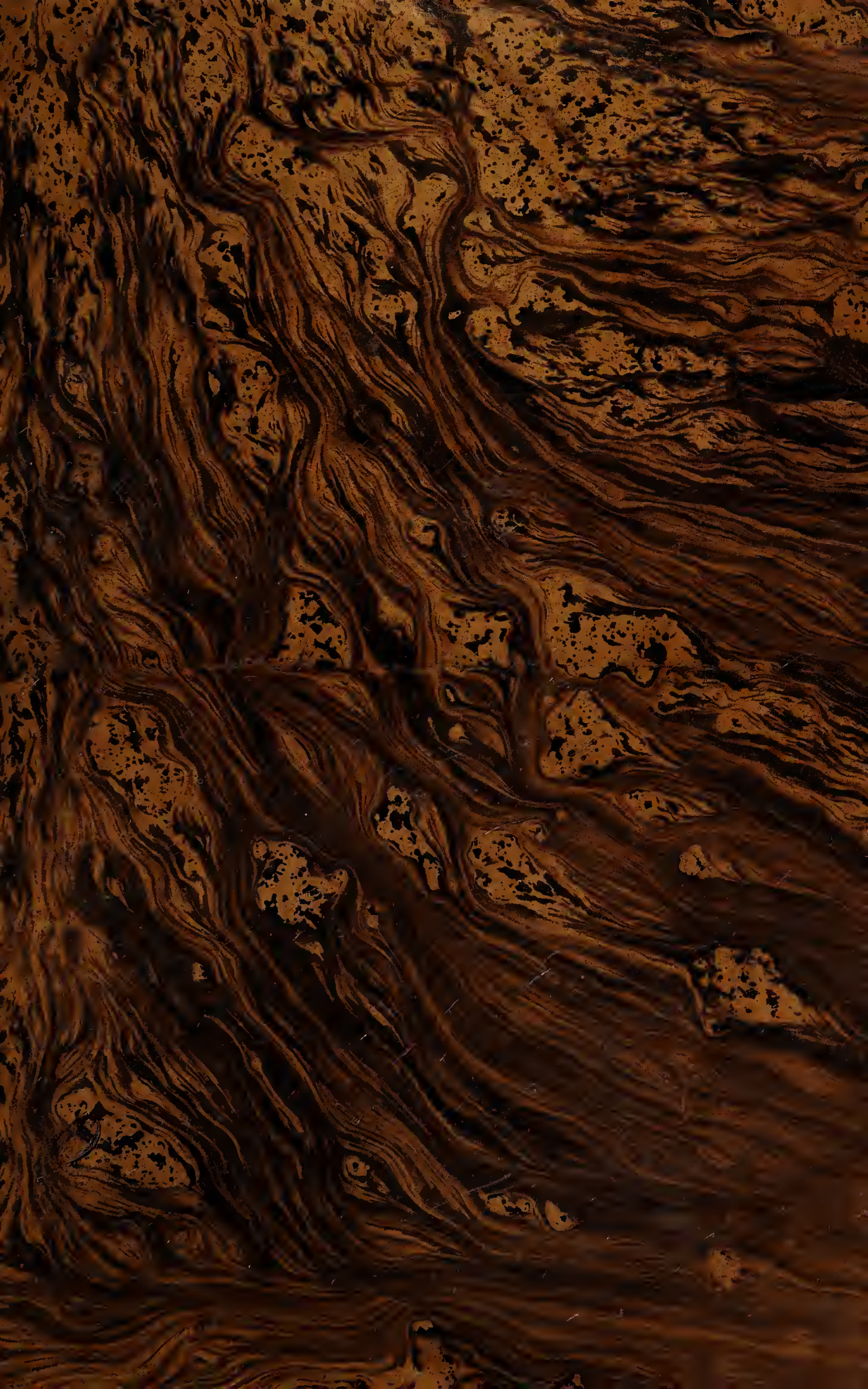

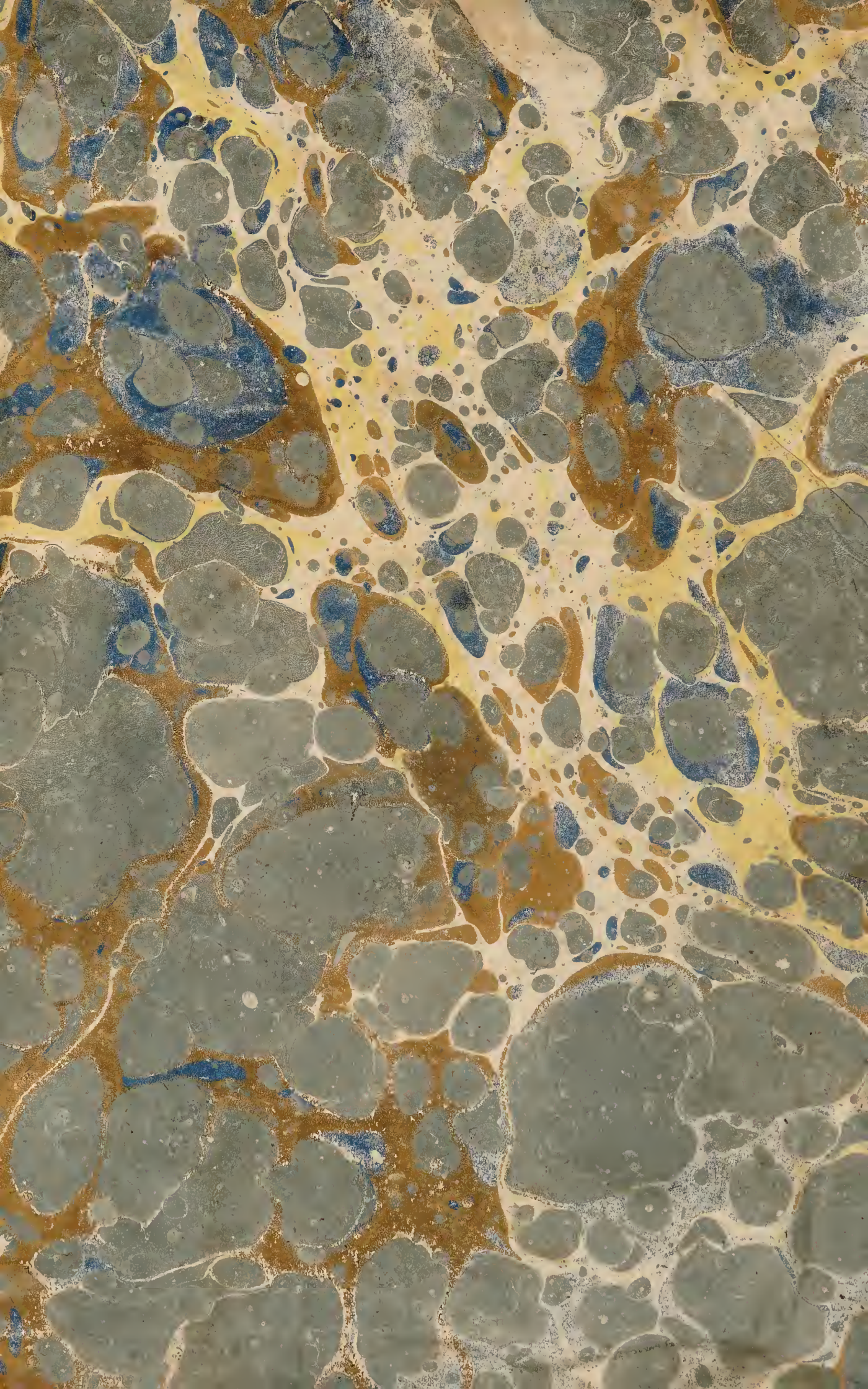

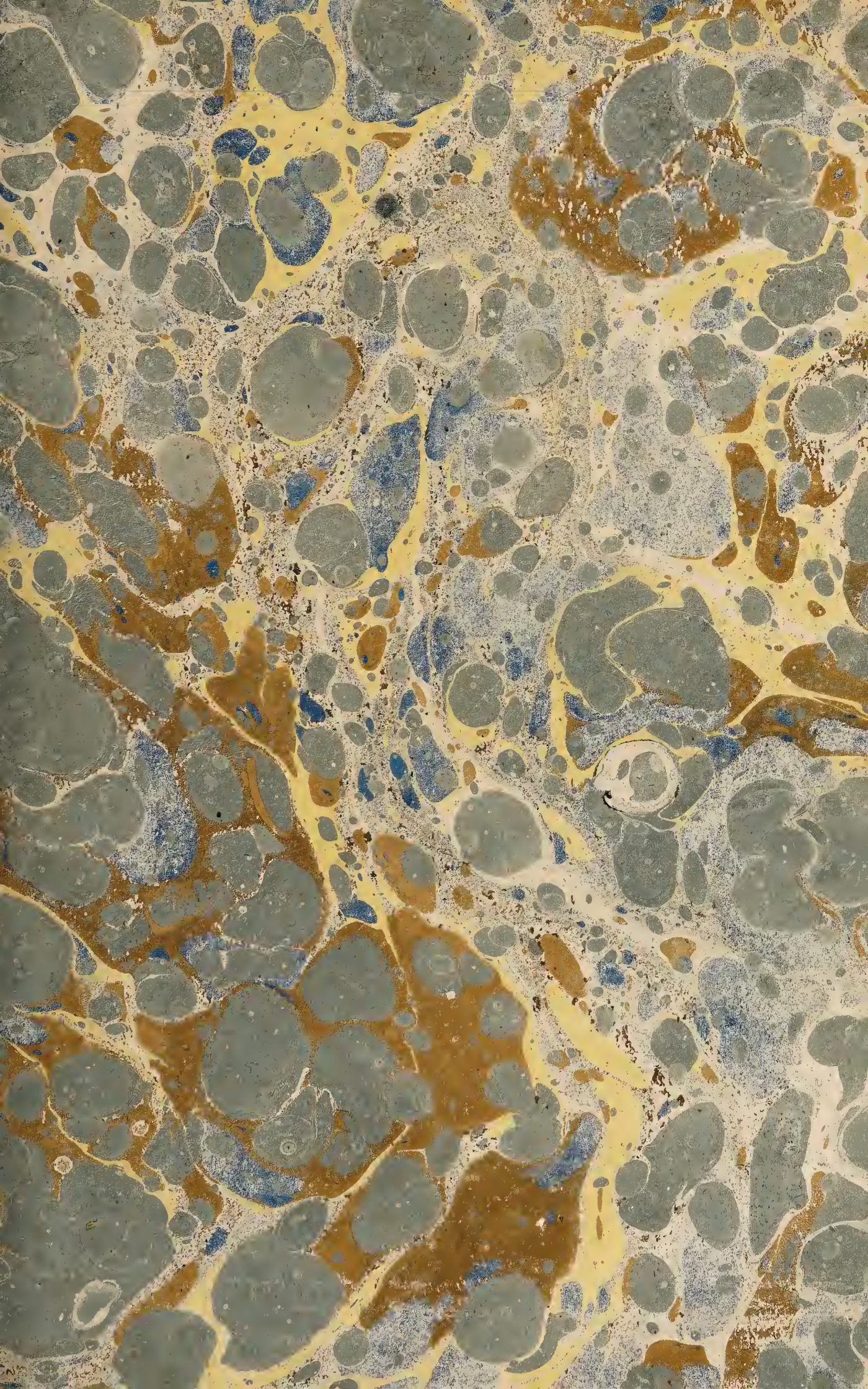

DUMAS.

TRATADO DE QUÍMICA APLICADA A LAS ARTES,

escrita en francés

POR

M. DUMAS,

REPETIDOR DE LA ESCUELA POLITÉGNICA, PROFESOR DE QUÍMICA DEL ATENEO, CORRESPONSAL DE LA ACADEMIA DE TURIN, etc., etc.

y traducido al castellano

POR

DON LUCIANO MARTINEZ.

TOMO III.

MADRID.

SOCIEDAD TIPOGRÁFICA DE D. BENITO HORTELANO Y COMPAÑÍA,
Pasadizo de San Ginés, núm. 3.
1845.

TRATADO

DE

QUÍMICA APLICADA Á LAS ARTES.

CAPITULO I.

Caracteres genéricos de las sales formadas por los ácidos minerales no metálicos.

930. La historia genérica de las sales es una de las mas fáciles de la química, porque todos los caracteres de estos cuerpos estan de tal suerte ligados á las reacciones del ácido y de la base que las forman, que conocidos los unos es muy facil llegar á prever los otros con certidumbre en la mayor parte de los casos. Por consecuencia, nos bastará espresar estos caracteres de una manera compendiosa, persuadidos de que una vez manifiestos los resultados, será snficiente un poco de reflexion para establecer la teoría. Sin embargo, para algunos ácidos que ofrezcan anomalías ó caracteres inciertos, entraremos en mayores detalles.

Los géneros que vamos á examinar se dividen segun las leyes de su composicion en siete grupos naturales, á saber:

El oxígneo de la base es al del ácido como

1.°

Per-cloratos..	1:7

2.°

Cloratos.....	1:5
Bromatos.....	
Iodatos	
Nitratos	
Hipo-sulfatos.	

3.°

Sulfatos	1:3
Seleniatos....	
Cloritos.....	
Ioditos.....	
Hipo-nitritos.	
Boratos.....	
Silicatos.....	

4.°

Fosfatos.....	1:2,5
Arseniatos....	

5.°

Sulfitos.....	1:2
Selenitos	
Carbonatos...	

6.°

Fosfitos.....	1:1,5
Arsenitos.....	

7.°

Hipo-sulfitos.	Composicion mal conocida.
Hipo-fosfitos.	

Vamos á examinar estos cuerpos sucesivamente bajo las relaciones de su composicion, de sus propiedades físicas y químicas, de su estado natural y de su preparacion. Pero aunque el órden bajo el cual acabamos de presentarlos, sea el mas conveniente, no le seguiremos á fin de hacer mas fáciles las investigaciones. Observemos sin embargo, que las sales verdaderamente comparables son aquellas que hemos comprendido en el mismo grupo.

Cloratos.

931. *Composicion.*—Los cloratos neutros estan compuestos de tal manera, que la cantidad de oxígeno del óxido es al oxígeno del ácido como 1 á 5.

Si representamos su composicion en átomos, tendremos:

$$\text{Base....} = \begin{cases} 1 \text{ át. metal.} \\ 1 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

$$\text{Acido...} = \begin{cases} 2 \text{ át. cloro.} \\ 5 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

932. *Propiedades.*—Todos los cloratos se descomponen por el fuego, aun antes de la temperatura roja: los de la segunda seccion se trasforman en oxígeno, en cloro y en óxido; y los de las otras secciones en oxígeno y en cloruro.

Facil es imaginar que todos los cloratos deberán quemar á una temperatura elevada, á todos los cuerpos combustibles susceptibles de unirse al oxígeno por el intermedio del calor, puesto que con tanta facilidad se descomponen por el fuego, dejando desprender el oxígeno. Efectivamente, á escepcion del iodo, el bromo, el cloro, el azoe y los metales de la última

seccion, todos los demas cuerpos se oxidan ó acidifican por los cloratos, y se sabe que estos diferentes cuerpos no pueden combinarse con el oxígeno á cualquiera temperatura que se espongan á su accion. Muchas de estas combinaciones se verifican con desprendimiento de luz.

No siempre hay necsidad de esponer á la accion del fuego las mezclas de los cloratos y de los cuerpos combustibles; muchas hay que detonan por un choque repentino: tales son las que se obtienen con el clorato de potasa y el azufre, el sulfuro de antimonio, el fósforo, el carbon y las materias vegetales ó animales. Por esto se distinguen estos compuestos bajo el nombre de *pólvoras fulminantes*. Los productos que resultan son muy fáciles de prever.

Todos los cloratos son solubles en el agua, á escepcion del de protóxido de mercurio: sus disoluciones no se enturbian por el nitrato de plata.

Los ácidos fuertes descomponen los cloratos, pero los fenómenos de la descomposicion son diferentes, segun que se espone á un calor lento ó arrebatado. Si se vierte ácido sulfúrico en una disolucion de clorato y se la espone á una pronta ebullicion, resultará un sulfato, un per-clorato, gas oxígeno y cloro; de suerte que la porcion de ácido clórico puesta en libertad se descompodrá completamente á causa de la elevacion de temperatura. Pero si se espone la mezcla á un calor suave, se desprenderá mucho gas óxido de cloro y muy poco cloro y oxígeno.

933. *Preparacion.*—Hasta el presente no se ha encontrado ningun clorato en la naturaleza; para obtenerlos es necesario hacer pasar al través de sus bases disueltas ó desleidas en agua un gran esceso de cloro, ó bien combinar directamente el ácido clórico con las bases.

Percloratos.

934. *Composicion.*—El oxígeno del óxido en los percloratos es al del ácido como 1 á 7.

Su composicion en átomos es pues :

$$\text{Base....} = \begin{cases} 1 \text{ át. metal.} \\ 1 \text{ át. óxígeno.} \end{cases}$$

$$\text{Acido...} = \begin{cases} 2 \text{ át. cloro.} \\ 7 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

935. *Propiedades.*—El perclorato de potasa es el único que se ha sometido á las observaciones. Se sabe que espuesto en una retorta á la accion del fuego , se descompone al rededor de 200°, y se trasforma en oxígeno y en cloruro de potasio.

Este cuerpo solo produce una detonacion muy débil con la mayor parte de los cuerpos combustibles. En general , el ácido perclórico forma sales mas estables que el ácido clórico.

El perclorato de potasa es muy poco soluble en el agua fria pero muy soluble en el agua hirviendo. Tratándole por el ácido sulfúrico debilitado deja desprender su ácido á la temperatura de cerca de 140°.

Cloritos y cloruros de óxido.

936. Estas sales se producen, como se ha espresado (786), cuando se hace pasar cloro frio sobre los óxidos hidratados. La composicion de los cloritos es tal , que la cantidad de oxígeno del óxido es á la cantidad de oxígeno del áci-

do como 1 á 3; por consecuencia se obtendrá en átomos:

$$1 \text{ átomo óxido...} = \begin{cases} 1 \text{ át. metal.} \\ 1 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

$$1 \text{ átomo ácido...} = \begin{cases} 2 \text{ át. cloro.} \\ 3 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

Los cloritos no se han aislado todavia; siempre estan acompañados de cloruros en cantidad tal, que para cada átomo de clorito hay lo menos tres de cloruro metálico. Esta condicion complica un poco su historia y sirve para esplicar algunas de sus propiedades.

937. *Propiedades.*—Los cloritos neutros no son bien conocidos sino en el estado de disolucion acuosa. Sin embargo, puede obtenerse el clorito de sosa en el estado sólido, evaporando la disolucion al abrigo del contacto del aire, y por el intermedio de una ebullicion rápida. Pero estos cloritos secos no se han estudiado mientras que sus disoluciones han sido sometidas á los esperimentos convenientes para descubrir su naturaleza íntima. Todos los cloritos parecen solubles, y sus disoluciones tienen un sabor particular, análogo al de las disoluciones metálicas. Su olor es semejante al de una disolucion debilitada de cloro.

