, ¿cómo se podrá distinguir dichos frascos unos de otros?
7. ¿Cómo se puede separar el ázoe del aire?
8. Nómbrense algunos compuestos que contengan ázoe ó nitrógeno.
9. ¿Cómo se prepara el ácido nítrico? ¿Cuáles son sus propiedades?
10. ¿Qué significan las palabras *ácido*, *álcali*, *sal*?
11. Si se mezcla potasa con ácido nítrico, ¿qué sustancia se forma?
12. ¿Cómo se puede demostrar que el diamante es carbono?
13. ¿Por medio de qué experimento se puede comprobar que el azúcar, aunque sea blanco, contiene carbono?
14. ¿Qué diferencia habría en el mundo si no existiese el carbono?

XVIII CUERPOS NO METÁLICOS

1. ¿Qué elementos contiene la sal de roca?
2. ¿Cómo se obtiene cloro de la sal común?
3. ¿Cuáles son las principales propiedades del cloro?
4. ¿Cómo se puede demostrar que los polvos de blanquear contienen cloro?
5. ¿Qué se observa cuando se calienta un poco de azufre á la llama?
6. ¿Por qué se usa azufre para hacer pólvora?
7. Enumérense varias sustancias comunes que contengan azufre.
8. ¿Cuál es la composición química de la ceniza de hueso?
9. ¿Cómo se puede demostrar que el fósforo puede existir en dos formas? ¿En qué se diferencian éstas?

10. ¿Por qué se usa el fósforo en la fabricación de las cerillas y los fósforos de madera?

11. ¿En qué consiste que los fósforos de seguridad sólo se encienden frotándolos sobre la sustancia que va unida á la caja que los contiene?

12. ¿Con qué nombre se designa el ácido que constituye el cristal de roca?

13. ¿Cómo se fabrica el vidrio y qué contiene?

XIX METALES

1. Menciónense algunas de las principales aplicaciones del hierro.

2. ¿Cuáles son los usos especiales en que se emplean el hierro dulce y el hierro colado?

3. ¿Qué es hierro colado, y en qué se diferencia químicamente del hierro dulce?

4. ¿Qué es acero, cómo se hace, y cuáles son sus propiedades más notables?

5. ¿Qué se verifica al verterse ácido sulfúrico sobre limaduras de hierro?

6. ¿Cómo se puede comprobar que se forma vitriolo verde ó sulfato de hierro del modo que se acaba de mencionar?

7. ¿Cuál es el nombre del metal que se halla contenido en la arcilla ó barro? ¿Qué otra sustancia contiene al mismo metal?

8. ¿Cuál es la composición química (1) de la cal viva, (2) del mármol, (3) del yeso, (4) del fosfato de cal?

9. ¿Cómo se hace el cloruro de calcio?

10. Explíquese por escrito lo que sucede cuando se mezcla una disolución de cloruro de calcio con una disolución de carbonato de sosa.

11. ¿Qué sustancia se forma por medio de la combustión de una cinta de magnesio?

12. ¿Cómo se puede extraer el sulfato de magnesia ó sal de Épsom del polvo blanco que resulta de la combustión del magnesio?

XX METALES

1. ¿Por qué es necesario tener el sodio sumergido en aceite de petróleo?

2. ¿Qué sucede cuando se calienta un pedacito de sodio á la llama de una lámpara?
3. Hágase una lista de algunos de los compuestos de sodio, indicando sus nombres vulgares, sus nombres químicos y lo que contienen.
4. ¿Dónde se encuentra la sal de roca?
5. ¿Qué sucede si se vierte ácido sulfúrico sobre sal común?
6. ¿Cuál es el nombre del metal que se halla contenido en la potasa?
7. ¿Cómo se fabrica el jabon? ¿En qué se diferencian los jabones crudos y los suaves?