Los cloritos sometidos á la accion del calor no tardan en descomponerse Si el calor se aplica lentamente, se desprende desde luego una cantidad sensible de cloro, pero insignificante en los resultados. La produccion de gas se acelera bien pronto, y se obtiene oxígeno mezclado con un poco de cloro. En fin, cuando el licor se aproxima á la ebullicion, el desprendimiento de oxígeno se hace muy rápido, y asi continúa durante algun tiempo. Hácia el fin de la operacion la

reaccion se debilita, y aunque todavia puede desprenderse gas oxígeno, es necesario mucho tiempo y una ebullicion bien sostenida para estraerle en su totalidad.

El oxígeno desprendido de esta manera no representa enteramente el que contiene el clorito sometido á la ebullicion: cuando se hace el analísis del resíduo se halla en él un clorato en cantidad proporcional al oxígeno que ha desaparecido.

Véase la espresion atómica de la reaccion, segun M. Morin.

Atomos empleados.			Atomos producidos.	
9 át. clorito.=	9 át. óxido.=	9 át. metal.	7 át. cloruro.=	24 át. oxíg.
		9 át. oxígeno.		7 át. metal.
	9 át. ácido.=	18 át. cloro.		14 át. cloro.
		27 át. oxígeno.		
2 át. clorato.=	2 át. óxido.=	2 át. metal		
		2 át. oxígeno.		
	2 át. ácido.=	4 át. cloro.		
		10 át. oxígeno.		

Para tener una idea completa de estos resultados es necesario añadir que los 9 átomos del clorito empleado estaban primeramente mezclados con 27 átomos de cloruro metálico, que se vuelven á encontrar en el resíduo y se añaden á los 7 átomos de cloruro nuevamente formados. El resíduo se encuentra por lo tanto compuesto de 34 átomos de cloruro para 2 átomos de clorato, ó bien de 17 para 1.

Esto es al menos lo que sucede con los cloritos de cal y de potasa, y probablemente con los otros cloritos alcalinos.

938. No siempre es necesario elevar la temperatura para determinar la descomposicion; algunas veces puede efectuarse aun á la temperatura ordinaria, tal es la poca estabilidad

de estas sales. Con el clorito de plata por ejemplo, se manifiesta una reaccion muy pronta, aun en frio, el clorito se descompone, no se desprende ningun gas, pero se precipita mucho cloruro de plata, y queda en disolucion clorato de este metal. La espresion atómica de esta reaccion puede tomarse de los esperimentos de M. Berzelius.

Atomos empleados.

3 át. clorito.= { 3 át. óxido.= { 3 át. plata. / 3 át. oxígeno. } ; 3 át. ácido.= { 6 át. cloro. / 9 át. oxígeno. }

1 át. cloruro.= { 1 át. plata. / 2 át. cloro. }

2 át. clorato.= { 2 át. óxido.= { 2 át. plata. / 2 át. oxígeno. } ; 2 át. ácido.= { 4 át. cloro. / 10 át. oxígeno. }

Esta reaccion podria servir de base á una tercera hipótesis sobre la naturaleza de los cloritos que han sido considerados largo tiempo como cloruros de óxido. No hay dificultad efectivamente en mirarlos como unos compuestos de dos átomos de clorato para un átomo de cloruro. La mayor parte de los fenómenos que presentan se prestan á esta suposicion.

939. Los ácidos sulfúrico, nítrico y fosfórico deben poner en libertad al ácido cloroso cuando se vierten sobre los cloritos puros; pero como este ácido es poco estable debe descomponerse prontamente. Los ácidos sulfuroso, fosforoso, etc. hacen pasar los cloritos al estado de cloruros trasformándose ellos en ácido sulfúrico y fosfórico. La accion de los ácidos hidro-sulfúrico, hidro-iódico, hidro-brómico etc. puede preverse igualmente; sin duda resultará agua, un cloruro y

azufre, bromo ó iodo: con el ácido hidro-clórico se obtendrá agua y cloro.

Los óxidos metálicos ejercen sobre los cloritos una accion muy singular observada por M. Berzelius. Esta accion pertenece sobre todo á los oxidos que desalojan el oxígeno del peróxido de hidrógeno. El óxido de plata, por ejemplo, puesto en contacto con los cloritos los descompone repentinamente; los trasforma en cloruros y pone su oxígeno en libertad

940. Los cloritos neutros parece que no tienen accion sobre los colores vegetales; pero por poco ácidos que sean los destruyen con rapidez. En esta circunstancias el ácido cloroso debe obrar á la vez por su oxígeno y por su cloro apoderándose éste último del hidrógeno del agua y dejando al oxígeno en libertad. Parece, pues, que la sustancia vegetal está sometida á la accion del gas oxígeno naciente que se apodera á la vez de una parte de su carbon y de su hidrógeno, cambiando por este medio completamente su naturaleza.

Si en vez de hallarse puro el clorito se encuentra mezclado con cloruro, los fenómenos podrán recibir otra interpretacion. Efectivamente, cuando se vierte un ácido sobre una mezcla semejante, el ácido cloroso puesto en libertad cede su oxígeno al meta del cloruro, resultando de aqui una nueva cantidad de óxido. El cloro del ácido cloroso asi como el de cloruro se encuentran entonces en libertad. Aqui se advierte que una mezcla de clorito y de cloruro obran precisamente como una mezcla de cloro y de óxido.

941. El ácido carbónico parece susceptible de descomponer los cloritos; al menos descompone á todos aquellos que se hallan mezclados con cloruro haciendo desprender al cloro. A esta influencia se atribuyen los fenómenos del blanqueo en grande por el clorito de cal. Se sabe en efecto, que la diso-

lucion conocida con el nombre de *cloruro de cal* mezcla de clorito de cal y de cloruro de calcio, no es susceptible de alterar los colores vegetales mas leves cuando estan al abrigo del contacto del aire; pero por este contacto ó mas bien á favor del ácido carbónico que el aire contiene destruye por el contrario los colores con una rapidez estraordinaria. Se concibe fácilmente la accion del ácido carbónico sobre los cloritos que se hallan mezclados de cloruros teniendo presente la accion enérgica del ácido cloroso sobre los cloruros. Es evidente en efecto, que desde el instante en que el ácido cloroso tiende á quedarse libre, el metal de cloruro se apodera de su oxígeno, el cloro queda en descubierto, se desprende, y la base del clorato queda en el estado de bi-carbonato. Si se admite que la mezcla se halla en presencia de una materia orgánica, la accion será mas rápida, porque el cloro en vez de desprenderse pasa al estado de ácido hidro-clórico, y éste reacciona sobre el clorito restante. De aqui resulta una nueva dósis de cloro que pasando á su vez al estado de ácido descompone una cantidad de clorito igual á la primera, y asi continúa hasta estinguir todo el clorito. Esto es lo que se verifica cuando se hace uso de los cloritos impuros para el blanqueo ó para la desinfeccion.

Cuando se quieren conservar los cloritos mezclados con cloruro es necesario preservarlos del contacto del aire y del polvo; sin esta precaucion se trasformarán en cloruros metálicos por la influencia del ácido carbónico contenido en el aire y de las materias orgánicas que se hallan suspendidas en estado de polvo.

942. *Estado natural, preparacion.*—Los cloritos no se encuentran, en la naturaleza se obtienen tratando las bases hidratadas ó disueltas por medio del cloro. La preparacion de los clo-

ritos de cal y de sosa y de potasa será el objeto de un capítulo particular.

Bromatos.

943. *Composicion.*— En los bromatos neutros la cantidad de oxígeno de la base es á la cantidad del oxígeno del ácido como 1 es á 5, lo que da en átomos:

1 át. de base...= { 1 át. metal.
1 át. oxígeno.

1 át. ácido.....= { 2 át. bromo.
5 át. oxígeno.

944. *Propiedades.*—Los bromatos sometidos á la accion del calor se trasforman en bromuros, y dejan desprender el oxígeno. Su historia es la misma que la de los cloratos bajo todos aspectos.

Los bromatos de plata y de protóxido de mercurio son insolubles.

Iodatos.

945. *Composicion.*—En los iodatos la cantidad de oxígeno del óxido es á la cantidad de oxígeno del ácido como 1 á 5.

Su composicion en átomos es pues:

Base....= { 1 át. metal.
1 át. oxígeno.

Acido...= { 2 át. iodo.
5 át. oxígeno.

946. *Propiedades.*—Los iodatos lo mismo que los cloratos se descomponen por el fuego al grado rojo oscuro; la mayor parte dejan desprender el oxígeno y el iodo, el ácido se destruye y el óxido queda libre. Los iodatos de potasa, de sosa, de litina, de cal y algunos otros se trasforman en ioduros, y dejan desprender el oxígeno solamente. Supuesto que se descomponen por el fuego puede presumirse que se descompondrán tambien por todos los cuerpos combustibles que tienen mucha tendencia á unirse con el oxígeno.

Los iodatos de potasa y de sosa exigen una cantidad muy grande de agua para disolverse; los demas son insolubles.

Los ácidos sulfúrico, nítrico y fosfórico á la temperatura ordinaria se apoderan de una parte de la base de algunos de ellos, pero los ácidos sulfuroso é hidro-sulfúrico los descomponen de repente, se apoderan del oxígeno y dejan el iodo en libertad. La accion del ácido hidro-clórico origina unos fenómenos muy diferentes; hay formacion de agua, desprendimiento de cloro, y ademas se forma sub-cloruro de iodo y un hidro-clorato.

947. *Estado natural, preparacion.*—Los iodatos no se encuentran en la naturaleza; se preparan poniendo el iodo con las bases disueltas ó combinando directamente el ácido iódico con las bases, ó bien por medio de dobles descomposiciones.

Ioditos.

948. *Composicion.*—Puede admitirse por analogía que los iodatos estan formados de:

$$1 \text{ át. cloro.} = \begin{cases} 1 \text{ át. metal.} \\ 1 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

$$1 \text{ át. ácido.} = \begin{cases} 2 \text{ át. iodo.} \\ 3 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

El ácido iodoso se considera como análogo al ácido cloroso tanto por la composicion cuanto por la capacidad de saturacion. Pero como el ácido iodoso ni los ioditos no han sido analizados, podria haber alguna diferencia.

949. *Propiedades.*-Los ioditos parecen tambien menos estables que los cloritos. La mas débil influencia es suficiente para trasformarlos en ioduros y en iodatos, sin que por esto haya desprendimiento de oxígeno. El iodato de sosa que es el único que se ha estudiado, esperimenta esta descomposicion, asi que se halla en contacto con el agua tibia ó con alcohol.

El ácido sulfúrico y el nítrico descomponen los iodatos dejando el iodo en descubierto. El ácido hidro-clórico en esceso los descompone tambien, pero el oxígeno del ácido iodoso se apodera del hidrógeno del ácido hidro-clórico : de aqui resulta cloro y sub-cloruro de iodo, que queda en disolucion si la cantidad de agua es conveniente.

Las bases se descomponen con el iodato de sosa de una manera análoga á la de los ácidos. Asi la barita ó las sales de barita vertidas en una disolucion de esta sal, precipitan de repente iodato de barita. Los iodatos pueden por lo tanto considerarse como unos compuestos de ioduros y iodatos.

950. *Preparacion.*—Se hará su descripcion al hacer la del iodito de sosa.

Sulfatos.

951. *Composicion.*—En los sulfatos neutros la cantidad de oxígeno del óxido es á la cantidad de oxígeno del ácido como 1 á 3, ó bien en átomos:

$$\text{Base.} = \begin{cases} 1 \text{ át. metal.} \\ 1 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

$$\text{Acido.} = \begin{cases} 1 \text{ át. azufre.} \\ 3 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

Se conocen ademas bi-sulfatos, sulfatos, sesqui-básicos, tri-básicos, si-básicos, y aun sulfatos, en los cuales la cantidad de base es doce veces mayor que en los sulfatos neutros.

952. *Propiedades.*—El sulfato de magnesia y los de la primera seccion no se descomponen por el fuego: los demas todos se descomponen á una temperatura mas ó menos elevada: el ácido sulfúrico se trasforma en dos volúmenes de ácido sulfuroso y en uno de oxígeno: todos dejan desprender al mismo tiempo ácido sulfúrico anhidro, que sin duda es arrastrado por los gases oxígeno y sulfuroso, y cuya cantidad es tanto mayor, cuanto mas baja ha sido la temperatura á que se ha descompuesto el sulfato.

953. El carbono descompone todos los sulfatos á una temperatura elevada. Con los sulfatos de la primera seccion se obtiene gas óxido de carbono y un sulfuro metálico al grado de calor blanco; ó bien un compuesto de poli-sulfuro y óxido á un grado de calor un poco inferior. Con los de la segunda queda el óxido en libertad, y se desprende azufre, ácido sulfuroso y ácido carbónico. Con los demas se obtiene

un sulfuro metálico, cuando el metal puede combinarse con el azufre, y las mas veces un poco de carburo de azufre, quedando entonces el metal en el estado de sub-sulfuro.

Parece que la accion del hidrógeno sobre los sulfatos debe ser la misma que la del carbono, y que no debe diferenciarse de estos sino en que en vez de producir ácido carbónico ú óxido de carbono y sulfuro de carbono, se obtendrá agua é hidrógeno sulfurado. Sin embargo, M. Arfvedson, sometiendo los sulfatos á la accion de una corriente de gas hidrógeno, ha obtenido unos resultados muy variables y complicados, de los cuales hablaremos en cada sulfato en particular.

El boro y el fósforo descomponen sin duda todos los sulfatos, y debe formarse ácido bórico ó fosfórico, y de consiguiente fosfatos ó boratos en ciertos casos. El azufre no tiene accion sobre los sulfatos que no se descomponen por el calor; pero es indudable que puede obrar sobre todos los demas: su accion debe ser la misma que la que ejerce sobre las bases libres de estos diferentes sulfatos. El cloro y el iodo se hallan en igual caso: el azoe no tiene accion sobre ningun sulfato.

954. El potasio y el sodio descomponen todos los sulfatos al grado del calor rojo cereza, ocasionando unos productos que se pueden prever, es decir, sulfuro de potasio y potasa, y si las circunstancias lo permiten una aleacion de potasio y del metal del sulfato. Los sulfatos á la temperatura roja se descomponen tambien por los metales de la tercera seccion, y por muchos de la cuarta. En estas diversas descomposiciones pasarán los metales en parte al estado de óxidos, y en parte al de sulfuros: los demas productos variarán en razon del metal y del sulfato.

955. Todos los sulfatos son insolubles en el alcohol,

muchos son solubles en el agua, algunos se disuelven muy poco en este líquido, y otros nada.

Los sulfatos insolubles son los de barita, de estaño, de antimonio, de bismuto, de plomo y de mercurio. Los que se disuelven en pequeña cantidad son los de estronciana, de cal, de circona, de itria, de deutóxido de cerio y de plata. Aqui se advierte que la base que tiene mas tendencia á combinarse con el ácido sulfúrico bajo la influencia del agua es la barita; en seguida la estronciana, la potasa, la sosa, la litina, la cal, el amoniaco, la magnesia, etc.

956. Los sulfatos á la temperatura ordinaria no se descomponen por los otros ácidos, pero sí por algunos hidrácidos como el ácido hidro-sulfúrico é hidro-selénico, que obran sobre sus bases. A una temperatura elevada, los ácidos fosfórico y bórico son los únicos que pueden descomponer los sulfatos, desalojando al ácido que contienen.

La silice desaloja tambien al ácido sulfúrico de sus combinaciones; pero en este caso el ácido se descompone, mientras que la silice se combina con la base del sulfato.

El ácido sulfúrico contribuye poco á la solubilidad de los sulfatos insolubles; sin embargo, el sulfato de barita es soluble en el ácido sulfúrico concentrado.

957. *Estado natural.*—En la naturaleza existen veinte y dos sulfatos, á saber: los sulfatos de alumina, de magnesia, de cal con agua y sin ella, el de estronciana, de barita, de potasa, de sosa, de amoniaco, de zinc, de hierro mas ó menos óxido, de cobalto, de cobre, de niquel, de plomo; los sulfatos dobles de alumina y de potasa, neutros ó con esceso de alumina; los de alumina y de amoniaco, de cal y de sosa, de sosa y magnesia, y de alumina y hierro. Los mas abundantes son los de cal, de barita, de alumina y de potasa.

958. *Preparacion.*—Los sulfatos de magnesia, de cal, de barita, de estronciana; el alumbre y algunas veces los sulfatos de potasa y de sosa se estraen del seno de la tierra, y algunas otras de las aguas minerales.

Los sulfatos de barita, de estronciana, de cal, de plomo, de protóxido de mercurio y de plata pueden obtenerse por doble descomposicion.

Por los metales y el ácido dilatado en agua pueden obtenerse los sulfatos de zinc y los de hierro; por los metales y el ácido concentrado los de estaño, de antimonio, de bismuto y de deutóxido de mercurio.

Los sulfatos de zinc, de hierro, y de deutóxido de cobre se preparan tostando los sulfuros de estos metales y esponiéndolos en seguida á la accion del aire húmedo á la temperatura ordinaria; en fin, todos los demas sulfatos se preparan tratando de un modo conveniente los óxidos y los carbonatos por el ácido sulfúrico.

Sulfitos.

959. *Composicion.*—La cantidad de oxígeno del óxido es á la cantidad de oxígeno del ácido como 1 á 2, ó bien en átomos:

$$\text{Base.} = \begin{cases} 1 \text{ át. metal.} \\ 1 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

$$\text{Acido.} = \begin{cases} 1 \text{ át. azufre.} \\ 2 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

Se conocen ademas los bi-sulfitos.

960. *Propiedades.*—Los sulfitos de la primera seccion y el de magnesia se trasforma por la accion del fuego en sulfa-

tos básicos, y el azufre se desprende en cierta cantidad. Los otros sulfitos dejan desprender su ácido, el óxido queda libre y se conduce por el calor como si estuviera solo.

Los sulfitos solubles absorven el oxígeno por el contacto del aire, y pasan poco á poco al estado de sulfatos. Los que son insolubles pasan á este estado con mucha lentitud, y aun muchas veces la accion se limita á las partes esteriores.

Tres sulfitos son solubles, el de potasa, sosa y amoniaco; los demas son insolubles en el estado neutro; pero se disuelven por un esceso de ácido.

Los ácidos sulfúrico, hidro-clórico, fosfórico y arsénico en el estado líquido descomponen los sulfitos á la temperatura ordinaria. Los ácidos nitroso y nítrico se descomponen por los sulfitos; resulta deutóxido de azoe, y el sulfito pasa al estado de sulfato. El cloro líquido puesto en contacto con una disolucion de sulfito descompone una porcion de la base, y resulta un sulfato, un cloruro y un desprendimiento de gas ácido sulfuroso.

961. *Preparacion.*—En la naturaleza no se halla ningun sulfito; los que pudieran formarse en las cercanías de los volcanes pasarian poco á poco al estado de sulfatos por el contacto del aire.

Los sulfitos solubles se obtienen haciendo pasar una corriente de gas ácido sulfuroso por las disoluciones de potasa, sosa y amoniaco, ó por las disoluciones de los carbonatos de estas bases. Los otros se obtienen por doble descomposicion, ó bien dilatando la base en el agua, y sometiéndola á la accion de una corriente de gas ácido sulfuroso.

Hipo-sulfatos.

962. *Composicion.*—En los hipo-sulfatos neutros la cantidad de oxígeno del óxido es á la cantidad de oxígeno del ácido como 1 es á 5, lo cual forma en átomos:

$$\text{Base.} = \begin{cases} 1 \text{ át. metal.} \\ 1 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

$$\text{Acido.} = \begin{cases} 2 \text{ át. azufre.} \\ 5 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

963. *Propiedades.*—Estos cuerpos se descomponen fácilmente por el calor, y se trasforman en sulfatos neutros y en gas sulfuroso. El oxígeno y el aire parece que no tienen accion sobre ellos.

Todos los hipo-sulfatos neutros son solubles en el agua. Todos ó la mayor parte son solubles en el alcohol.

El ácido sulfúrico dilatado en agua y puesto en contacto con un hipo-sulfato, pone al ácido hipo-sulfúrico en libertad, sin hacerle esperimentar ninguna alteracion; pero cuando el ácido sulfúrico está concentrado, ó cuando estando debilitado se calienta el licor, el ácido hipo-sulfúrico se descompone como cuando se esponen los hipo-sulfatos á la accion del fuego, desprendiéndose mucho gas sulfuroso.

964. *Preparacion.*—En la naturaleza no se encuentra ningun hipo-sulfato. Todos se preparan por medio del hipo-sulfato de manganeso, ó del hipo-sulfato de barita, por medio de la doble descomposicion, ó bien combinando directamente el ácido hipo-sulfúrico con las bases.

Hipo-sulfitos.

965. Los hipo-sulfitos pueden considerarse de dos maneras, ó bien como dos sales producidas por un ácido que contenga menos oxígeno que el ácido sulfuroso, cuya opinion es la mas comun; ó bien como dos sales que resultan de la union de un sulfuro metálico con el ácido sulfúrico ó el ácido sulfuroso: esta es la opinion de M. Gay-Lussac, y tambien la que nosotros adoptaremos.

966. *Composicion.*—Esta reclama un nuevo exámen, porque se han confundido evidentemente bajo el nombre de hipo-sulfitos unas sales de naturaleza muy diversa. En efecto, estos cuerpos pueden obtenerse por procedimientos muy diversos, de los cuales vamos á examinar los resultados.

1.° Por los sulfitos solubles y el azufre. En este caso se disuelve tanto azufre cuanto contiene ya el sulfito, y resulta:

1 átomo sulfito.. =	1 át. base.. =	1 át. metal.	
		1 át. oxígeno.	
	1 át. ácido. =	1 át. azufre.	
		2 át. oxígeno.	
1 át. azufre.		1 át. azufre.	

Este resultado es susceptible de dos interpretaciones, á saber:

Hipo sulfito.		Sulfato de sulfuro.	
1 át. base.. =	1 át. metal.	1 át. sulfuro. =	1 át. metal.
	1 át. oxígeno.		1 át. azufre.

1 át. ácido.= { 2 át. azufre. / 2 át. óxígeno. } 1 át. ácido... = { 1 át. azufre. / 3 át. oxíg.

2.° Por los sulfuros y el ácido sulfuroso. El gas absorvido parece que contiene en este caso tanto azufre como el sulfuro: el resultado es:

1 át. sulfuro.= { 1 át metal. / 1 át. azufre.

1 át. ácido...= { 1 át. azufre. / 2 át. oxígeno.

Esto tiene todavia dos interpretaciones, á saber:

Hipo sulfito.	Sulfito de sulfuro.
1 át. base..= { 1 át. metal. / 1 át. oxígeno.	1 át. sulfuro.= { 1 át. metal. / 1 át. azufre.
1 át. ácido.= { 2 át. azufre. / 1 át. oxígeno.	1 át. ácido...= { 1 át. azufre. / 2 át. oxíg.

Facil es advertir que en la hipótesis de un hipo-sulfito, se tendrá un ácido dos veces mas cargado de azufre que el precedente.

3.° Por los metales, el ácido sulfuroso y el agua: el zinc, el hierro y algunos otros metales producen hipo-sulfitos en estas circunstancias : entonces se tiene

1 át. hierro...	=	1 át. base..	1 át. hierro.
			1 át. óxígeno.
1 át. azufre...		1/2 át. ácido..	1 át. azufre.
2 át. oxígeno.			1 át. oxígeno.

Se formará, pues, un sub-hipo-sulfito; pero como el producto obtenido es muy ácido, es mas probable que resulte:

Atomos empleados.		Atomos producides.	
1 át. hierro.		1 át. sulfuro. =	1 át hierro.
			1 át. azufre.
3 át. ácido sulfuroso.. =	3 át. azufre.	2 át. ácido sulfúrico .. =	2 át. azufre.
	6 át. oxíg.		6 át. oxíg.

Lo que representará un bi-sulfato de sulfuro.

4.° Por la accion del azufre sobre las bases alcalínas hidratadas. Por estas reacciones se forman poli-sulfuros é hipo-sulfitos. Estos últimos se representan por sulfitos ó sulfatos de sulfuros. La esperiencia solamente puede hacer conocer el resultado real.

5.° Por la accion del aire sobre los sulfuros solubles. Los fenómenos son los mismos que en el caso precedente, estando el metal oxidado, y el azufre en descubierto; ésto viene á ser lo mismo que si el óxido y el azufre hubieran estado desde luego en contacto.

Nos vemos precisados á considerar los hipo-sulfitos como unas sales de sulfuros, por los resultados siguientes, que solo se esplican bien en esta hipótesi.

Los hipo-sulfitos de las cuatro últimas secciones, los de

hierro, de plomo y de plata por ejemplo disueltos en el agua y sometidos á la ebullicion se descomponen y dejan depositar una gran cantidad de sulfuro.

El sulfuro rojo de mercurio descompone al hipo-sulfito de sosa, se trasforma en hipo-sulfito de mercurio y la sosa queda en libertad. Este resultado es verdaderamente inesplicable en la hipótesi de los hipo-sulfitos, y por el contrario muy facil de concebir en la otra.

La confusion que existe todavia en la historia de los hipo-sulfitos solo nos permite presentar generalidades muy vagas.

967. *Propiedades.*—Los hipo-sulfitos no pasan sino con mucha dificultad al estado de sulfatos, por la accion del oxígeno del aire: esto nos manifiesta que tienen mas estabilidad que los sulfitos.

Todos los hipo-sulfitos se descomponen á una temperatura mas ó menos elevada. Los de la primera seccion y el de magnesia dan por producto azufre y un sulfato con esceso de base; todos los demas dan ácido sulfuroso y un producto análogo al que se obtiene tratando su óxido por el azufre.

Muchos hipo-sulfitos son solubles: sin embargo, el de barita solo se disuelve bien cuando contiene un esceso de ácido.

Los ácidos sulfúrico, fosfórico, hidro-clórico, etc. puestos en contacto con los hipo-sulfitos desprenden gas ácido sulfuroso y depositan azufre.

Seleniatos.

968. En los seleniatos el oxígeno de la base es al del ácido como 1 : 3. Lo que da para su composicion:

1 átomo base....= { 1 át. metal.
1 át. oxígeno.

1 átomo ácido...= { 1 át. selenio.
3 át. oxígeno.

Como el ácido selénico es un ácido muy poderoso, poco inferior bajo este aspecto al ácido sulfúrico, los seleniatos son muy estables. Por otra parte su analogía con los sulfatos es tan grande que se encuentran en las mismas especies las mismas propiedades con muy ligeras modificaciones. Asi los seleniatos de barita y de plomo son insolubles; los de potasa, de sosa, de cobre, etc. son por el contrario solubles y muy propensos á cristalizar de una manera regular y con la misma forma que los sulfatos correspondientes.

Es de sentir sin embargo, que M. Mitscherlich no haya dado unos detalles mas circunstanciados sobre la historia general de los seleniatos en los que se limita á describir algunas especies bajo el aspecto de la forma cristalina.

La preparacion de los seleniatos nada ofrece de particular cuando ya se conoce la del ácido selénico.

Selenitos.

969. En los selenitos la cantidad de oxígeno del óxido es á la cantidad de oxígeno del ácido como 1 : 2, lo que forma en átomos.

1 át. base.....= { 1 át. metal.
1 át. oxígeno.

1 át. ácido.....= { 1 át. selenio.
2 át. oxígeno.

Estos selenitos tienen una reaccion alcalina; se conocen selenitos básicos que todavia no han sido analizados.

Existen ademas bi-selenitos y cuadri-selenitos. La mayor parte de las bases pueden formar bi-selenitos, pero en el estado de cuadri-selenitos solo se conocen los de potasa, sosa y amoniaco.

Los selenitos no se descomponen por el calor. El carbon los descompone á todos produciendo gas carbónico ó gas óxido de carbono, y un seleniuro con los selenitos de la primera y de las cuatro últimas secciones. En estas reducciones queda siempre en descubierto un poco de selenio. Los de la segunda seccion producen gas carbónico, selenio y óxido.

Los selenitos se descomponen por los ácidos sulfúrico, fosfórico arsénico y bórico ayudando la accion por el calor. Pero el ácido selenioso descompone á su vez á los nitratos, lo que le coloca en el rango de los ácidos poderosos.

Los detalles espuestos con respecto al ácido selenioso nos dispensan de añadir cosa alguna relativa á la preparacion de los selenitos.

Nitratos.

970. *Composicion.*—En los nitratos neutros la cantidad de oxígeno del óxido es á la cantidad de oxígeno del ácido como 1 á 5, ó bien en átomos.

$$\text{Base....} = \begin{cases} 1 \text{ át. metal.} \\ 1 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

$$\text{Acido...} = \begin{cases} 2 \text{ át. azoe.} \\ 5 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

971. *Propiedades.*—Todos los nitratos se descomponen por una temperatara mas ó menos elevada; los que estan formados por las bases poderosas producen desde luego al descomponerse gas oxígeno, y se trasforman en hipo-nitritos; estos á su vez producen un compuesto de oxígeno y de deutóxido de azoe; pero aumentando un poco la temperatura se obtiene á la vez oxígeno, gas azoe, un poco de ácido nitroso y óxido. Esto se verifica por lo menos con los nitratos de potasa y de sosa, el de barita produce otros resultados. Este se trasforma desde luego en una mezcla de peróxido de bario, y de hipo-nitrito de barita dejando desprender oxígeno y ácido nitroso; avivando el fuego solo queda barita por resíduo.

Los otros nitratos dejan desprender oxígeno, gas ácido nitroso, y se obtiene un óxido por resíduo siempre que no sea reducible por el calor.

En ciertas circunstancias el ácido nítrico se evapora sin descomponerse: en los nitratos formados por bases débiles, y que contienen agua de cristalizacion. Se evapora esta, y arrastra una parte dal ácido con sus vapores; la sal pasa al estado neutro ó de sub-nitrato que se conduce del modo ordinario. Esto se verifica con los nitratos producidos por los óxidos indiferentes.

972. Los nitratos que se descomponen por la accion del calor solamente se descompondrán con mayor razon por todos los cuerpos combustibles que pueden unirse al oxígeno á una temperatura elevada.

El hidrógeno puede descomponer sin duda alguna, todos los nitratos á una temperatura muy poco elevada. Este esperimento aun seria muy peligroso en la práctica, porque habia precision de hacer pasar una corriente de gas á un tubo de

porcelana que contuviera al nitrato, y podria verificarse una esplosion repentina por la elevacion de temperatura.

Haciendo una mezcla de nitrato de potasa y de boro, y echándola en un crisol candente resulta una combustion muy activa, se produce un borato de potasa, y el gas azoe se desprende.

Cuando se espone repentinamente una mezcla íntima de nitrato y un esceso de carbon á una temperatura muy elevada resulta una viva combustion, un desprendimiento de gas óxido de carbono ó de gas carbónico y de azoe; el óxido metálico que formaba la base del nitrato queda entonces en libertad. Si el nitrato está en esceso los productos serán diferentes; en tal caso se desprenderá gas ácido carbónico, deutóxido de azoe ó ácido nitroso, y el resíduo quedará en su totalidad ó en parte en el estado de hipo-nitrito. El fósforo ayudado del calor obra con energía sobre los nitratos; el ácido se trasforma en ácido nitroso, ó en deutóxido de azoe ó en azoe, y se forma un fosfato siempre que el esceso de fósforo y el calor no se opongan.

Cuando se introduce en un crisol enrojecido una mezcla íntima de azufre y un nitrato, y particularmente el de potasa ó sosa, se produce una combustion de las mas activas; el ácido nítrico pasa al estado de deutóxido de azoe ó de ácido nitroso; con los nitratos de la primera seccion se obtiene gas ácido sulfuroso y un óxido; con los nitratos de la segunda y con el de magnesia un sulfato, y con los de las otras secciones gas ácido-sulfuroso y un sulfuro.

El iodo, el cloro y el azoe no tienen accion sobre los nitratos; los dos primeros solo pueden obrar sobre la base de los nitratos cuando estos han sido descompuestos por el calor.

Todos los metales que se oxidan por el contacto del oxígeno ayudados de una temperatura elevada descomponen los nitratos, y se oxidan tambien por el intermedio del calor; el ácido nítritico pasa al estado de deutóxido de azoe ó de azoe; cuando el nitrato tiene por base un óxido muy básico como la potasa ó la sosa puede oxidar aun á los metales de la última seccion, es decir, á los metales acidificables, tales como el oro, el platino, etc. En este caso el nuevo óxido se combina con la base del nitrato, y juega á su vez el papel de ácido con respecto á la base.

Todos los nitratos son solubles en el agua; sin embargo, hay algunos que no se disuelven sino cuando contienen un esceso de ácido.

El órden con que las bases tienden mas á combinarse con el ácido nítrico es el siguiente: la potasa, la sosa, la litina, la barita, la estronciana, la cal, el amoniaco, la magnesia, etc.

Los ácidos sulfúrico, fosfórico, hidro-clórico, hidro-fluórico y arsénico en el estado líquido descomponen todos los nitratos; el primero en frio, los demas á una temperatura que no escede del agua hirviendo. Todos sustituyen al ácido nítrico, y le desprenden en el estado de vapor á escepcion del ácido hidro-clórico que le sustituye igualmente; pero al mismo tiempo da lugar á una formacion de cloro y de ácido nitroso.

El ácido bórico verifica la descomposicion á una temperatura próxima al grado rojo cereza.

Como todos los nitratos son solubles, resulta que cuando se vierte en una de sus disoluciones una sal soluble, cuyo ácido pueda formar con la base del nitrato una sal insoluble la descomposicion se forzará, y habrá entre

las bases del nitrato un cambio mútuo de ácidos.

973. *Estado natural.*—Cuatro nitratos se hallan en la naturaleza, estos son los de sosa, potasa, cal y magnesia.

Los nitratos de potasa, de cal y de magnesia se encuentran las mas veces reunidos, algunas en disolucion en el agua, pero lo mas frecuente es en eflorescencias ya sea á la superficie de los terrenos calcáreos, ya sobre las paredes ó sobre los terrenos espuestos á las emanaciones animales. Los paredones ó despojos de edificios antiguos, el suelo de las caballerizas, de los apriscos, etc. contienen á estas sales en mas ó menos cantidad.

En la India es tan abundante el salitre que cristaliza á la superficie de la tierra, y puede recogerse algunas veces con escobas.

Hace poco tiempo que se ha descubierto en el Perú el nitrato de sosa en forma de pequeñas escamas entre las arenas y á la superficie del suelo.

974. *Preparacion.*—A escepcion del nitrato de potasa que se obtienen estrayéndolo de los paredones, y descomponiendo los nitratos de cal y de magnesia por los carbonatos de potasa, todos los demas nitratos se obtienen por uno de los tres procedimientos siguientes: 1.° *Por la accion del ácido nítrico sobre los metales.* Asi se obtienen los nitratos de zinc, de cadmio, de bismuto, de deutóxido de cobre, de plomo, de plata, de mercurio y de peróxido de hierro. 2.° *Por la accion del ácido nítrico sobre los sulfuros.* Por este medio se obtienen los nitratos de barita y de estronciana. 3.° *Por la accion del ácido nítrico sobre los sulfuros.* Todos los demas nitratos.

Hipo-nitritos.

975. *Composicion.*—En los hipo-nitritos el oxígeno del óxido es al oxígeno del ácido como 1 á 3. Los hipo-nitritos básicos contienen ya dos, ya cuatro veces tanta base como los hipo-nitritos neutros.

Por lo tanto contienen en átomos los hipo-nitritos neutros

$$\text{Base....} = \begin{cases} 1 \text{ át. metal.} \\ 1 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

$$\text{Acido...} = \begin{cases} 2 \text{ át. azoe.} \\ 3 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

Los hipo-nitritos lo mismo que los nitratos se descomponen por el fuego. Los productos de la descomposicion serán diferentes, pero se reconocerán con facilidad atendiendo á los que provienen de la descomposicion de los nitratos.

Para conocer los productos que resultan de la accion de los hipo-nitritos sobre los cuerpos combustibles, basta observar lo que pasa entre los nitratos y estos mismos cuerpos; la única diferencia que se advierte consiste en que los hipo-nitritos contienen menos cantidad de oxígeno y la combustion por lo tanto es menos activa.

Todos los hipo-nitritos son solubles en el agua.

Los ácidos sulfúrico, nítrico, fosfórico, hidro-clórico, etc., los descomponen de repente aun á la temperatura ordinaria. El ácido hipo-nitroso se trasforma en ácido nítrico que queda disuelto en el licor, y en deutóxido de azoe, que por el contacto del aire se trasforma en ácido nitroso.

En la naturaleza no se encuentra ningun hipo-nitrito.

Estas sales se obtienen calcinando hasta cierto punto los nitratos, pero este procedimiento no sirve para obtener los hipo-nitritos puros, porque no se puede saber jamás á que época debe suspenderse la operacion: si se calcina demasiado, el hipo-nitrito contendrá un esceso de base, ó estará mezclado con un compuesto de deutóxido de azoe, y en el caso contrario, el hipo-nitrito estará mezclado con nitrato.

M. Berzelius prepara un sub-hipo-nitrito de plomo, haciendo hervir en un matraz una disolucion de nitrato de plomo, con la cantidad de plomo necesario para hacer pasar esta sal al estado de sub-nitrito. Esta cantidad es de 12,4 gramas (248,496 granos) de plomo, para 20 gramas (400,80 granos) de nitrato.

Para obtener en seguida el hipo-nitrito neutro de plomo, es necesario verter poco á poco en la disolucion de sub-hipo-nitrito bastante cantidad de ácido sulfúrico solamente para precipitar la mitad del óxido que contiene. El hipo-nitrito neutro queda en el licor.

Por las dobles descomposiciones podrian prepararse todos los demas hipo-nitritos por medio del precedente. M. Berzelius ha obtenido, por ejemplo, los hipo-nitritos de amoniaco y de deutóxido de cobre, descomponiendo el hipo-nitrito neutro de plomo por el sulfato de amoniaco y por el sulfato de deutóxido de cobre.

Hipo-azotitos.