XXI METALES

1. ¿Qué contienen los minerales comunes de cobre? Díganse algunas de las aplicaciones que tiene el cobre.
2. ¿Cómo se obtiene el nitrato de cobre? Cuál es su color?
3. ¿Qué sucede si se calienta cobre en contacto del aire?
4. ¿Cómo se llama el mineral común de zinc?
5. ¿Para qué sirve el zinc? ¿Cuál es su color y el de sus sales?
6. ¿Cómo se pueden obtener cristales de sulfato de zinc?
7. ¿Para qué sirve el estaño?
8. ¿Qué es soplete? ¿Cómo se obtiene un glóbulo de estaño del mineral pulverizado del mismo metal?
9. ¿Dónde se encuentra el mineral de plomo? ¿Cuál es su nombre? ¿Cuál su composición?
10. ¿Para qué sirve el plomo?
11. Menciónense algunos de los compuestos útiles de plomo.
12. ¿Cuáles son los nombres químicos del albayalde ó blanco de plomo, del minio y del grafito ó lápiz-plomo?
13. ¿En qué se diferencia el mercurio de todos los demas metales?
14. ¿Cómo se puede demostrar la presencia de plata y cobre en una moneda de plata?
15. ¿Qué gran ventaja presenta el oro sobre la plata para la fabricación de los objetos de joyería?

XXII RESULTADOS

1. ¿Cuál es el menor número de onzas de agua que se ha de tomar para obtener 2 onzas de hidrógeno?

2. ¿Cuál es la mayor cantidad (1) de mercurio, (2) de oxígeno que se puede obtener calentando 216 onzas de óxido rojo de mercurio?

3. ¿Cuál es el peso de combinacion del oxígeno y el del mercurio?

4. Escribanse las fórmulas químicas (1) del óxido de mercurio, (2) de la cal, (3) del agua, (4) del ácido sulfúrico, (5) del ácido nítrico.

5. Si N significa 14, y si O significa 16, ¿cómo se han de escribir las fórmulas de los cinco óxidos de ázoe ó nitrógeno que se conocen, y cuántas partes en peso de oxígeno y de ázoe contiene cada uno de ellos?

6. Escribase la ecuacion química que representa los cambios que se verifican al someterse el nitro (ó nitrato de potasa) á la accion del ácido sulfúrico.

7. Si se desea obtener 63 libras de ácido nítrico, ¿cuál es la menor cantidad de ácido sulfúrico y de nitro que se ha de tomar?

8. Demuéstrese por una ecuacion que 65 libras de zinc y 98 libras de ácido sulfúrico darán siempre 2 libras de hidrógeno y 161 libras de sulfato de zinc, con tal de no perderse nada durante la operacion.

9. Explíquense las fórmulas H_2O , HNO_3 , H_2SO_4 , KNO_3 , $KHSO_4$, y dígase el total de las partes en peso de cada uno de estos compuestos.

ÍNDICE

ART.	CÁP.	PAG.
1.	Fuego—Aire—Agua—Tierra	9

FUEGO

2.	I. ¿Qué sucede cuando arde una cerilla ó una vela ?	10
3.	“ Al arder la bujía fórmanse ácido carbónico y agua	12
4.	II. Al arder una cerilla ninguna parte de ella se pierde	14
5.	“ Lo que hemos aprendido	17
6.	“ Las combinaciones químicas van acompañadas del desprendimiento de calor	18
7.	“ Lo que hemos aprendido	20

AIRE

8.	III. El viento es aire en movimiento	20
9.	“ Lo que el aire contiene	21
10.	IV. Lo que sucede cuando respiramos el aire	23
11.	V. Accion que las plantas ejercen sobre el aire	26
12.	“ Crecimiento de las plantas	28
13.	“ Accion de los animales y las plantas sobre el aire	29

ART.	CAP.	PAG.
14.	.VI. De qué se compone el agua	31
15.	“ Otros medios de separar el hidrógeno del agua	34
16.	“ Cómo se puede recoger el hidrógeno	35
17.	VII. Otros modos de obtener hidrógeno	36
18.	“ El hidrógeno arde y es más ligero que el aire	38
19.	“ El hidrógeno ardiendo en el aire produce agua	39