976. Creemos conveniente distinguir bajo este nombre las combinaciones poco conocidas todavia, de deutóxido de azoe con las bases salificables. Efectivamente, en una nomenclatura regular, los azotatos corresponderian á los nitra-

tos, los azotitos á los hipo-nitritos, y por consecuencia los hipo-azotitos á las combinaciones de deutóxido de azoe. Aquí se advierte que los compuestos de que se trata no pueden recibir sino un nombre puramente fantástico, ó un nombre á propósito para introducir una confusion. La composicion de estos cuerpos es la siguiente:

$$\text{Base....} = \begin{cases} 1 \text{ át. metal.} \\ 1 \text{ át. óxígeno.} \end{cases}$$

$$\text{Acido...} = \begin{cases} 2 \text{ át. azoe.} \\ 2 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

Los hipo-azotitos no pueden formarse directamente: se producen calentando los nitratos de potasa, de sosa, de barita ó de cal, hasta que cese el desprendimiento de oxígeno; el residuo que se recoge en este caso se halla en el estado de hipo-azotito.

Todos estos cuerpos son solubles en el alcohol: todos son cristalizables y muchas veces retienen el agua de cristalizacion.

Por la accion del calor dejan desprender el azoe y el oxígeno, pero, sin embargo, los de las dos últimas secciones suministran azoe y ácido nitroso dejando el metal libre.

Los ácidos poderosos en contacto con estos cuerpos hacen desprender el déutóxido de azoe. Los hipo-azotitos reducen casi repentinamente las disoluciones de oro, y el metal se deposita en forma de polvo.

Fosfatos.

La composicion de los fosfatos es muy notable. El ácido

fosfórico se une á las bases en cinco proporciones diferentes: se conocen fosfatos neutros, sesqui-fosfatos, bi-fosfatos, fosfatos sesqui-básicos, y fosfatos bi-básicos. En los fosfatos neutros la cantidad de oxígeno del óxido es á la cantidad de oxígeno del ácido como 2 á 5, ó bien en átomos.

$$\text{Base.} = \begin{cases} 1 \text{ át. metal.} \\ 1 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

$$\text{Acido.} = \begin{cases} 1 \text{ át. fósforo.} \\ 2\ 1/2 \text{ át oxígeno.} \end{cases}$$

977. *Propiedades.*—Los fosfatos de las cuatro primeras secciones no se descomponen por la accion del calor, porque el ácido fosfórico es fijo é indescomponible, ó al menos no se volatiliza sino con mucha dificultad, particularmente cuando está combinado con los óxidos fijos. Los de las dos últimas secciones por el contrario se descomponen por el fuego perdiendo la base su oxígeno; entre estos parece, sin embargo, que el fosfato de plata resiste á una temperatura muy elevada.

Los cuerpos combustibles simples no metálicos descomponen á los fosfatos. Si se calcina una mezcla de carbon y de un fosfato cuya base sea irreducible por este cuerpo, se obtendrá gas óxido de carbono, fósforo y un sub-fosfato que contiene mas ó menos base, segun la afinidad de esta para con el ácido. Si se opera con un fosfato cuyo óxido pueda reducirse por el carbon, se obtiene ácido carbónico ú óxido de carbono y un fosfuro metálico. Si la temperatura es demasiado elevada no se formará fosfuro porque este cuerpo se descompone por el calor, y aun puede decirse que en la mayor parte de los casos el fosfuro se halla en el estado de sub-

fosfuro. Los fosfatos de las dos primeras secciones no se descomponen sino á una temperatura muy elevada; los de la tercera exigen una mucho menor, y los de las últimas se descomponen con facilidad.

La analogía del boro con el carbono da lugar á creer que este cuerpo combustible obrará sobre los fosfatos de la misma manera que el carbon; pero como el ácido bórico es sólido, y tiende á combinarse con el óxido de fósforo, producirá un borato y el fósforo se volatilizará. Sin embargo, en algunos casos se obtendrá un fosfuro y ácido bórico.

El hidrógeno debe descomponer á una temperatura muy elevada, los fosfitos de la primera y segunda seccion: en esta reaccion se formará agua, fósforo en vapor, que mezclado con el esceso de hidrógeno, podrá darle la apariencia del hidrógeno fosforado; pero este gas no se puede obtener, porque aun suponiendo que se produjera, se descompondria en el instante á causa de la elevada temperatura á que se hallaria sometido al tiempo de su produccion. Con los metales de las cuatro últimas secciones se obtiene agua, un fosfuro metálico y fósforo en vapor.

El fósforo no puede tener accion sino sobre los fosfatos cuyas bases se reducen con facilidad; se apodera sin duda del oxígeno de estas bases, y produce ácido fosfórico y un fosfuro metálico.

Todo cuanto hemos dicho del fósforo podemos aplicar tambien al azufre; si la temperatura no es demasiado elevada se producirá gas ácido sulfuroso y un sulfuro metálico. Estos diversos fenómenos se comprenderán bien, si se recuerda que el ácido fosfórico tiene poca afinidad con los óxidos fáciles de reducir, y que un metal no se combina con un ácido sino cuando está en el estado de óxido.

Los fosfatos de sosa y de potasa son los únicos solubles en el agua, pero todos adquieren esta propiedad á favor de un esceso de ácido. Esta es la causa porque cuando se vierte ácido fosfórico en el agua de barita, de estronciana ó de cal, se forma un precipitado que desaparece inmediatamente añadiendo un esceso de ácido.

La barita, la estronciana y la cal son las bases que tienen mas tendencia á combinarse con el ácido fosfórico por el intermedio del agua, puesto que enturbian las disoluciones de los fosfatos de potasa, sosa y amoniaco. Sin embargo, la potasa, la sosa y el amoniaco se apoderan de una porcion del ácido de los fosfatos neutros de barita, de estronciana y de cal, haciéndolos pasar al estado de sub-fosfatos.

Todos los ácidos un poco fuertes descomponen en parte á los fosfatos neutros, y los trasforman en fosfatos ácidos; luego como todos los fosfatos ácidos son solubles, y todas las demas sales á escepcion de algunas, lo son igualmente en un esceso de su ácido, resulta que con el ácido fosfórico se disolverán todos los fosfatos, y que lo mismo sucederá con la mayor parte de los demas ácidos. Con el ácido nítrico pueden disolverse todos los fosfatos. El ácido sulfúrico se apodera completamente de la barita y del óxido de plomo que se hallan en combinacion con el ácido fosfórico, formando los fosfatos de estas bases.

978. *Estado natural.*—Once son los fosfatos ó sub-fosfatos que se encuentran en la naturaleza: estos son los de cal, de plomo, de hierro, de sosa, de magnesia, de amoniaco y de potasa, de manganeso y de hierro, de alumina, de cobre y de urano.

El fosfato de cal natural es el único abundante. Este es el que unido á la gelatina, al carbonato calcáreo y á una pe-

queña cantidad de fosfato de magnesia constituye los huesos de todos los animales. En España se halla en gran abundancia formando colinas enteras.

979. *Preparacion.*—Los fosfatos de potasa y de sosa se obtienen vertiendo en una disolucion de fosfato ácido de cal, otra disolucion de potasa ó sosa, ó mas bien los carbonatos de estas bases; con los fosfatos de potasa y de sosa se obtienen por doble descomposicion los de barita y los de plomo, pero cuando se quieren obtener los otros fosfatos por el mismo procedimiento, se precipita un fosfato sesqui-básico. Es preciso para obtener estos fosfatos neutros usar de una precaucion que indicaremos al tratar de estas sales en particular.

Piro-fosfatos.

980. M. Engelhart habia observado que el ácido fosfórico precipitaba la alumina, mientras que M. Berzelius y la mayor parte de los químicos admitian lo contrario. Examinando el hecho con atencion advirtió M. Eugelhart que la precipitacion no se verificaba sino cuando el ácido se hallaba recien enrojecido, y que perdia esta propiedad al cabo de algun tiempo.

M. Clark por su parte ha reconocido en el fosfato de sosa enrojecido unas propiedades particulares, y M. Gay-Lussac se aseguró que estas modificaciones curiosas tenian la misma causa que la precedente. Asi con el ácido fosfórico recien enrojecido se obtienen los piro-fosfatos, que son diferentes de los fosfatos ordinarios. Estos piro-fosfatos se reproducen calentando hasta el grado rojo los fosfatos ordinarios.

Los piro-fosfatos conservan mejor y mas largo tiempo sus propiedades particulares que el ácido piro-fosfórico. Cuan-

do se estrae el ácido de los piro-fosfatos goza las propiedades del ácido fosfórico enrojecido por el fuego, y tiene su misma instabilidad.

El piro-fosfato de sosa puesto en contacto con una disolucion de nitrato de plata forma un precipitado blanco, y el licor queda neutro. El fosfato ordinario forma por el contrario un precipitado amarillo en el estado de fosfato sesqui-básico, y el licor queda por consecuencia ácido.

A 350° cristaliza el piro-fosfato de sosa, y su forma cristalina difiere de la del fosfato ordinario: pierde toda su agua de cristalizacion. El fosfato de sosa ordinario á la misma temperatura retiene todavia un átomo, pero aumentando el calor hasta el grado rojo pierde toda el agua en su totalidad, y pasa al estado de piro-fosfato.

Los piro-fosfatos disueltos en el agua y sometidos á repetidas cristalizaciones, no vuelven á pasar al estado de fosfatos ordinarios.

Si se hace hervir por algun tiempo una disolucion de fosfato ordinario, éste cristaliza bajo una forma particular, y conserva esta propiedad obstinadamente.

Asi se tienen los fosfatos ordinarios, los que sufren la ebullicion y los piro-fosfatos, los que forman para unas mismas sales tres séries separadas por unas propiedades permanentes, en las cuales no puede desconocerse la influencia de una disposicion particular de las moléculas determinada por una simple accion física.

En efecto, en las tres séries la constitucion química de la sal seca, queda la misma, solamente en virtud de la modificacion operada sobre el ácido, la sal seca se combina con proporciones diferentes de agua de cristalizacion. Por otra parte, los fosfatos ordinarios y los piro-fosfatos ejercen unas accio-

nes químicas diferentes, cuyo caracter reunido al precedente constituye sin duda alguna, uno de los mas singulares descubrimientos de la química moderna.

Nada se ha observado de particular en los arseniatos enrojecidos, pero cuando estas sales sufren la ebullicion ofrecen caracteres distintos análogos á los de los fosfatos que se hallan en el mismo estado.

Fosfitos.

981. *Composicion.*—En los fosfitos neutros la cantidad de oxígeno del óxido es á la cantidad de oxígeno del ácido como 2 á 3. Su composicion atómica es por lo tanto:

$$\text{Base.} = \begin{cases} 1 \text{ át. metal.} \\ 1 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

$$\text{Acido.} = \begin{cases} 1 \text{ át. fósforo.} \\ 1\ 1/2 \text{ oxígeno.} \end{cases}$$

Estas sales se conducen de una manera diferente por el fuego, segun que son neutras, ácidas, ó con esceso de base. Echándolas sobre los carbones encendidos las ácidas producen una hermosa llama amarilla, las neutras la producen menos intensa, y las que tienen un esceso de base menos todavia. Calentando los sub-fosfitos en vasos cerrados dejan desprender hidrógeno fosforado, un poco de fósforo, y se obtiene ademas un resíduo de calor amarillo leonado, que es un sub-fosfato soluble en los ácidos.

La mayor parte de los fosfitos son insolubles; los de barita y de estronciana lo son muy poco, aunque dotados de la facultad de cristalizar; pero los de potasa, sosa y amoniaco

son muy solubles en el agua, y aun son delicuescentes; sin embargo, no se disuelven en el alcohol.

En la naturaleza no se encuentra ningun fosfito: se obtienen todos combinando directamente el ácido fosforoso con las bases.

Arseniatos

982. *Composicion.*—Ya hemos visto que en los fosfatos neutros la cantidad de oxígeno del óxido es á la cantidad de oxígeno del ácido como 2 á 5, y en la misma proporcion se hallan los arsenitos.

Si representamos la composicion de los arseniatos en átomos, tendremos

$$\text{Base.} = \begin{cases} 1 \text{ át. metal.} \\ 1 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

$$\text{Acido.} = \begin{cases} 1 \text{ át. arsénico.} \\ 2\ 1/2 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

Los bi-arseniatos contienen para la misma cantidad de base el doble de ácido. Los sesqui-arseniatos contienen para la misma cantidad de base vez y media de ácido como lo indica su nombre. Existen tambien arseniatos básicos muy variados.

983. Todos los arseniatos se funden ó al menos esperimentan un principio de fusion á una temperatura mas ó menos elevada. Los mas fusibles son los de potasa y de sosa. Solo hay un pequeño número de arseniatos que sean susceptibles de descomponerse por el fuego, estos son aquellos, cuyos óxidos son fáciles de reducirse espontáneamente, ó los que pueden pasar á un grado de oxidacion mas elevado.

El carbon calcinado con un arseniato reduce siempre al ácido, pero no reduce á la base sino cuando esta, es susceptible de reducirse por este cuerpo combustible. Si se necesita un calor muy elevado para operar la reduccion se obtendrá gas ácido carbónico, óxido de carbono y arsénico ó un arseniuro; si la temperatura es menos elevada no se obtendrá gas óxido de carbono, pero sí ácido carbónico y arsénico en parte libre y en parte combinado con el metal del óxido.

Todavia no se ha hecho constar por la esperiencia cual sea la accion de los otros cuerpos combustibles no metálicos sobre los arseniatos; pero segun la accion que ejerce el carbon sobre estos cuerpos no debe dudarse que el hidrógeno, el boro, el fósforo y el azufre no los descomponen sino á una temperatura mas ó menos elevada. Con todos estos cuerpos pueden preverse los productos que se formarán.

Los arseniatos de potasa, sosa y amoniaco son muy solubles; los demas, y en particular el arseniato de bismuto lo es tambien en un esceso de ácido arsénico.

Siempre que el ácido sulfúrico puede formar con el óxido de un arseniato una sal insoluble, le descompone á la temperatura ordinaria ó al menos á una temperatura poco elevada. Pero el resultado es muy diverso si se hace obrar el ácido sulfúrico por medio del calor rojo, porque en tal caso este ácido se desprende de sus combinaciones mas íntimas por la accion del ácido arsénico: por esto cuando se calcina una mezcla de sulfato de potasa y de ácido arsénico, se obtiene gas ácido sulfuroso, gas oxígeno y un arseniato.

Los ácidos fosfórico, nítrico, hidro-clórico, hidro-fluórico é hidro-iodico líquidos obran sobre la mayor parte de los arseniatos, disuelven todos aquellos con cuyas bases pueden

formar sales solubles, y los hacen pasar al estado de sobre-arseniatos.

Cuando se vierte una disolucion neutra de arseniato de sosa, de potasa ó de amoniaco en una disolucion igualmente neutra de una sal soluble de barita, se precipita un arseniato neutro de barita; pero si se emplea otra sal neutra y soluble que la de barita, se precipita constantemente un sub-arseniato insoluble, y por otra parte se obtiene una sal ácida soluble.

984. Los arseniatos naturales son cinco, á saber: el arseniato de hierro, de deutóxido de cobre, de protóxido de cobalto, de protóxido de niquel y de plomo.

El arseniato de hierro es muy raro, el de cobalto está mas repartido en la naturaleza, y se encuentra no solamente en las minas de cobalto sino tambien en las de cobre y de plata.

Los arseniatos solubles se pueden obtener combinando directamente el ácido arsénico con las bases, pero se emplea un procedimiento mas económico. Para obtener los arseniatos de potasa y de sosa se calcina el nitrato de estas bases con el ácido arsenioso. En cuanto aquellos que son insolubles se preparan por doble descomposicion. La calcinacion del nitrato con el ácido arsenioso puede practicarse en tubos de fundicion, pero en este caso se produce siempre arseniuro de hierro en pajitas micaceas amarillas semejantes por el aspecto á la pirita.

Arsenitos.

985. La cantidad de oxígeno del óxido es á la cantidad de oxígeno del ácido como 2 á 3.

La composicion atómica de los arsenitos es:

$$\text{Base....} = \begin{cases} 1 \text{ át. metal.} \\ 1 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

$$\text{Acido...} = \begin{cases} 1 \text{ át. arsénico.} \\ 1\,1/2 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

Los arsenitos espuestos en vasos cerrados á la accion del calor se conducen de diversos modos; unas veces dejan desprender su ácido y la base queda libre ; otras se descompone una parte del ácido, y resulta cierta cantidad de arseniato y de arsénico metálico. Los arseniuros alcalínos estan en este caso.

Los cuerpos combustibles simples que operan la descomposicion de los arseniatos obran sobre los arsenitos á una temperatura menos elevada, verifican su descomposicion mas fácilmente y dan los mismos productos.

Los arsenitos de potasa, de sosa y amoniaco son los únicos que se disuelven con facilidad; los de cal, de estronciana y de barita son solubles en un gran esceso de estas bases ó de ácido arsenioso.

Las bases que tienen mas tendencia á combinarse con el ácido arsenioso por el intermedio del agua son la barita, la estronciana, la cal; á estas siguen la litina, la potasa, la sosa y el amoniaco.

Poniendo los ácidos sulfúrico, nítrico, hidro-clórico, fosfórico, etc. en contacto con un arsenito, le descomponen completamente, y resulta una nueva sal; el ácido arsenioso puesto en libertad se disuelve algunas veces en un esceso de ácido. Se sabe que el ácido arsenioso es un ácido débil, y que algunas veces juega el papel de base; asi el ácido nítrico le disuelve; pero por la evaporacion se deposita una parte y la otra pasa al estado de ácido arsénico.

El ácido hidro-sulfúrico no tiene ninguna accion sobre

los arsenitos de la segunda seccion; pero descompone casi todos los de las demas secciones.

El arsenito de plomo es el único que se ha encontrado en la naturaleza. Los arsenitos de potasa ó de sosa se preparan combinando directamente el ácido arsenioso con la potasa ó la sosa. Esta operacion puede hacerse en un balon, para lo cual se pone un esceso de ácido arsenioso en polvo reunido con la potasa; se hace hervir esta mezcla por espacio de un cuarto de hora agitándola de tiempo en tiempo; en seguida se filtra, se lava bien y se recoge.

Boratos.

986. Segun M. Berzelius los boratos estan compuestos de tal manera que la cantidad de oxígeno del óxido es á la cantidad de oxígeno del ácido como 1 es á 6. Se tiene, pues, para su composicion atómica.

$$1 \text{ át. base} \ldots\ldots = \begin{cases} 1 \text{ át. metal.} \\ 1 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

$$2 \text{ át. ácido} \ldots\ldots = \begin{cases} 4 \text{ át. boro.} \\ 6 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

Tambien existen bi-boratos, y se conocen ademas los boratos sesqui-básicos y tri-básicos.

Los boratos no esperimentan ninguna alteracion por el fuego, sea cualquiera la intensidad del calor que se les haga esperimentar. Solo aquellos cuyos óxidos son reducibles por el fuego pueden descomponerse, porque el ácido bórico es fijo é inalterable por este agente. Cuando la descomposicion no puede verificarse los boratos se vitrifican, y tanto mas fácilmente cuanto mas fusible es el óxido.

No pudiendo descomponerse el ácido bórico por los cuerpos combustibles simples, es natural que los boratos no podrán tampoco descomponerse con facilidad por estos mismos cuerpos, y con mayor motivo si el boro y el metal tienen poca tendencia á unirse; pero como el ácido bórico tiene poca afinidad con las bases, puede suceder que estas bases se descompongan por el cuerpo combustible. Asi el borato de cobre se descompone por el carbono, el hidrógeno, etc., que reducen al óxido de cobre y le hacen pasar al estado metálico, dejando al ácido bórico en libertad. El borato de hierro por el contrario, produce boruro de hierro cuando se le reduce por el hidrógeno. El carbon parece susceptible de reducir al borato de sosa, ya sea dejando el iodo en libertad, ya formando boruro de sodio.

La mayor parte de los boratos son insolubles, solo los de potasa, de sosa, de amoniaco y de litina se disuelven en el agua de una manera sensible: ciertos boratos se disuelven tambien en un esceso de ácido.

El órden de la mayor tendencia que tienen las bases para unirse con el ácido bórico, parece el siguiente: la barita, la estronciana y la cal en primer lugar; la potasa y la sosa en el segundo; despues el amoníaco y la magnesia, etc.

Los boratos se descomponen al calor de la ebullicion ó mas bajo, por todos los ácidos á escepcion de los mas débiles, como el ácido carbónico y el hidro-sulfúrico, etc. Tratando por el ácido sulfúrico el borato de sosa disuelto en el agua, se obtiene el ácido bórico.

A una temperatura muy elevada solo el ácido fosfórico puede descomponer los boratos. Es casi inútil decir que los boratos solubles se descomponen por las sales solubles, cuyo óxido sea capaz de formar un borato insoluble.

Existen dos boratos naturales, que son el de sosa ó borax del comercio y el de magnesia, conocido con el nombre de *boracito*. El borax se encuentra en muchos lagos del Thibet, unido á una materia grasa. Muchos minerales contiene al ácido borácico, pero en muy pequeña cantidad, y á lo que parece de una manera accidental.

El borato de sosa se estrae de los lagos que tienen á esta sal en disolucion; en Francia se prepara combinando el ácido que se encuentra en Toscana con el carbonato de sosa. Todos los demas boratos pueden obtenerse tratando la base por el ácido bórico, y los que son insolubles por doble descomposicion; pero es muy dificil obtenerlos á un estado constante, porque los boratos insolubles ceden evidentemente una parte de su ácido al agua que se emplea para lavarlos.

Carbonatos.

987. La cantidad de oxígeno del óxido es á la cantidad de oxígeno del ácido como 1 á 2.

Los carbonatos estan, pues, formados de

$$\text{Base.} = \begin{cases} 1 \text{ át. metal.} \\ 1 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

$$\text{Acido.} = \begin{cases} 2 \text{ át. carbono.} \\ 2 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

Se conocen ademas sesqui-carbonatos y bi-carbonatos, como tambien carbonatos sesqui-básicos y bi-básicos.

Los carbonatos neutros de barita, de potasa y de sosa son los únicos que no se descomponen por el fuego; los de,

estronciana y de cal exigen para su descomposicion una temperatura elevada; los de magnesia, de zinc, de protóxido de hierro y de manganeso se descomponen mas fácilmente que los precedentes; los demas se descomponen antes del grado rojo cereza. El ácido carbónico se desprende en el estado de gas, y el óxido queda libre. Sin embargo, los carbonatos de protóxido de hierro y de protóxido de manganeso producen óxido de carbono pasando su óxido al estado de deutóxido. No obstante, la descomposicion de los carbonatos no puede efectuarse sino cuando estos no se hallan sometidos á una fuerte presion, porque los esperimentos célebres de Hill han probado bastante bien que el carbonato de cal se funde sin esperimentar la descomposicion cuando se halla en tubos de hierro gruesos, y cerrados con un tapon á tornillo.

Los carbonatos que no se descomponen solamente por el calor, lo verifican por medio del vapor de agua á una temperatura próxima al grado rojo cereza. Esto puede probarse poniendo esta sal en una pequeña cápsula de platino, é introduciendo esta cápsula en un tubo de porcelana espuesto al calor rojo, y haciendo pasar vapor de agua al través de este tubo.

988. Los cuerpos combustibles no metálicos no ejercen ninguna accion en frio sobre los carbonatos secos; pero en caliente su accion es muy variada. Cuando el carbonato que se trata es susceptible de descomponerse por un calor oscuro, se desprende el ácido sin esperimentar alteracion. Cuando por el contrario, el carbonato puede soportar la accion del calor rojo, el hidrógeno, el boro, el carbono y el fósforo se apoderan de una parte ó de todo el oxígeno del ácido carbónico, y ocasionan diversos productos, á saber: el hidrógeno y los carbonatos de barita, de potasa ó de sosa,

gas óxido de carbono y un hidrato; hidrógeno y los carbonatos de estronciana y de cal, agua, gas óxido de carbono, estronciana ó cal; carbono y alguno de estos carbonatos, gas óxido de carbono y el óxido de la sal; el fósforo, el boro y uno de estos carbonatos, carbono ó gas óxido de carbono, y un fosfato ó un borato.

El cloro por el intermedio del agua obrará sobre los carbonatos como sobre las bases, y dejará libre al ácido carbónico.

Los metales de la tercera seccion descomponen el ácido de los carbonatos de barita, de potasa, de sosa, y probablemente de estronciana y de cal haciéndole pasar al estado de gas óxido de carbono.

989. El agua disuelve cuatro carbonatos, estos son los de potasa, sosa y amoniaco y de litina; este último es poco soluble. Algunos otros carbonatos se disuelven á favor de un esceso de ácido; tales son los de magnesia y de cal. El carbonato ácido de cal se halla bastante repartido en la naturaleza; se encuentra disuelto en ciertas aguas acidulas ó gaseosas: pero por el solo contacto del aire á la temperatura ordinaria se desprende el esceso de ácido en virtud de su fuerza elástica y el carbonato de cal neutro se deposita poco á poco. De aqui nacen las incrustaciones sobre los cuerpos que bañan estas aguas.

El ácido carbónico á una temperatura elevada queda unido á la potasa y la sosa, pero no á la cal ni la estronciana; sin embargo, el agua de cal y de estronciana enturbian las disoluciones de carbonato de potasa y de sosa. Segun esto el órden bajo el cual las bases tienden á combinarse con el ácido carbónico en su contacto con el agua será el siguiente: cal, estronciana, barita, litina, potasa y sosa.

Uno de los caracteres mas marcados de los carbonatos es el descomponerse á la temperatura ordinaria por todos los ácidos, principalmente por aquellos que estan disueltos en el agua aun por el ácido hidro-sulfúrico y el hidro-selénico. El ácido carbónico se desprende en estas reacciones con una efervescencia mas ó menos viva.

990. En la naturaleza se encuentran doce carbonatos á saber: los carbonatos de cal, de protóxido de hierro, de sosa, de potasa, de deutóxido de cobre, de plomo, de zinc, de barita, de estronciana, de magnesia, de manganeso y el carbonato doble de cal y de magnesia.

El carbonato de cal es uno de los cuerpos mas repartidos en la naturaleza, constituye los mármoles, la creta, la calcárea compacta, los alabastros, etc., se encuentra en todos los terrenos desde los mas antiguos hasta los mas modernos, y entra en la composicion de la mayor parte de los cultivados.

El carbonato de hierro aunque menos abundante que el de cal, lo es sin embargo bastante. Se encuentra amontonado ó en filones en medio de los terrenos antiguos. Existe tambien en forma de riñones amontonado ó en pequeñas capas en medio de los terrenos ulleros. Tal es la naturaleza de casi todos los minerales de hierro en Inglaterra; tal es igualmente en Francia el de los minerales que pertenecen á los terrenos ulleros de las cercanías de San Esteban.

Al presentar la historia de las especies nos ocuparemos de los otros carbonatos naturales.

Como todos los carbonatos á escepcion de tres son insolubles, se obtienen por la doble descomposicion. El carbonato de plomo, conocido en el comercio bajo el nombre de *Albayalde*, se prepara de otro modo y por unos pro-

cedimientos que examinaremos al hablar de su preparacion.

En cuanto á la preparacion de los carbonatos de potasa y de sosa constituirá el objeto de capítulos particulares.

Silicatos.

991. En los silicatos neutros admite Berzelius que el oxígeno de la base es al del ácido como 1 es á 3. Segun los resultados que hemos anunciado con respecto al cloruro y al fluoruro de silicio, y segun otros hechos observados sobre los silicatos artificiales debemos pensar que en los silicatos la cantidad de oxígeno de la base es á la cantidad del ácido como 1 es á 4 cuando se hallan en el estado neutro. Pero como nada se puede establecer con exactitud sobre este particular admitiremos para comodidad del lenguaje, como lo ha hecho M. Beudant que la relacion es de 1 : 1. Entonces se tendrá en esta clase de sales:

$$1 \text{ átomo base....} = \begin{cases} 1 \text{ át. metal.} \\ 1 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

$$1 \text{ átomo ácido...} = \begin{cases} 1 \text{ át. silicio.} \\ 1 \text{ át. oxígeno.} \end{cases}$$

Por lo demas, los silicatos poseen estados de saturacion muy variados; pero es muy singular que presentándonos la naturaleza un número tan considerable de estos compuestos solo se encuentren dos en el estado que consideramos como neutro; estos son el silicato de glucina que se encuentra en la *esmeralda* y el silicato de barita que hace parte de la *harmatoma*.

De todos los silicatos conocidos estos son los únicos que por la saturacion se asemejan á los vidrios ordinarios; este es uno de los principales motivos que nos empeñan á servirnos de un lenguaje que sin perjudicar en nada esplica solamente las relaciones determinadas por la esperiencia. Algunos ejemplos podrán aclarar este modo de distinguir la composicion de los silicatos que tiene por otra parte la ventaja de convenir con los signos mineralógicos de M. Berzelius.

Silicatos. En todos aquellos que designaremos de este modo el oxígeno de la silice es igual al de la base. Estos compuestos son muy numerosos. El silicato de magnesia hidratado ó *marmolita*, el de zinc hidratado, el silicato de manganesa hidratado, y el de circona ó *circon* se hallan en este caso.

Bi-silicatos. En estos la silice contiene el doble de oxígeno que la base: sin duda alguna son los mas numerosos de todos los silicatos conocidos. El bi-silicato de cal ó *Wollastonita*, el de magnesia ó *piralolita*, el de manganesa roja, el de cobre ó *dioptaso*, presentan este estado de saturacion. Entre los silicatos artificiales, el vidrio de botella ofrece un ejemplo.

Tri-licatos. Silicatos neutros de M. Berzelius. Estos estan muy conocidos, pero abundan menos que los precedentes. Sin embargo, existen un gran número de ellos, á saber: el tri-silicato de cal, el de magnesia hidratada ó *esteatita*, el de protóxido de hierro hidratado ó *cloropalo*, en fin, el tri-silicato de alumina ó *arcilla plástica.*

Este estado de saturacion se encuentra con mayor frecuencia todavia en los silicatos dobles ó triples tan abundantes en la naturaleza.

Cuadri-silicatos. Los vidrios blancos, el cristal, el flint-

glass y el strass, se hallan todos en este estado de saturacion. Entre los silicatos naturales no se conoce ninguno simple que ofrezca esta forma; pero hemos dicho que se ha observado en dos silicatos compuestos, á saber : en la *esmeralda* que contiene un átomo de cuadri-silicato de glucina y dos de bi-silicato de alumina ; la *harmatoma*, que se compone de un átomo de cuadri-silicato de barita, de cuatro átomos de silicato de alumina y seis de agua.

Si-silicatos. No se hallan silicatos simples en este estado, pero la *apofilita* contiene si-silicato de potasa , la *petalita* si-silicato de litina, y la *shpema* si-silicato de cal. Este estado de saturacion es raro en la naturaleza : parece que es al que tiende á pasar el vidrio que contiene base alcalína simple.

Silicatos bi-básicos. Un silicato de alumina , la *distena* nos ofrece un ejemplo de esta clase: este estado de saturacion se presenta rara vez.

Silicatos tri-básicos, *cuadri-básicos* , *y si-básicos.* Estas combinaciones son muy raras y dudosas tanto entre los silicatos simples como entre los compuestos.

Asi, la mayor parte de los silicatos conocidos pueden colocarse en los cuatro primeros grupos.

992. Todos los silicatos espuestos al fuego tienden á entrar en fusion ; por lo comun todos funden completamente á una temperatura mas ó menos elevada; este es uno de los caracteres de la sílice, de que las artes metalúrgicas sacan un gran partido. Los silicatos juegan en estas grandes operaciones el mismo papal que el borax en los laboratorios. Por otra parte , para la fabricacion de los ladrillos ó de los vasos terrosos , utilizan las propiedades que poseen otros silicatos que se aglutinan al fuego mas violento sin entrar en fusion.

Todos los silicatos son fusibles al fuego que produce el

soplète de gas oxígeno é hidrógeno; pero al fuego de forja hay dos que no producen otro efecto que el de aglutinarse: estos son el de alumina y el de magnesia.

Es claro que el estado de saturacion de los silicatos ejerce una grande influencia sobre su fusibilidad, pero se han obtenido muy pocos resultados exactos sobre este particular: sin embargo, parece que el estado de bi-silicato ó de silicato es aquel en que la fusibilidad se verifica en mayor grado. Puede juzgarse de esto por los ejemplos siguientes.

Mezclas ensayados.	Estado de saturacion correspondiente al poco mas ó menos.	Accion de fuego.
1 p. silice, 1 p. cal.....	Bisilicato.....	Funde.
1 p. silice, 2 p. cal.....	Silicato.....	Se aglutina.
2 p. silice, 1 p. cal.....	Cuadri-silicato.	Se aglutina.
1 p. silice, 1 p. alumina..	Silicato.....	Se aglutina.
1 p. silice, 2 p. alumina..	Silicato básico..	queda en polvo.
2 p. silice, 1 p. alumina..	Bisilicato.....	id. id.

La fusibilidad de los silicatos depende en gran parte de la de los óxidos que les sirven de base; por consecuencia los mas fusibles son los de plomo, de bismuto, de potasa y de sosa, y los menos los que producen los óxidos infusibles tales como la alumina y la magnesia. La alumina y la magnesia se conducen al fuego como la silice y la alumina.

993. Los silicatos que no se funden al fuego, es decir, los de alumina y de magnesia esperimentan sin embargo una contraccion de volúmen mas ó menos considerable.

En esta propiedad está fundado el pirómetro de Wedge-

wood. Admitiendo en efecto, que esta contraccion aumenta con el grado de fuego puede mirarse esta propiedad como un medio escelente para evaluar las altas temperaturas. Pero esta es una suposicion de la cual se ha demostrado la inexactitud, y está probado que la contraccion de los silicatos de magnesia y de alumina no aumentade una manera regular con la temperatura, y que por otra parte está influida por la duracion de su esposicion al fuego. Sin embargo, no se ha podido abandonar completamente el pirómetro de Wedgewood, y si un pirómetro puede servir de alguna utilidad en las artes, es probable que este es uno de los que llenarán mejor el objeto. Pero todo el mundo sabe que en las manufacturas que se ejecutan por medio del fuego la misma materia que se fabrica sirve de pirómetro, y ofrece en general los caracteres que con un poco de hábito se aprenden á distinguir.

994. En general, los silicatos de muchas bases son fusibles. Todos los que tienen esta propiedad esperimentan al enfriarse con lentitud una verdadera cristalizacion que permite reproducir por este medio muchas especies minerales.

Los silicatos de potasa y de sosa pierden por el fuego una porcion de su base hasta que llegan á un estado de saturacion que todavia no ha sido determinado exactamente. Es probable al menos que en tanto que no se hallen en el estado de cuadri-silicatos puedan dejar desprender una parte de la base que contienen.

995. Los silicatos de potasa y de sosa son solubles en el agua. En el estado de silicato, de bisilicato y aun de trisilicato se disuelven en el agua fria, y son delicuescentes; pero en el estado de si-silicatos son poco atacables por este líquido en las mismas circunstancias, aunque se disuelven en el agua hirviendo.

Uniéndose los silicatos alcalínos con los terrosos ó metálicos forman compuestos menos atacables por el agua que los silicatos alcalínos simples, pero sin embargo el agua hirviendo llega á disolver una porcion del silicato alcalíno. Esto es lo que sucede con el vidrio ordinario.

Schecle ha demostrado que haciendo hervir mucho tiempo el agua pura en vasos de vidrio se carga de silicato alcalíno, mientras el silicato de cal forma un depósito blanco pulverulento. Cuando el vidrio se halla reducido á polvo muy fino produce sobre él el mismo efecto el agua fria. Asi cuando se envuelve polvo de vidrio humedecido en un papel teñido con la curcuma, este color cambia en rojo en el instante por la reaccion alcalína del silicato de sosa ó de potasa que se encuentra disuelto.

Todos los silicatos son insolubles en el agua á escepcion de los de sosa ó potasa, ó de los silicatos compuestos de que hacen parte.

996. Los silicatos solubles se descomponen en frio por todos los ácidos y aun por el carbónico. En todas estas reacciones se forman sales de potasa ó de sosa, mientras que la silice se deposita en jalea trasparente. Los silicatos insolubles son tambien atacables por los ácidos, pero solamente por los ácidos fuertes y concentrados. Cuando el silicato es de base insoluble es necesario generalmente recurrir al calor; cuando es un silicato compuesto de base alcalína la accion se hace sensible en frio. En todos estos casos la silice se separa bajo la forma gelatinosa; en general, la accion es parcial ó al menos exige mucho tiempo si se desea completa. El ácido hidro-fluórico ataca á todos los silicatos originando fluoruros de silicio y fluoruros quu se forman á espensas de la base del mismo silicato. Las mas veces resultan fluo-

ruros dobles de silicio y de los metales que producen estas bases.

Los alcalís cáusticos ó carbonatados en disolucion solo ejercen una accion muy débil sobre los silicatos insolubles; sobre los solubles no tienen ninguna accion; pero la potasa, la sosa y aun los carbonatos de estas bases descomponen todos los silicatos insolubles por el intermedio del calor rojo, dejan su base en libertad, y producen silicatos de potasa y sosa, siempre que la potasa ó la sosa se hallen en esceso, porque de lo contrario podrian formarse silicatos compuestos. Por medio de esta reaccion pueden analizarse fácilmente todos los silicatos; para esto se tratan en un crisol de platino por un esceso de carbonato de sosa. Tratando la masa restante por el ácido hidro-clórico se disuelve enteramente en algunos instantes á escepcion de la silice que no es atacable por este medio. Bien se concibe que el ácido se apodera con facilidad tanto de las bases puestas en libertad, cuanto de la sosa del silicato de sosa que se ha formado. Las nuevas sales que se hallan en la disolucion se separan en seguida por los procedimientos ordinarios del análisis mineral.

997. Los silicatos de potasa y de sosa asi como un gran número de silicatos fusibles se obtienen fundiendo una mezcla de silice y de base pura ó carbonatada. Los silicatos insolubles pueden tambien formarse por medio de dobles descomposiciones poniendo en contacto las sales disueltas con el silicato de potasa disuelto igualmente.

Los silicatos artificiales producidos por la via húmeda, estan poco estudiados; al presentar la historia del silicato de potasa ó *vidrio soluble* (1398), los dedicaremos algunas palabras.

Los silicatos naturales, tan numerosos y abundantes en

la superficie del globo, forman la mitad cuando menos de los minerales conocidos. Su descripcion deberia entrar sin duda en una obra destinada á presentar la reunion de los compuestos químicos, pero en una obra de aplicacion debemos limitarnos á dar á conocer las especies que tienen algun interés para las artes; por lo tanto las estudiaremos al tratar de los óxidos que contienen.