AGUA

20.	VIII. Composicion del agua	41
21.	IX. Diferencia entre el agua de mar y el agua dulce de fuente	46
22.	“ Reactivo de la sal (Experimento)	47
23.	“ Disolucion y cristalizacion	47
24.	X. La lluvia es agua destilada	50
25.	“ Impurezas en suspension y en disolucion	51
26.	“ Aguas cruda y dulce	52
27.	“ Causa de la crudez de ciertas aguas	53
28.	XI. El agua encrudecida por la creta se vuelve dulce por la ebullicion	54
29.	“ Las aguas de diferentes rios difieren en crudez	55
30.	“ Impureza de las aguas de las poblaciones	56
31.	“ El agua disuelve los gases	57

TIERRA

32.	XII. Lo que es la tierra	57
33.	“ Preparacion del gas ácido carbónico	59
34.	XIII. Preparacion del gas oxígeno	61
35.	“ La oxidacion aumenta el peso de los metales	62

ART.	CÁP.	PÁG.
36.	XIII. Metales contenidos en sustancias terrosas .	64
37.	XIV. Lo que es carbon de piedra ó hulla .	66
38.	“ Fabricacion del gas de carbon ó del alumbrado	67
39.	“ Usos del carbon de piedra	69

LA TIERRA

40.	XV. Gas de carbon, y llama	70
41.	“ Causa de las detonaciones y explosiones en las minas de carbon, y modo de impedir las .	72

CUERPOS SIMPLES Y CUERPOS COMPUESTOS

42.	XVI. Elementos ó cuerpos simples, y cuerpos compuestos	74
43.	“ Cuerpos simples y cuerpos compuestos .	75
44.	“ Cuerpos simples	76

CUERPOS NO METÁLICOS, Ó METALOIDES

45.	XVII. Cuerpos no metálicos.—Oxígeno	78
46.	“ Hidrógeno	80
47.	“ Ázoe ó nitrógeno	81
48.	“ Carbono	83

CUERPOS NO METÁLICOS Ó METALOIDES

49.	XVIII. Cloro	85
50.	“ Azufre	88
51.	“ Fósforo	89
52.	“ Silicio	92

METALES

ART.	CÁP.		PAG.
53.	XIX.	Hierro	93
54.	"	Aluminio	96
55.	"	Calcio	97
56.	"	Magnesio	98

METALES

57.	XX.	Sodio	100
58.	"	Potasio	101

METALES

59.	XXI.	Cobre	103
60.	"	Zinc	104
61.	"	Estaño	105
62.	"	Plomo	107
63.	"	Mercurio	108
64.	"	Plata	109
65.	"	Oro	110

RESULTADOS

66.	XXII.	Combinacion en proporciones determinadas .	112
67.	"	Pesos en que se combinan los cuerpos simples	114
68.	"	Combinaciones en proporciones múltiples .	117
69.	"	Lo que significa una ecuacion química .	118

Advertencia acerca del uso de los aparatos	122
Advertencias acerca de los experimentos	123

NOCIONES DE FÍSICA,

Por el Profesor BALFOUR STEWART, F. R. S.

(CON LÁMINAS.)

Esta obrita y las demas "Cartillas Científicas" enumeradas á continuacion, forman la coleccion á que se refieren las siguientes

DOS CARTAS QUE PUEDEN SERVIR DE PRÓLOGO.

NUEVA YORK, *Octubre 28, de 1876.*

SR. DR. DON G. RAWSON.

Muy señor nuestro: Muchos Profesores, de los países hispano-americanos, nos han manifestado el deseo de ver publicadas en castellano las obritas que forman la coleccion de los "Science Primers" (Cartillas Científicas), tan populares en este país y en Inglaterra.

Como nadie mejor que V. puede juzgar si dichos trataditos convendrian para aquellas escuelas, le estimariamos á V. se sirviese examinar los tomos que nos tomamos la libertad de enviar á V., y comunicarnos su opinion.