LIBRO CUARTO.

998. Examinaremos en este libro los metales que constituyen las dos primeras secciones de la clasificacion adoptada anteriormente; estos metales son los siguientes:

Potasio,
Sodio,
Litio,
Bario,
Estroncio,
Calcio,
Magnesio,
Itrio,
Aluminio,
Glucino,
Circonio,
Torino.

Los estudiaremos en el órden que precede, y que parece mas natural; de esta manera las modificaciones que las propiedades esperimentan van al poco mas ó menos creciendo regularmente de un metal á otro en esta serie.

Con respecto al litio, al itrio, al glucino, al circonio y al torino, que no tienen uso, nos limitaremos á recordar sus propiedades esenciales. Relativamente al bario, al estroncio y al magnesio, que solo ofrecen empleos poco importantes, nos bastará hacer un exámen compendioso. Pondremos por el contrario un cuidado particular en el estudio del potasio, el sodio, el calcio y el aluminio, que bajo tantas formas ofrecen materias de grandísima utilidad para las artes.

CAPITULO I.

Potasio.—Oxidos.—Cloruro.—Bromuro.—Ioduros.—Fluoruro.— Sulfuros.— Seleniuros. — Fosfuro.— Azoturo.— Carburos de potasio.—Sales de potasa formadas por los ácidos minerales no metálicos.

999. El potasio en el estado metálico juega un papel en los laboratorios, tan notable por lo menos como el que hacen en la industria las sales de diversa naturaleza que la potasa puede formar. De suerte que el potasio ofrece á los químicos uno de los agentes mas poderosos que se han conocido, y las sales de potasa á las artes una importancia sobresaliente en razon de su empleo para la fabricacion del alumbre, del salitre, de la pólvora, del vidrio, de los jabones, de las legías para blanquear, y para una multitud de materias no de menos utilidad: por lo tanto debemos presentar sus detalles de un modo mas circunstanciado con respecto á los otros metales.

Potasio.

1000. El potasio fué descubierto en 1807 por Sirtt Davy. Los multiplicados esperimentos que ha sufrido en manos de este observador, asi como en las de los señores Gay-Lussac y Thenard, le han constituido un objeto de una importancia considerable.

Este metal es sólido á la temperatura ordinaria; sin embargo, se deja amoldar con facilidad. Es ductil y blando como la cera, de lo cual puede cualquiera convencerse con facilidad apretándole entre los dedos estando introducido en el aceite de naphta. El potasio está dotado en alto grado de brillo metálico, y cuando se funde en el aceite de naphta ó se corta en pedazos, presenta en el primer caso el aspecto de la plata mate, y en el segundo el de la plata pulida. Su densidad es de 0,865 á la temperatura de 15° c.; es por lo tanto menos pesado que el agua y mas que el aceite de naphta. Su fractura es cristalina, conduce muy bien el calor y la electricidad. Entra en fusion á la temperatura de 58° c. Calentándole en una campana encorvada llena de azoe, se evaporiza al grado rojo naciente, y este vapor es notable por su hermoso color verde.

Al terminar este capítulo espondremos el procedimiento que se practica para obtener el potasio.

Peróxido de potasio.

1001. Colocando el potasio entre el gas oxígeno seco le absorve, pierde su superficie el brillo, y se cubre de una capa de óxido aun á la temperatura ordinaria. Si se eleva la

temperatura, la accion es tan enérgica, y la produccion de calor tan grande, que las campanas de vidrio se quiebran siempre, no teniendo la precaucion de colocar el pequeño fragmento de potasio en una capsulita de platino. Para que el esperimento tenga buen éxito es necesario que el oxígeno se halle en esceso, y que el potasio se caliente hasta que cese la absorcion; y entonces se produce el peróxido de potasio.

Este peróxido es amarillo verdoso, funde pasado el grado rojo oscuro, es mas pesado que el agua é inalterable por el calor. El agua le descompone y trasforma en protóxido, que queda disuelto y en oxígeno que se desprende: el mismo efecto producen los ácidos. La mayor parte de los cuerpos susceptibles de combinarse con el oxígeno, roban á este peróxido una parte del que contiene, y se trasforman en nuevos compuestos muy fáciles de prever.

El peróxido de potasio está formado de

1 át. potasio	.....=	487,915
3 át. oxígeno	....=	300,000
1 át. peróxido	....=	787,915

Protóxido de potasio ó potasa.

1002. Para obtener este cuerpo en el estado de pureza se emplea un procedimiento que consiste en calentar reunidos en una campana encorvada llena de gas azoe 2 átomos de potasio y 1 átomo de peróxido de este metal: el todo se trasforma en protóxido. Si se pone un esceso de potasio, será preciso calentarle bastante para volatilizarle. Tambien se prepara colocando en una atmósfera de aire seco y frio, unas

láminas delgadas de potasio, y añadiendo gas oxígeno á medida que el metal vaya absorviendo el que contiene el aire. Cuando la absorcion ha cesado se colocan las láminas en una capsulita de platino y se introduce esta en una campana llena de azoe, y en ella se calienta para volatilizar la pequeña cantidad de potasio que ha escapado á la accion del oxígeno.

El protóxido de potasio es blanco, muy caústico, mas pesado que el agua, funde un poco antes del calor rojo, no se descompone por el calor, es delicuescente y de consiguiente muy soluble en el agua: en el momento de la disolucion se desprende una gran cantidad de calor. Calentándole en el gas oxígeno le absorve y se trasforma en protóxido. Este protóxido se descompone por el fósforo, el selenio, el azufre, el cloro, el iodo, y tal vez por el carbono, el boro y el silicio; pero no se altera por el hidrógeno ni el azoe.

Este cuerpo está compuesto de

1 át. potasio	.....=	487,915
1 át. oxígeno	....=	100
1 át. protóxido	...=	5879,15

Hidrato de protóxido de potasio.

1003. Esta sustancia cuyo empleo es tan frecuente en las artes, se conoce hace mucho tiempo; ha recibido tambien numerosas denominaciones que conserva todavia, á saber: *potasa*, *piedra de cauterio*, *alcalí vegetal*, *potasa caústica*, *potasa caústica por la cal*, *potasa caústica alcohólica*.

Cuando en vez de combinar directamente el oxígeno y el potasio, se arroja este metal sobre el agua, el líquido se des-

compone de repente, hay un desprendimiento de gas hidrógeno y se produce una cantidad de calor bastante grande para elevar hasta el grado rojo la temperatura del metal. Puede muy bien recogerse el gas hidrógeno haciendo pasar el potasio á una probeta llena de mercurio, y en la cual se hayan introducido algunas líneas de agua. La efervescencia debida al desprendimiento del gas hidrógeno, es viva, repentina, y el metal se enrojece. Si el esperimento se hace al contacto del aire la temperatura del metal se eleva lo suficiente para inflamar al gas hidrógeno que se desprende, aun cuando se coloque el potasio en una cavidad formada sobre un pedazo de hielo. Esta elevacion de temperatura tan notable es á no dudarlo debida á la vez á la formacion del protóxido de potasio y á la accion del protóxido sobre el agua, porque ya hemos observado que el protóxido puro desprende mucho calor cuando se halla en contacto con el agua. Empleando una cantidad conocida de potasio y midiendo el gas hidrógeno desprendido pueden determinarse la composicion del protóxido. Evaporando el líquido se obtiene el hidrato de protóxido de potasio. Desgraciadamente, una vez que el hidrato se ha formado no se puede desprender del agua, sino haciendo pasar el protóxido al estado de sal, de manera que no se puede obtener el protóxido sino por los procedimientos ya manifestados. No se halla en el mismo caso el hidrato; éste se obtiene por unos medios menos costosos, y su frecuente empleo en las artes, en los laboratorios y en la medicina exige que entremos en los detalles de su preparacion.

1004. *Propiedades.*—El hidrato de protóxido de potasio es sólido, blanco, muy cáustico, alcalino en alto grado, fusible á un calor muy inferior al del grado rojo, delicuescente al aire y con una tendencia tan grande á unirse con el agua que se

apodera de la que contiene este fluido haciéndole pasar al 0° del higrómetro de Saussure. Tambien absorve con suma rapidez al ácido carbonico; de aqui se sigue que la potasa y sus disoluciones deben conservarse en frascos tapados con el mayor cuidado. Espuesta á una temperatura roja y al contacto del aire pasa al estado de peróxido perdiendo una porcion del agua que contiene. Si la trasformacion se verifica completamente la pierde en su totalidad. Es necesario tener presente que si se halla en contacto con el aire cargado de ácido carbónico pasará en parte al estado de carbonato, porque este no se descompone por el calor.

El hidrato de potasa se disuelve en el agua en todas proporciones. Cuando el agua esta cargada de esta sustancia hierve á una temperatura mas elevada que el agua pura y tanto mas cuanto mas saturada se halla.

1005. *Preparacion.*—Para obtener el hidrato de potasa puro se emplea el procedimiento siguiente: se trata el carbonato de potasa en disolucion por la cal, esta se apodera del ácido carbónico, forma carbonato de cal insoluble, mientras que la potasa libre queda disuelta en el líquido. Aun cuando esta preparacion reposa sobre un género de descomposicion muy sencillo, exige, sin embargo, algunas precauciones particulares en razon de la impureza constante del carbonato de potasa del comercio y de la dificultad que se esperimenta para que se verifique completamente la descomposicion, ó bien para detener la operacion cuando se halla terminada. En el primer caso quedará siempre un poco de carbonato sin descomponer, en el segundo la potasa contendrá un poco de cal. Todos estos inconvenientes se remedian en los laboratorios por medio del método que M. Bertollet puso el primero en práctica; pero en las artes se necesita un

método mas económico que se describirá mas adelante.

Supongamos que se opera sobre el carbonato de potasa puro. Se obtendrá fácilmente el hidrato de potasa tomando dos partes de bi-tartrato de potasa ó cremor de tártaro y una de nitrato de potasa que se pulverizan separadamente en un mortero de fundicion mezclándolas en seguida lo mejor posible. Despues se calienta hasta el grado rojo una basija de fundicion , y en ellas se echa la mezcla por cucharadas. La materia se inflama, el ácido tartárico y el ácido nítrico se descomponen mútuamente, y resulta agua, azoe, ácido carbónico, y probablemente un poco de óxido de carbono, hidrógeno carbonado, protóxido y deutóxido de azoe. Estos últimos productos no se formarán si la mezcla se hace íntimamente, y si las materias estan en las proporciones convenientes; pero es muy útil el emplear un esceso de bi-tartrato de potasa, á fin de evitar la formacion del hipo-nitrito que no dejará de verificarse. Todas estas materias se desprenden á escepcion de la mayor parte del ácido carbónico que queda en combinacion con la potasa y forma carbonato de potasa fijo. Esta sal se encuentra en la vasija bajo la forma de una masa porosa; ordinariamente se presenta ennegrecida por un poco de carbon cuando se han empleado las proporciones indicadas ; esta circunstancia demuestra que la descomposicion del nitrato ha sido completa.

M. Guibourt ha hecho con respecto á este punto una observacion importante. Se advierte que en la descomposicion que acabamos de manifestar se presentan carbono y azoe en descubierto. Si en vez de echar esta mezcla en la vasija de fundicion, se emplea un crisol de Hessd enrojecido, el azoe y el carbono se combinan , y en vez de carbonato puro se obtiene una mezcla de cianuro de potasio y de carbonato de po-

tasa. La esplicacion de estos fenómenos se encuentra en una circunstancia puramente mecánica. Las materias que se echan en la vasija de fundicion forman una capa delgada cada vez que se pone una porcion, y los gases que se producen son lanzados en seguida fuera del contacto de estas materias. Cuando se hace uso del crisol forman por el contrario una capa mas ó menos espesa, que los gases producidos en la parte inferior se ven en la precision de atravesar. Al pasar el azoe sobre la mezcla de carbonato ya producido y de carbon libre, origina un cianuro de potasio. Al tratar de los procedimientos que se emplean para obtener el cianuro de potasio, describiremos esta teoría mas detenidamente.

1006. Cuando se ha formado el carbonato de potasa puro, se trata de separar el ácido carbónico. Para conseguirlo se toma una parte de esta sal, media de cal viva, y siete ú ocho de agua. Se pone la cal en la vasija de fundicion, y se vierte sobre ella poco á poco la cantidad de agua necesaria para apagarla. Cuando se ha reducido á una pasta fina se lava varias veces por decantacion con el objeto de privarla de todas las sales solubles que provienen de las cenizas del combustible empleado para calcinar la cal. Estas sales y sobre todo los cloruros no es posible separarlos de la potasa una vez que se hayan mezclado con ella. Cuando la cal se ha lavado y escurrido, se vierte sobre ella toda el agua que se quiere emplear, se revuelve bien con una espátula de hierro y se añade el carbonato de potasa. En este estado se eleva la temperatura de la mezcla hasta la ebullicion teniendo cuidado de mantenerla á este grado durante algunas horas; pero como la mayor parte del agua será desalojoda por la evaporacion, hay precision de reemplazarla á medida que esto se verifica. De tiempo en tiempo se decanta una pequeña cantidad de licor y

se añade agua de cal; mientras la materia se enturbie por esta adicion es preciso continuar la ebullicion; cuando ya no forme precipitado blanco, ó al menos que lo forme en pequeña cantidad, puede darse por terminada la operacion.

En estas reacciones el agua trasforma la cal en hidrato disolviendo una parte de este: el carbonato de potasa se disuelve enteramente, reacciona en seguida sobre la cal disuelta, y la trasforma en carbonato de cal insoluble que se precipita; éste se descompone poco á poco por el hidrato de cal que le hace pasar en parte al estado de carbonato insoluble, de tal suerte, que al concluir la operacion solo queda protóxido de potasio disuelto en el agua.

Si el agua de cal enturbia todavia ligeramente este licor, lo que sucede con frecuencia, debe concluirse que el carbonato de potasa no se ha descompuesto completamente, y que permanece una pequeña cantidad mezclada con el protóxido; pero estas dos materias pueden separarse por medio del alcohol. La cal en esceso y el carbonato de cal se retiran desde luego; para esto se vierte el líquido sobre una tela espesa bien mojada y colocada sobre una armadura formando un colador. Las primeras porciones que se enturbian se vuelven á poner sobre la tela, y cuando el licor pasa limpio se deja la filtracion por sí sola hasta que se halle terminada; el resíduo se lava con agua hirviendo para disolver la potasa de que se halla impregnado, y se ponen aparte las aguas de lavadura. La cal y el carbonato de cal quedan sobre la tela; el licor contiene al protóxido de potasio y un poco carbonato de potasa si la descomposicion no ha sido completa, ó bien protóxido de potasio y un poco de cal en disolucion si la descomposicion se ha verificado completamente.

En todo caso es preciso evaporar el líquido; para esto se ponen en la vasija de fundicion bien limpia las aguas de lavadura mas débiles, y se hace hervir por medio de un fuego activo; poco á poco se van añadiendo las aguas de lavadura mas cargadas; y por último el primer licor que se filtró. Operando de esta manera se economiza el tiempo y el combustible, porque las aguas de lavadura hierven á un grado tanto menos elevado cuanto menos cargadas se hallan de potasa, y su punto de ebullicion se elevaria con mucha pérdida, si se diera principio á la evaporacion por las primeras aguas filtradas.

1007. Es imposible evitar la absorcion del ácido carbónico contenido en el aire, por el licor durante su evaporacion; de manera que por último resultado se obtiene siempre una mezcla de protóxido de potasio en gran cantidad y un poco de carbonato de potasa. Este último es menos abundante cuando la evaporacion ha sido pronta y la ebullicion activa; la formacion contínua de los vapores preserva al líquido del contacto del aire.

Para separar el carbonato del protóxido se detiene la evaporacion tan luego como la materia adquiere la consistencia del jarabe. Se la deja enfriar, y cuando ha descendido á 50° ó 60° c. se vierte sobre ella poco á poco tres ó cuatro veces su peso de alcohol á 33° poco mas ó menos. Al mismo tiempo se agita con una espátula de hierro, y se introduce la mezcla en frascos de vidrio que sean largos y estrechos, y alli se agita de nuevo para que el contacto sea lo mas perfecto posible. Estos frascos se abandonan á sí mismos hasta el dia siguiente, á cuyo tiempo se advierte que se han formado dos capas. La superior no es otra cosa que una disolucion alcohólica de protóxido de potasio, y la inferior con-

siste en una disolucion acuosa de carbonato de potasa y algunas otras sales que el tartrato y el nitrato empleados pueden contener. Estas sales se depositan algunas veces bajo la forma pulverulenta; pero esto solo sucede cuando el alcohol está muy concentrado ó la evaporacion ha espulsado la mayor parte del agua.

En todos estos casos es preciso decantar la disolucion alcohólica, lo cual se ejecuta por medio de un sifon lleno de alcohol. El líquido que se obtiene de esta manera está perfectamente claro y tiene un color rojizo. Este líquido se coloca en una retorta de vidrio que se llena hasta las tres cuartas partes; la retorta está provista de una alargadera y de un balon tubulado que se introduce en el agua fria. Es mucho mejor todavia adaptar el pico de una retorta al de un serpentin condensador. En esta disposicion se eleva la temperatura de la retorta y se sostiene el fuego hasta que se hayan estraido las tres cuartas partes del alcohol por la destilacion. A este término es necesario detener la operacion, porque pasando mas adelante la disolucion de protóxido de potasio podria atacar fuertemente al vidrio. El alcohol que se recoge está mucho mas concentrado que el que se ha empleado porque el agua que contenia ha sido retenida por la potasa. El resíduo que se obtiene es pues una disolucion de este cuerpo en el alcohol muy debilitado. Cuando todavia se halla caliente se vierte en una vacía de plata, y se continúa la evaporacion hasta que la materia muy caliente y casi enrojecida se halla tranquilamente en fusion. En tal estado se pasa á otra vacía de cobre estañada bien seca y limpia, y alli se solidifica por el enfriamiento; se divide en pedazos de una pulgada de largo aproximadamente, y se guarda caliente todavia en frascos de cuello ancho y bien esmerilados

ó en frascos ordinarios que se embrean con cuidado para preservar á la potasa del contacto del aire.

1008. El producto preparado de esta suerte es el hidrato de protóxido de potasio mas puro que se ha podido obtener. Efectivamente, este hidrato apenas contiene algunas señales de carbonato que provienen del ácido carbónico del aire, y algunas veces contiene tambien una pequeña cantidad de óxido de cobre y de plata procedente de las vacías. Esta sustancia preparada por este procedimiento se distingue con el nombre de *potasa alcohólica.*

1009. Cuando en vez de tratar la disolucion acuosa por el alcohol se la hace evaporar hasta que llegue al punto de la fusion ignea, se obtiene una materia menos pura aunque bastante rica en *hidrato de potasa* para poderla emplear con buen éxito en muchos casos y particularmente en la medicina. Este producto se cuela como el precedente, se conserva del mismo modo y se distingue del precedente con el nombre de *potasa cáustica á la cal.* Esta clase de potasa contiene mas ó menos carbonato, se encuentran en ella ademas cloruros de sódio ó de potasio. Cuando en vez de hacer uso del carbonato preparado por la combustion del nitrato y del tártaro de potasa se emplea el carbonato de potasa del comercio, como éste se halla ordinariamente muy impuro las sales solubles que contiene se encuentran en su totalidad ó en parte en la potasa á la cal que se obtiene; tales son los cloruros y los sulfatos. Pero tratando esta última por el alcohol puede obtenerse el hidrato de potasa bastante puro. Sin embargo, el procedimiento descrito anteriormente es mas económico y seguro.

1010. *Composicion.*—Calentando el hidrato de potasa hasta el grado rojo contiene siempre la misma cantidad de agua, y está formado de

1 át. protóxido de potasio.=587,915
2 át. agua.....=112,480

1 át. hidrato.....=700,395

Puede muy bien obtenerse un hidrato sólido mucho mas abundante en agua; tal es en general el estado de la potasa alcohólica y sobre todo el de la potasa á la cal, porque se tiene cuidado de contener la evaporacion desde que la materia se trasforma en masa muy sólida por el enfriamiento.

1011. Si despues de haber disuelto en el agua ó en el alcohol cierta cantidad de potasa se evapora la disolucion hasta la consistencia del jarabe, y en seguida se la abandona á sí misma, cristalizará por el enfriamiento y el reposo. Estos cristales estarán formados de protóxido de potasio y agua, y contendrán mucha mayor cantidad de este líquido que el hidrato descripto anteriormente. Su forma es la de prismas prolongados trasparentes ó ligeramente opacos.

1012. *Usos.*—El hidrato de potasa sólido se emplea en medicina para cauterizar la piel: esta es la piedra de cauterio. En el estado líquido tiene un uso muy frecuente en las artes para formar las legías. Al hablar del blanqueo volveremos á tratar de esta materia.

Cloruros de potasio.

1013. Este cuerpo era conocido antiguamente bajo los nombres de *sal febri-fuga, sal digestiva de Sylvius, sal marina regenerada muriato de potasa.*

Este cloruro puede formarse fácilmente de varios modos.

Cuando se introduce el potasio en el cloro seco se inflama, absorve á este gas con rapidez, y se trasforma en cloruro. El mismo compuesto se reproduce en una multitud de circunstancias. Tambien puede obtenerse descomponiendo el carbonato de potasa en disolucion por el ácido hidro-clórico. El ácido carbónico se desprende, el hidrógeno del ácido y el oxígeno del óxido forman agua, y el cloro y el metal se unen para dar orígen al cloruro de potasio.

Este compuesto es blanco, de un sabor picante, pero un poco amargo; cristaliza en cubos ó en paralelopipedos rectangulares. Su disolucion en el agua, determinada con el mayor cuidado por M. Gay-Lussac, es exactamente proporcional á la temperatura entre 0° y 110° c.

100 partes de agua disuelven.	29,2 á	0° c.
id.	34,5 á	19,3
id.	43,6 á	52°,4
id.	50,9 á	79°,6
id.	59,3 á	109°,6

Este cuerpo al disolverse en el agua produce un descenso notable de temperatura. Efectivamente, 50 gramas (1002 granos) de cloruro bien pulverizado, mezclado con 200 gramas (4008 granos) de agua en un vaso de 320 centímetros cúbicos (44170,540 líneas cúbicas) de capacidad y de peso, de 185 gramas (3707,40 granos) producen un descenso de 11°,4 c. (Gay-Lussac).

El cloruro de potasio no se disuelve en el alcohol. Su densidad es de 1,836.

Esta sal se emplea en las fábricas de salitre. Está formada de

1 át. potasio..=487,915
2 át. cloro....=442,64

1 át. cloruro..=930,555

Bromuro de potasio.

1014. Este cuerpo no tiene color ni olor: cristaliza en cubos ó en paralelopipedos rectangulares. Su sabor es picante. Decrepita al fuego desde luego, despues esperimenta la fusion ignea sin alterarse.

El agua le disuelve con un descenso sensible de temperatura; pero disuelve mayor cantidad en caliente que en frio.

Este cuerpo se obtiene combinando directamente el potasio y el bromo, ó descomponiendo el ácido hidro-brómico por el potasio, ó bien lo que es mas económico, haciendo obrar al ácido hidro-brómico sobre el carbonato de potasa. Tambien puede producirse descomponiendo el bromuro de hierro disuelto por el carbonato de potasa.

En medicina se hace ya uso de este cuerpo para atacar las enfermedades escrofulosas.

Su composicion es de

1 át. potasio.....= 487,915
2 át. bromo.....= 932,80

1 át. bromuro de potasio.=1420,715

Ioduro de potasio.

1015. *Propiedades.*—El potasio se inflama en el vapor de iodo como en el cloro, y resulta de su inflamacion el ioduro de potasio. Este cuerpo es blanco, fusible á una temperatura inferior al calor rojo, volátil, inalterable por el aire seco aun á esta misma temperatura. Cuando se funde y deja enfriar se solidifica y toma una testura y un brillo nacarado. Disuelto en el agua suministra una disolucion que presenta un ligero alcalínito, que evaporado á un fuego suave produce cristales cúbicos algunas veces de un volúmen considerable. Tambien se obtiene en octaedros. Estos cristales son en general opacos, de un blanco lechoso, contienen agua interpuesta, y decrepitan por la accion del calor. Algunas veces sin embargo, se obtienen si la cristalizacion es muy lenta cristales trasparentes privados de agua interpuesta y que no tienen la propiedad de producir decrepitacion por el fuego. Estos cristales se presentan bajo la forma de largos prismas cuadrangulares, ó en prismas cortos terminados por una pirámide de cuatro caras.

Absorven la humedad del aire á 85° ó mas del higrómetro de Saussure. Esta sal es muy soluble en el agua, 100 partes de este líquido á 18°, disuelven 143 partes; á 16° c. solo disuelve 141 partes, y á 12°,5 nada mas que 136. Una disolucion saturada hierve á 120° c. y 100 partes de agua á esta temperatura disuelven 221 partes de ioduro. En el acto de la disolucion se produce mucho frio, y este descenso de temperatura llega algunas veces hasta los 24 c. bajo 0°. Este cuerpo es menos soluble en el alcohol; 1 parte exige de 5 á 6 de alcohol, cuya densidad sêa de 0,85 á la temperatura de

12°,5 c. para disolverse, y 30 ó 40 de alcohol absoluto en las mismas circunstancias. Cualquiera que sea la densidad del alcohol, siempre disuelve mayor cantidad en caliente que en frio, y por el enfriamiento se deposita el ioduro en forma de agujas.

1016. *Usos.*—Este ioduro se emplea en medicina para el tratamiento de las paperas y para los infartos glandulosos, ya sea disuelto en el agua, ya incorporado á una pomada que se aplica en fricciones sobre las partes afectadas.

1017. *Preparacion.*—Este cuerpo puede prepararse por una multitud de procedimientos: 1.°, por la accion del ácido hidro-iódico sobre la potasa ó sobre el carbonato de potasa en disolucion; 2.°, por la accion del iodo sobre la potasa en disolucion concentrada; 3.°, por la descomposicion del ioduro de zinc ó de hierro en disolucion por medio del carbonato de potasa; 4.°, por la accion del iodo sobre el sulfuro de potasio disuelto en agua.

El primer procedimiento se ejecuta por medio del ácido hidro-iódico obtenido por la accion del hidrógeno sulfurado sobre el iodo, y de una solucion de potasa ó de carbonato de potasa puro. El segundo no presenta mayor dificultad. Se prepara una disolucion de potasa alcohólica, y se añade poco á poco el iodo, agitándole á cada porcion hasta que el líquido adquiere un color moreno, ligero y permanente, indicio de la presencia de un poco de iodo en esceso; en este estado se abandona el licor á sí mismo durante algunas horas. Despues de este tiempo se separa por decantacion el ioduro de potasio disuelto del iodato de potasa precipitado; se añaden algunas gotas de potasa para decolorar el líquido, y se evapora éste á un fuego muy lento, si se quiere obtener el ioduro en cristales.

El tercer procedimiento está fundado en la facilidad con que el iodo ataca al hierro por el intermedio del agua. Muy bien puede sustituirse el hierro por el zinc; pero será peligrosa esta práctica cuando se quiera preparar el ioduro para el empleo de la medicina, á causa de la dificultad que se esperimenta en precipitar el zinc enteramente. Si se hace uso del hierro es necesario tomar una parte de iodo y 3 ó 4 de agua, que se introducen en un matraz: á esto se añade por fracciones, y á la temperatura ordinaria 1/2 parte de limaduras de hierro puro. La combinacion se verifica inmediatamente con desprendimiento de calor. El iodo se trasforma en ioduro de hierro soluble; pero como este ioduro es susceptible de disolver al iodo, es necesario tener cuidado de añadir un esceso de hierro, calentar ligeramente el matraz cuando parece que la accion ha terminado, y agitarle de tiempo en tiempo, hasta que el líquido haya perdido el color moreno. Entonces se decanta, se lava el resíduo, se reunen las aguas de lavadura á la parte decantada, y se calienta el todo á 80° c. aproximadamente. Despues se separa una pequeña porcion del líquido y se satura la masa con una disolucion de carbonato de potasa. El hierro se apodera del oxígeno de la potasa y del ácido carbónico, y resulta carbonato de hierro insoluble que se precipita: el potasio y el iodo forman el ioduro de potasio. Es preciso no poner el carbonato de potasa en esceso, y sí la cantidad necesaria únicamente; esto se consigue añadiendo hácia el fin de la saturacion por pequeñas partes, cuando se advierte que está en esceso la cantidad de carbonato de potasa, la porcion de ioduro de hierro disuelto que se habia dejado aparte. El carbonato de hierro insoluble se separa por medio de la filtracion, y se evapora el líquido despues de haber probado que no se enturbia por el hidróge-

no sulfurado. Si se enturbia se hará pasar una corriente de este gas hasta que el licor no dé ninguna señal de precipitado, en cuyo caso se procederá á la evaporacion. Es muy raro que los cristales se obtengan blancos á la primera vez, por lo cual hay que desecarlos fuertemente al fuego hasta que se hallan reducidos á polvo por la decrepitacion, disolverlos y hacerlos cristalizar de nuevo.

El cuarto procedimiento está fundado en la propiedad que posee el iodo de desalojar al azufre de sus combinaciones con los metales. Para ejecuarlo se toma una cantidad cualquiera de iodo, se deslie en 5 ó 6 partes de agua y se añade poco á poco el sulfuro de potasio disuelto en agua; el azufre se deposita y el ioduro de potasio queda en disolucion. Cuando el precipitado que es de un pardo rojizo cambia en un blanco sucio, es necesario detener la operacion. Facil es advertir que no se obtiene ioduro neutro sino cuando se emplea el sulfuro de potasio neutro. Si se hiciera uso del hidro-sulfato de sulfuro de potasio se obtendria una mezcla de ácido hidro-iódico y de ioduro de potasio. Entonces seria necesario saturar el esceso de ácido hidro-iódico por el carbonato de potasa. En todo caso se separa el azufre que está en filamentos ó en cuajarones por medio de la filtraccion, y se evapora el líquido.

En todos estos procedimientos 100 partes de iodo deben producir 130 ó 132 de ioduro de potasio seco. Muchas veces me he asegurado que esto es asi precisamente, y este resultado conviene ademas con la composicion del ioduro de potasio que consiste en

1 át. potasio.	= 487,91	ó bien	23,74
2 át. iodo....	=1566,70		76,26
1 át. ioduro..	=2054,61		100,00

Poli-ioduros de potasio.

1018. El ioduro de potasio asi como todos los ioduros solubles puede disolver una gran cantidad de iodo. Cuando se toma por ejemplo una parte de ioduro y dos de agua, la disolucion puede cargarse de una cantidad de iodo dos veces mayor que la que contiene el ioduro. Pero si se aumenta la cantidad de agua la mitad del iodo se deposita en agujas, y queda una disolucion en la cual solo se halla una cantidad de iodo igual á la del ioduro. Esta misma disolucion se formará empleando el ioduro de potasio dilatado en agua y un esceso de iodo. Estos líquidos poco estudiados todavia se emplean en medicina bajo el nombre de *hidro-iodato de potasa iodurado.* Puede considerarse el último como un bi-ioduro de potasio, y el primero como un tri-ioduro; pero este asunto exige un exámen mas detenido.

Fluoruros de potasio.

1019. El ácido hidro-fluórico se descompone por el potasio con grande energía á la temperatura ordinaria; y como el ácido concentrado hierve á una temperatura baja, y la reaccion ocasiona un gran desarrollo de calor desprendiéndose al mismo tiempo una porcion de gas hidrógeno, la produccion repentina del vapor y del gas hacen el esperimento muy peligroso operando sobre una cantidad considerable de potasio y de ácido. Es mas cómodo y mas seguro colocar un fragmento de potasio en un recipiente de cobre, hacer llegar á este una corriente de ácido hidro-fluórico y recoger el gas hidrógeno por el método ordinario. Sin embargo, no es asi

como se obtiene el fluoruro de potasio: el procedimiento mas sencillo consiste en saturar el ácido hidro-fluórico por medio del carbonato de potasa, procurando dejar un pequeño esceso de ácido. El ácido carbónico se desprende; el fluoruro de potasio queda en disolucion; se evapora el líquido, y se obtiene este cuerpo bajo la forma de cristales, si la evaporacion es lenta y se practica en una vasija plana á la temperatura de 35 ó 40° c. Estos cristales son unas veces cúbicos ó en prismas derechos, otras cuadradas con una cruz diagonal á sus estremidades, y otras formando escalera como la sal comun. Esta sal es delicuescente, muy alcalina, y neutralizando su disolucion por medio del vinagre, se hace muy ácida cuando se dilata en agua. Su composicion es:

1 át. potasio.	=487,91	ó bien	67,60
2 át. fluor...	=233,80		32,40
	721,71		100,00

1020. Este cuerpo puede emplearse para grabar sobre cristal. En el estado de disolucion ataca al vidrio al cabo de uno ó dos dias, y en este caso si se emplea 3 átomos de fluoruro de potasio, resulta una nueva sal formada de dos átomos de fluoruro de silicio y uno de fluoruro de potasio. El oxígeno de la silice se emplea en oxidar al potasio, y el silicio se une al fluoro. La pérdida que se esperimenta en esta clase de trabajo será pues, una tercera parte del efecto útil que podria producir el ácido hidro-fluórico real; pero se encuentra compensada por las pérdidas inevitables que acompañan á los procedimientos ordinarios.

Hidro-fluato de fluoruro de potasio.

1021. Ademas del fluoruro existe otro compuesto que contiene dos veces mas fluoruro para la misma cantidad de potasio. Podemos formarnos una idea muy clara de esta combinacion considerándola como un hidro-fluato de fluoruro de potasio. Esta sal tiene tendencia á cristalizar en cubos, y es muy soluble en el agua. El calor la priva de todo el ácido hidro-fluórico y la trasforma en fluoruro de potasio comun. Se obtiene mezclando potasa con el ácido puro en cantidad insuficiente para saturarle; esta sal cristaliza por la evaporacion.

Sulfuros de potasio.

1022. Segun M. Berzelius no existen menos de siete combinaciones de azufre y de potasio; tal vez será preciso contar hasta ocho sin comprender el hidro-sulfato de sulfuro de potasio que debe clasificarse aparte. Vamos á dar aqui la enumeracion de los sulfuros que componen esta série curiosa, y en seguida espondremos sus principales caracteres.

$$1.^{\circ}\text{—Sulfuro.} = \begin{cases} 1 \text{ át. potasio.} \\ 1 \text{ át. azufre.} \end{cases}$$

Este es el que se forma cuando se priva del oxígeno al sulfato de potasa.

$$2.^{\circ}\text{—Bisulfuro.} = \begin{cases} 1 \text{ át. potasio.} \\ 2 \text{ át. azufre.} \end{cases}$$

Este sulfuro se produce cuando se descompone el carbonato de potasa por medio del azufre, *á la temperatura roja, estando el carbonato en esceso.*

$$3.^{\circ}\text{—Tri-sulfuro.} = \begin{cases} 1 \text{ át. potasio.} \\ 3 \text{ át. azufre.} \end{cases}$$

Este como el precedente, se forma por el carbonato de potasa y el azufre; pero la temperatura debe mantenerse á *un grado inferior al rojo, estando en esceso el carbonato de potasa.*

$$4.^{\circ}\text{—3,5 sulfuro.} \begin{cases} 2 \text{ át. potasio.} \\ 3{,}5 \text{ át. azufre.} \end{cases} = \begin{cases} 1 \text{ át. potasio.} \\ 2 \text{ át. azufre.} \\ \\ 1 \text{ át. potasio.} \\ 5 \text{ át. azufre.} \end{cases}$$

Este es un compuesto de dos sulfuros que se obtiene reduciendo el sulfato de potasa por el hidrógeno sulfurado.

$$5.^{\circ}\text{—Cuadri-sulfuro.} = \begin{cases} 1 \text{ át. potasio.} \\ 4 \text{ át. azufre.} \end{cases}$$

Este se obtiene por la accion del sulfuro de carbono sobre el sulfato de potasa.

$$6.^{\circ}\text{—4,5 sulfuro.} = \begin{cases} 2 \text{ át. potasio.} \\ 9 \text{ át. azufre.} \end{cases} = \begin{cases} 1 \text{ át. potasio.} \\ 4 \text{ át. azufre.} \\ \\ 1 \text{ át. potasio.} \\ 5 \text{ át. azufre.} \end{cases}$$

Este es tambien un sulfuro salino que se prepara calentando el cuadri-sulfuro con azufre en esceso, y sometiendo el todo á una corriente de gas que no contenga oxígeno para facilitar el que se volatilice el azufre que se halla sin combinar.

$$7.^{\circ}\text{—quinti-sulfuro.} = \begin{cases} 1 \text{ át. potasio.} \\ 5 \text{ át. azufre.} \end{cases}$$

Este con el segundo y el tercero es uno de los compuestos que se confunden bajo el nombre de *hígado de azufre.* Este se obtiene tambien por el carbonato de potasa y el azufre, *estando la temperatura elevada y el azufre en esceso.*

8.°--per-sulfuro.= { 1 át. potasio
5 át. azufre+una cantidad desconocida.

Este se produce cuando se hace hervir la potasa cáustica y el azufre en esceso. El licor deja depositar mucho azufre por el enfriamiento, y queda el quinti-sulfuro en disolucion.

1023. En fin, fuera de la série viene por último producto:

El hidro-sulfato de sulfuro de potasio.= { 1 át. sulfuro de potasio.= { 1 át. potasio. 1 át. azufre.
2 át. ác. hidro-sulfúrico.= { 1 át. azufre. 2 át. hidróg.

El hidro-sulfato de protóxido de potasio se obtiene tratando el ácido hidro-sulfúrico por el patasio ó por el sulfuro de potasio, ó bien por la potasa ó el carbonato de potasa; esto viene á ser lo mismo, porque por un lado el potasio se trasforma desde luego en sulfuro de potasio por el hidrógeno sulfurado, y el mismo resultado se obtiene con la potasa y el carbonato de potasa. Asi la reaccion se encuentra trasportada á la del sulfuro de potasio sobre el ácido hidro-sulfúrico.