Rogamos á V. se digne disimular la molestia; y quedamos, con la mas distinguida consideracion, de V. SS. y atentos SS. y affmos. amigos,

D. APPLETON & CA.

NUEVA YORK, *Nov. 8, de 1876.*

SRES. D. APPLETON Y CA.

Muy Señores míos: Los nombres de los distinguidos Profesores bajo cuya direccion se han preparado y publicado los libros de ciencia elemental acerca de los cuales se sirven Vds. perdirme opinion, bastan para recomendarlos: sin embargo, he querido examinar por mí mismo los tres que me remiten, y que son parte de la coleccion, para poder contestar á Vds. con mi propio juicio.

Puedo afirmar, Señores, que rara vez se ven consignados en tan breve espacio y con tanta simplicidad los principios rudimentarios de

CARTILLAS CIENTÍFICAS—HISTÓRICAS.

una ciencia. La precision y claridad de las definiciones, y la sencillez, facilidad y eficacia de los experimentos sugeridos, nada dejan que desear para su objeto. Creo, pues, que la publicacion en español de estas cartillas científicas, como Vds. las llaman, será un servicio importante para los pueblos que hablan esa lengua, y particularmente para las Repúblicas Sud-Americanas. La teoría de que la instruccion científica debe comenzar en la escuela primaria para desenvolverse en los grados ascendentes de la enseñanza, está prácticamente adoptada en los programas de educacion comun en la República Argentina, y tal vez en algunas de las otras de Sud-América: de suerte que la publicacion que Vds. intentan va á servir directamente para una necesidad ya sentida.

Agregaré que estimo en tanto el mérito de estos libritos, como elementos de ciencia popular, que me permito anunciarles favorable acogida, no solo en las escuelas sino tambien en las familias, entre las cuales pueden difundir los útiles conocimientos y el espíritu de investigacion que ellos encierran.

Contestada así la carta que se han servido Vds. dirigirme, quedo, con toda consideracion,

De Vds. atento Servidor,

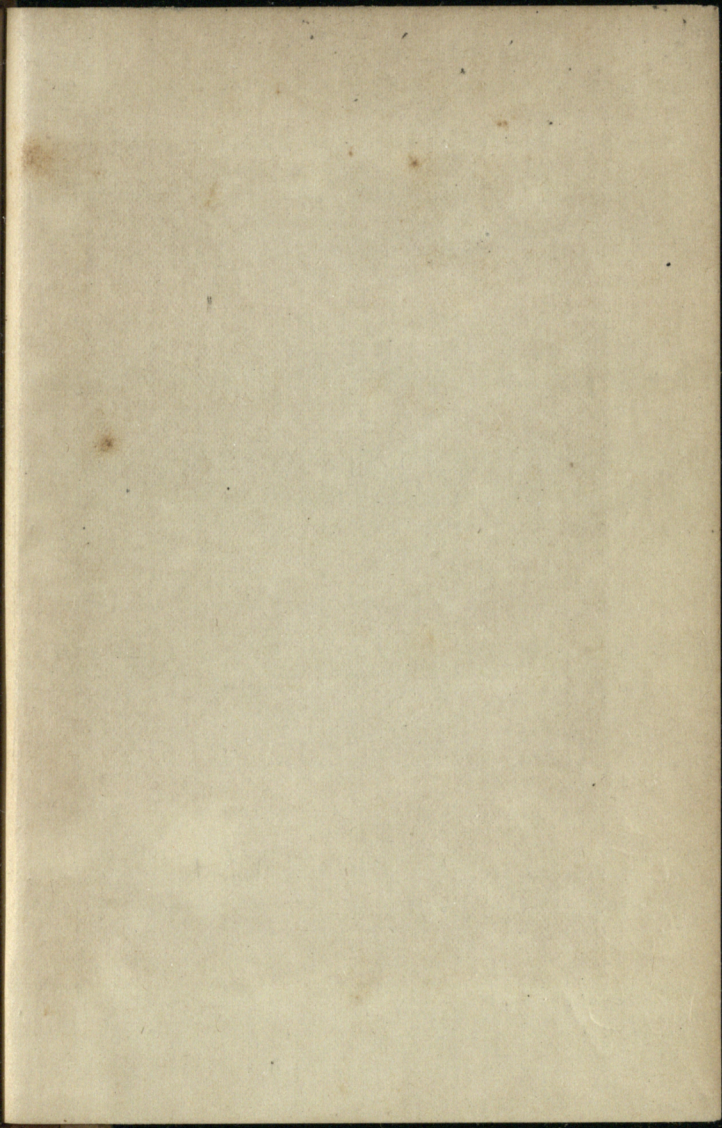
G. RAWSON.

CARTILLAS CIENTÍFICAS.

NOCIONES DE FISICA.....	Por BALFOUR STEWART, F. R. S.
NOCIONES DE QUIMICA.....	Por H. E. ROSCOE, F. R. S.
NOCIONES DE FISIOLOGIA.....	Por el Dr. M. FOSTER, F. R. S.
NOCIONES DE ASTRONOMIA...	Por J. NORMAN LOCKYER, F. R. S.
NOCIONES DE GEOGRAFIA FISICA.....	Por A. GEIKIE, F. R. S.
NOCIONES DE GEOLOGIA.....	Por A. GEIKIE, F. R. S.
NOCIONES DE ECONOMIA POLITICA.....	Por W. S. JEVONS.

CARTILLAS HISTÓRICAS.

NOCIONES DE HISTORIA DE EUROPA.....	Por E. A. FREEMAN.
NOCIONES DE HISTORIA DE GRECIA.....	Por C. A. PYFTE.
NOCIONES DE HISTORIA DE ROMA.....	Por M. CREIGHTON.
NOCIONES DE ANTIGÜEDADES ROMANAS..	Por A. S. WILKINS
NOCIONES DE ANTIGÜEDADES GRIEGAS..	Por J. P. MAHAFFY.



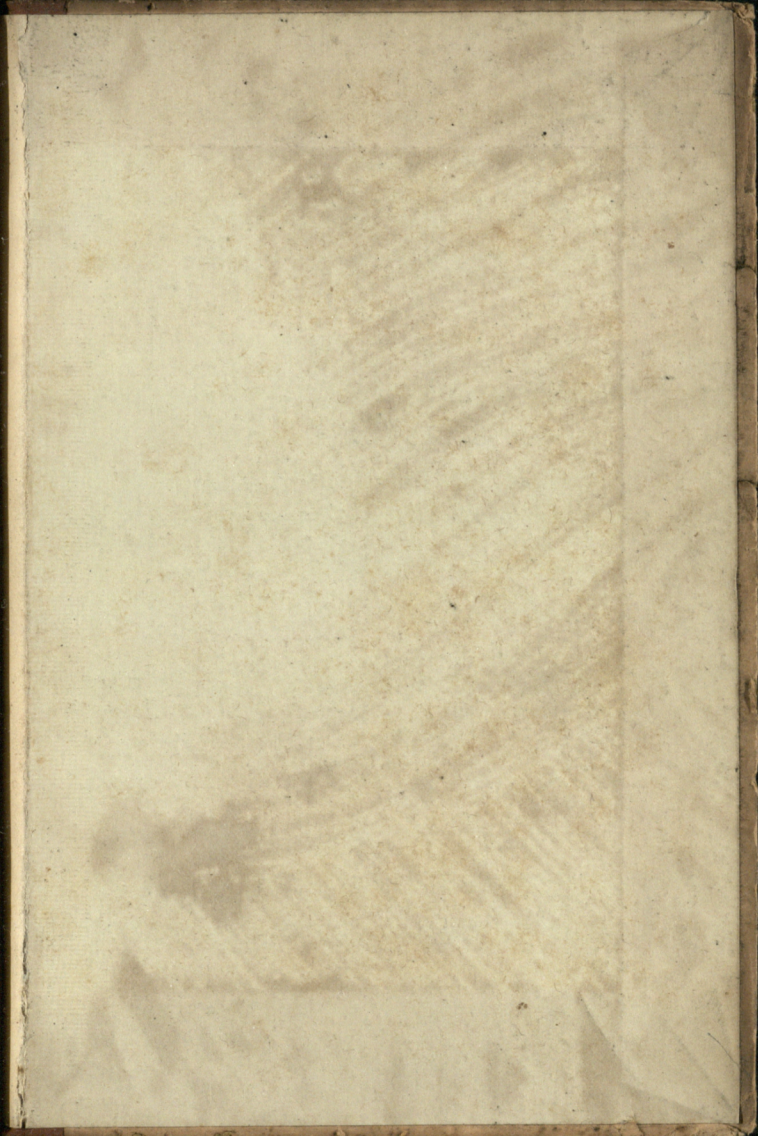
SC

PL

LT

1880

Ho S



ACABAN DE PUBLICARSE

DIBUJO POR KRÜSL. NUEVO SISTEMA DE DIBUJO, en Tres Series:

SINTÉTICA, cuatro cuadernos con muestras.

Manual del Maestro.

ANALÍTICA, seis cuadernos con muestras.

Manual del Maestro.

PERSPECTIVA, cuatro cuadernos con muestras.

Manual del Maestro.

Importante.—Las instrucciones contenidas en los Manuales del Maestro no pueden ser mas completas, pues abrazan cursos de Dibujo analítico, geométrico y de perspectiva; ni mas claras, pues que, por medio de ellas, aun los profesores que no posean el arte de dibujar, podrán enseñarlo con el mejor éxito.

EVANGELIO PARA LOS NIÑOS (EL), arreglado al Castellano segun el Espiritu de los Evangelistas, por el Doctor D. ANGEL TERRADILLOS, catedrático de la Universidad Central y Abogado del I. C. de Madrid. Obra aprobada por el Consejo de Instrucción Pública de España en la Lista de Obras de Texto.

LA INFANCIA. Por DELAPALME. Libro de Lectura, corregido y aumentado de acuerdo con el Reglamento y Programa de Escuelas de la Provincia de Buenos Aires.

MANUAL DE ENSEÑANZA OBJETIVA. Por N. A. CALKINS.

MAPA MUDO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. (Véndese por separado ó con la coleccion de Mapas Mudos, de Cornell.)

MAPA MUDO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (Clave especial del), para uso del Profesor.

WIEDEMANN. LIBRO PRIMERO DE ARITMÉTICA PARA NIÑOS.

CARTILLAS CIENTÍFICAS.

NOCIONES DE FÍSICA. Por BALFOUR STEWART, F. R. S.

NOCIONES DE GEOLOGÍA. Por A. GEIKIE, F. R. S.

NOCIONES DE ECONOMÍA POLÍTICA. Por W. S. JEVONS.

NOCIONES DE FISIOLOGÍA. Por el Dr. M. FOSTER, F. R. S.

NOCIONES DE ASTRONOMÍA. Por J. NORMAN LOCKYER, F. R. S.

NOCIONES DE QUÍMICA. Por H. E. ROSCOE, F. R. S.

NOCIONES DE GEOGRAFÍA FÍSICA. Por A. GEIKIE, F. R. S.

NOCIONES DE BOTÁNICA. Por el Dr. J. D. HOOKER.

CARTILLAS HISTÓRICAS.

NOCIONES DE HISTORIA DE GRECIA. Por C. A. FYFFE.

EN PRENSA:

NOCIONES DE HISTORIA DE EUROPA. Por E. A. FREEMAN.

NOCIONES DE HISTORIA DE ROMA. Por M. CREIGHTON.

NOCIONES DE ANTIGÜEDADES ROMANAS. Por A. S. WILKINS.

NOCIONES DE ANTIGÜEDADES GRIEGAS. Por J. P. MAHAFFY.

PRINCIPIOS ELEMENTALES DE AGRICULTURA CIENTÍFICA.

Por N. T. LUPTON.

D. APPLETON Y CÍA., LIBREROS-EDITORES,

NEUVA YORK.