1024. Entre todos estos sulfuros hay algunos cuya existencia es incontestable; estos son el sulfuro, el bi-sulfuro y el quinti-sulfuro: los demas pueden dejar algunas dudas; y hay motivo para creer que se hallan al estado salino, como

lo estan evidentemente el cuarto y sesto de la serie. Los motivos que conducen á considerar á estos tres sulfuros como combinaciones simples, son muy fáciles de entender. El sulfuro corresponde á la potasa, el tri-sulfuro al per-óxido de potasio, el quinti-sulfuro al hidruro de azufre; asi para estos tres cuerpos indica una analogía clara, un estado de combinacion simple. No igual se manifiesta en las reacciones que pertenecen á los otros.

Sulfuro de potasio.

1025. Este sulfuro está formado de

1 át. potasio.	=487,915	ó bien	70,89
1 át. azufre..	=201,160		29,11
1 át. sulfuro.	=689,075		100,00

Este sulfuro se forma cuando se calienta hasta el grado rojo el sulfato de potasa en una corriente de gas hidrógeno, ó bien cuando se calienta al grado rojo blanco una mezcla íntima de sulfato de potasa y de carbon. Es muy dificil obtenerle puro, porque en el primer caso queda mezclado con sulfato sin descomponer ó con diversos productos debidos al vaso en que se hace el esperimento, puesto que el vidrio y todos los metales son atacables por este cuerpo; en el segundo caso contiene sulfato ó carbon en esceso.

Este sulfuro es de un hermoso color de cinabrio pálido; su fractura es cristalina; sube de color cuando se calienta, y entonces cambia en negro y opaco. Cuando está frio y reducido á láminas delgadas, presenta una trasparencia completa:

no se altera por el calor. Calentándole al aire se enciende por partes y se trasforma en sulfato de potasa; pero es dificil hacer esta reaccion completa, porque el sulfato formado preserva al sulfuro de la accion del aire.

Este cuerpo se disuelve fácilmente en el agua sin producir calor; tambien se disuelve muy bien en el alcohol sin que la mezcla esperimente aumento de temperatura. Estas disoluciones son incoloras: los ácidos las descomponen dejando desprender el hidrógeno sulfurado, sin que el azufre se precipite.

Su disolucion absorve poco á poco el oxígeno del aire y se trasforma por este medio en poli-sulfuro, y despues cambia en hipo-sulfito.

Bi-sulfuro de potasio.

1026. El bi-sulfuro de potasio está compuesto de

1 át. potasio.....	=487,91	ó bien	54,82
2 át. azufre.....	=402,32		45,18
1 át. bi-sulfuro..	=890,23		100,00

Este cuerpo se obtiene fundiendo el carbonato de potasa con la mitad de su peso de azufre á una temperatura candente. Todo el carbonato de potasa se descompone; el ácido carbónico se desprende en su totalidad, y queda un resíduo formado de sulfato de potasa y de bi-sulfuro de potasio. Véase el cálculo de la reaccion.

Atomos empleados.		Atomos producidos.	
4 át. carbonato de potasa....	=3452,92	8 át. ácido carb..	=1101,28
1 át. azufre....	=1408,12	1 át. sulfato.....	=1089,07
		3 át. bisulfuro....	=2670,69
	4861,04		4861,04

Tri-sulfuro de potasio.

1027. Este cuerpo se compone de

1 át. potasio.....	= 487,91	ó bien	44,72
3 át. azufre.....	= 603,48		55,28
1 át. tri-sulfuro..	=1091,39		100,00

El tri-sulfuro de potasio se obtiene fundiendo el carbonato de potasa con los dos tercios de su peso de azufre, y elevando la temperatura al grado rojo oscuro solamente. La combinacion está hecha tan luego como la materia está bien líquida, y el desprendimiento de gas ha cesado enteramente. Sin embargo, cuando el carbonato de potasa está en esceso no se descompone enteramente en esta operacion: una parte queda intacta, y elevando mas la temperatura toma un átomo de azufre del tri-sulfuro, haciéndole pasar con él al estado de bi-sulfuro.

Véase el cálculo de la reaccion deduciendo el esceso variable de carbonato de potasa:

Atomos empleados.		Atomos producidos.	
4 át. carbonato de potasa.....	=3452,92	8 át. ácido carb..	=1101,28
10 at. azufre....	=2011,60	1 át. azufre.....	=1089,07
		2 át. tri-sulfuro..	=3274,17
	5464,52		5464,52

3 1/2 *sulfuro de potasio.*

1028. Este cuerpo está formado de

1 át. potasio.....	= 487,91	ó bien	40,93
3 1/2 át. azufre.....	= 704,04		59,07
1 át.—3 1/2 sulfuro.	=1191,95		100,00

Este sulfuro se forma cuando se reduce el sulfato de potasa por el hidrógeno sulfurado. En este caso deberia obtenerse el quinti-sulfuro, porque en efecto se tiene

Atomos empleados.		Atomos producidos.
1 át. sulfato..... =	1 át. metal. 1 át. azufre. 4 át. oxíg.	8 át. agua.
8 át. hidróg. sulfu. =	4 át. azufre. 8 át. hidróg.	1 át. quinti-sulfuro.

Luego en semejante caso sucede por el contrario que se obtienen:

8 át. agua.
1 át. 3 1/2 azufre.
1 1/2 át. azufre que se desprende.

Asi la existencia de semejante sulfuro no puede quedar dudosa, y su composicion se establece fácilmente considerándole como un sulfuro salino compuesto de

1 át. bi-sulfuro.
1 át. quinti-sulfuro.

El 3 1/2 sulfuro de potasio es sólido de un rojo vinoso y enteramente trasparente. Se disuelve fácilmente en el agua y la tiñe de un amarillo claro.

Los ácidos en frio precipitan de esta disolucion un polvo blanco sin desprender ningun gas: pero calentando el licor se obtiene azufre é hidrógeno sulfurado, de manera que el polvo blanco debe ser un sulfuro de hidrógeno oleaginoso en un estado estremado de division.

Cuadri-sulfuro de potasio.

1029. Este se compone de

1 at. potasio	= 487,91	ó bien	37,75
4 át. azufre	= 804,64		62,25
1 át. cuadri-sulfuro	= 1292,55		100,00

Este sulfuro se obtiene reduciendo al grado rojo el sulfa-

to de potasa por el sulfuro de carbono. Convirtiendo enteramente toda la cantidad empleada se tendria:

Atomos empleados.	Atomos producidos.
1 át. sulfato de potasa.	4 át. ácido carbónico.
4 át. sulfuro de carbono.	1 át. quinti-sulfuro.

Deberia, pues, formarse entonces el quinti-sulfuro; pero parece que un átomo de azufre se volatiliza á favor de una corriente de vapor. Para admitir definitivamente el cuadri-sulfuro es necesario demostrar que la cantidad de azufre volatilizada por este medio no aumenta con la temperatura ó la rapidez de la corriente, de manera que pueda hacer pasar el compuesto al estado de tri-sulfuro. En todo caso el modo mas sencillo de considerar el fenómeno consiste en suponer que la reaccion precitada produce al quinti-sulfuro, que éste pasa al estado de cuadri-sulfuro por el calor y bajo la influencia de la corriente de gas que se forma por el contacto de cada molécula.

Puede tambien obtenerse de otra manera que no es mas á propósito para dejar su existencia fuera de duda. Esta consiste en hacer pasar una corriente de gas hidrógeno sulfurado sobre una mezcla de quinti-sulfuro de potasio y de sulfato de potasa que se halla descrita mas adelante. Esta mezcla es un compuesto de un át. de sulfato por tres de quinti-sulfuro, lo cual deberia producir tambien el quinti-sulfuro En efecto, se tienen:

Atomos empleados.	Atomos producidos.
1 át. sulfato de potasa.	8 át. agua.
8 át. hidrógeno sulfurado.	4 át. quinti-sulfuro.
3 át. quinti-sulfuro.	

Asi pues, como en el caso precedente se formaria quinti-sulfuro, si bajo la influencia de una corriente de gas ó de vapor el quinti-sulfuro no perdiera un átomo de su azufre, á la temperatura roja.

1030. Es necesario tener presente sin embargo, que calentando el quinti-sulfuro en una corriente de hidrógeno sulfurado, solo pierde medio átomo de azufre, lo que parece indicar en estos esperimentos un efecto que resulta de la accion química ejercida, y por consecuencia un efecto susceptible de producir compuestos definidos.

Como no volveremos á encontrar mas sulfuros tan complicados, haremos observar todavia que en el tratamiento del quinti-sulfuro mezclado con sulfato, por el hidrógeno sulfurado, el resultado final está bastante bien representado por la accion de éste, sobre cada uno de los compuestos tomados aisladmente. En efecto,

1 át. de sulfato producirá	1 át. 3 1/2 sulfuro.
3 át. de quinti-sulfuro, darán	3 át. 4 1/2 sulfuro.

Los dos sulfuros obtenidos de esta manera contendrán, pues, en su totalidad 4 át. potasio y 17 át. azufre ó bien 1 át. potasio y 4 1/4 de azufre, cuya mezcla se aproxima mucho al cuadri-sulfuro, pero no lo bastante sin embargo, con respecto al analísis que M. Berzelius ha hecho de este compuesto.

El cuadri-sulfuro de potasio es de un color rojo naranjado algo sucio. Es trasparente en su estado líquido, pero se vuelve opaco por el enfriamiento.

4 1/2 sulfuro de potasio

1031. Este cuerpo está formado de

1 át. potosio.....	= 487,91	ó bien	35,02
4 1/2 át. azufre.....	= 905,20		64,98
7 át. 4 1/2 sulfuro.	=1393,11		100,00

Este compuesto se obtiene, sometiendo una mezcla de cuadri-sulfuro y de azufre en esceso á la accion del calor, bajo la influencia del hidrógeno sulfurado. Es evidente que el quinti-sulfuro puro dará el mismo resultado.

Quinti-sulfuro de potasio.

1032. Este sulfuro está compuesto de

1 át. potasio.....	= 487,915	ó bien	32,67
5 át. azufre.....	=1005,800		67,33
1 át. quinti-sulfuro.	=1493,715		100,00

Se obtiene este cuerpo sometiendo á una fusion prolongada una parte de carbonato de potasa con 1 1/2 poco mas ó menos de azufre. El ácido carbónico y el esceso de azufre son desalojados y queda por resíduo una mezcla de sulfato y de quinti-sulfuro de potasio. El sulfato no se halla repartido en la masa de una manera homogénea, se separa del sulfuro durante la fusion y se coloca en porciones pastosas y agrumadas. Véase el cálculo de la reaccion.

Atomos empleados.		Atomos producidos.	
4 át. carb. de potasa	=3452,92	8 át. ácido carbón.	=1101,28
16 át. azufre	=3218,56	1 át. sulfato	=1089,07
		3 át. quinti-sulfuro	=4481,13
	6671,48		6671,48

Los ácidos y particularmente el ácido hidro-clórico, separan el hidruro de azufre puro. M. Thenard ha practicado sobre este cuerpo una esperiencia muy notable. Sometiéndole á la accion del hidrógeno sulfurado, fué absorvido este gas, el licor perdió su calor, y se presentó un precipitado de azufre. Este hecho reclama un examen detenido y promete muchas luces sobre la teoría de estas combinaciones tan complicadas.

Per-sulfuro de potasio.

1033. Admitiendo los numerosos sulfuros que preceden, es muy dificil confundir con ninguno de ellos el que se forma cuando se hace hervir una disolucion concentrada de potasa con un esceso de azufre. En tanto que el licor está caliente retiene una cantidad mayor de azufre que la que puede contener en frio. De este modo se forma probablemente el sulfuro particular que Berzelius ha observado accidentalmente en algunos de sus esperimentos. Este sulfuro tratado por el agua fria produce un depósito de azufre y una disolucion de quinti-sulfuro.

Hidro-sulfato de sulfuro de potasio.

1034. Este está formado de

1 át. sulfuro de potasio	=689,07	ó bien	76,39
2 át. ácido hidro-sulfúrico....	=213,64		23,61
1 át. hidro-sulfato de sulfuro.	=902,71		100,00

Este cuerpo se obtiene descomponiendo el gas hidrógeno sulfurado por el potasio (127), ó bien tratando el carbonato de potasa seco por el hidrógeno sulfurado y en general por todos los medios que originan el contacto del hidrógeno sulfurado con el sulfuro de potasio. Si se opera en frio es necesario que la materia empleada esté disuelta en el agua. Si se quiere evitar el empleo de este líquido es necesario elevar la temperatura.

Este producto puede por la tanto prepararse por uno de los cuatro procedimientos siguientes: 1.°, por la accion del potasio en caliente sobre el gas hidrógeno sulfurado seco en una campana encorvada; 2.°, por la accion del carbonato de potasa seco y enrojecido sobre el hidrógeno sulfurado; 3.°, por la potasa en disolucion sobre el hidrógeno sulfurado; 4.°, por la accion del carbonato y aun del bi-carbonato de potasa en disolucion sobre el hidrógeno sulfurado. El último de estos procedimientos es el que se emplea en los laboratorios para obtener la sal en el estado líquido, y para obtenerla seca es preciso hacer uso del segundo.

1035. Para obtener el hidro-sulfato de sulfuro de potasio seco, se pone el carbonato de potasa en un balon de vidrio que se calienta hasta el grado rojo oscuro, y se dirige sobre él una corriente de hidrógeno sulfurado. La materia se infla, y

se desprende agua y ácido carbónico. Al cabo de algun tiempo queda en fusion tranquila, cesa el desprendimiento de agua y ácido carbónico y la operacion queda terminada.

Al enfriarse queda en masa cristalina formada de hojas anchas y brillantes. Su color es de amarillo limon pálido que comunica al agua en que se disuelve; este cuerpo es muy delicuescente.

Para obtenerle líquido se disuelve la potasa ó el carbonato de potasa en el agua, y se hace pasar durante mucho tiempo por esta disolucion una corriente de gas hidrógeno sulfurado. A continuacion se hace hervir el licor para espulsar todo el hidrógeno sulfurado que se halla en el agua. Puede evitarse este desprendimiento haciendo pasar sobre el licor durante la ebullicion al gas hidrógeno sulfurado. Por este medio se obtiene una disolucion pura de hidro-sulfato de sulfuro de potasio.

Cuando se admite que los sulfuros descomponen el agua al disolverse en ella, el hidro-sulfato de sulfuro de potasio debe tomar el nombre de bi-hidro-sulfato cuando se disuelve en este líquido, aun cuando deba conservar su nombre primitivo durante su estado sólido.

1036. Cuando se concentran del modo conveniente las disoluciones de hidro-sulfato de sulfuro de potasio, este cuerpo cristaliza en prismas de cuatro ó seis caras terminados por pirámides del mismo número de lados.

Esta sal tiene un sabor acre y amargo, atrae la humedad de la atmósfera y absorve el oxígeno del aire. De esta suerte pasa desde luego al estado de poli-sulfuro, y despues al de hipo-sulfito. Es muy soluble en el agua y produce frio al tiempo de verificar su disolucion: tambien se disuelve en el alcohol produciendo el mismo efecto. Los ácidos le

descomponen con desprendimiento de hidrógeno sulfurado y sin precipitar el azufre.

Este cuerpo disuelve al azufre y á los sulfuros ácidos perdiendo su hidrógeno sulfurado. En el primer caso se forma un poli-sulfuro de potasio, y en el segundo un sulfuro doble.

Calentándolo al contacto del aire se forma agua, gas sulfuroso y sulfato de potasa.

Piróforo.

1037. Este es tambien un sulfuro de potasio y ciertamente un poli-sulfuro puro ó combinado con la potasa, pero cuyo grado de sulfuracion no está conocido todavia.

Los químicos antiguos le obtenian calentando el alumbre de base de potasa con el azucar, la miel ó el almidon. Pero Descotil le ha preparado por medio del sulfato de potasa solamente, y en estos últimos tiempos M. Gay-Lussac ha manifestado cuáles son las condiciones necesarias para el buen éxito del esperimento.

Como empleando una materia vegetal el hidrógeno complica estos resultados, M. Gay-Lussac ha preferido servirse del negro de humo. Una mezcla de alumbre con base de potasa y de negro de humo caliente en una retorta de barro provista de un tubo que se introduce en el mercurio por su estremo libre, ha producido desde luego ácido sulfuroso y ácido carbónico en volúmenes iguales al poco mas ó menos. Despues se ha obtenido ácido carbónico puro, y en seguida mezclas de este gas con el óxido de carbono en las cuales ha concluido por dominar este.

Al mismo tiempo se han desprendido tambien algunas señales de ácido hidro-sulfúrico y de azufre.

Este esperimento es facil de comprender. El carbon descompone desde luego al sulfato de alumina en alumina que queda en la retorta, y en gas sulfuroso y carbónico que se desprende. Destruye en seguida el sulfato de potasa y suministra por este medio sulfuro de potasio que permanece en la retorta, y ácido carbónico ú óxido de carbono que se desprende. Pero no se desprende todo el azufre del sulfato de alumina, porque la descomposicion del ácido sulfúrico por el carbon produce un volúmen de ácido carbónico por dos de ácido sulfuroso; como estos gases se han obtenido en volúmenes iguales es preciso concluir que una parte del azufre ha quedado en el resíduo, y que el oxígeno equivalente ha producido gas carbónico.

Segun esto el resíduo está formado de poli-sulfuro de potasio probablemente en el estado de bi-sulfuro de potasio, de potasa, de alumina y de carbon en esceso.

Este piróforo espuesto al aire y sobre todo al aire húmedo se inflama, arde como la yesca y se trasforma en gas sulfuroso, sulfato de potasa, ácido carbónico y alumina.

1038. M. Gay-Lussac ha manifestado que asi la alumina como el carbon no tienen sobre el piróforo sino una influencia en cierto modo mecánica; en efecto, (75 gramas 1503 granos) de alumbre y 3,33 (66,58 granos) de negro de humo calientes hasta el rojo casi blanco, dan un producto de un color rojo oscuro, en el cual no se puede percibir ninguna señal de carbon, y sin embargo se inflama en el aire como el piróforo ordinario.

Por otra parte, una mezcla de 1 átomo de sulfato de potasa y 3 de sulfato de magnesia calientes con el carbon producen tambien un piróforo muy bueno, en el cual no entra ni carbon ni alumina.

El sulfato de potasa y el carbon producen tambien un escelente piróforo, sin adicion de ningun otro cuerpo. Pero en este caso debe emplearse un esceso de carbon para reemplazar á la alumina ó á la magnesia: el carbon y estas materias obran como cuerpos porosos. Es evidente que si bien el carbon no produce desde luego sino un efecto pasivo, arde sin embargo tan luego como la temperatura se halla elevada al grado rojo, y contribuye tambien para aumentar el brillo y rapidez del fenómeno. Este fenómeno notable se obtiene calentando hasta el rojo cereza claro, una mezcla de nueve partes de sulfato de potasa y cinco lo menos de carbon.

El producto que se obtiene es de una inflamabilidad sorprendente; asi que se halla en contacto con el aire aun cuando este fluido esté seco, entra en combustion y lanza chispas brillantes en todas direcciones.

Este piróforo está formado sin duda alguna de un oxi-sulfuro mezclado con un esceso de carbon. El oxi-sulfuro sin esta mezcla no arderia al aire frio. Se concibe por otra parte que no debe producir ácido sulfuroso, sino solamente un sulfato neutro.

Todos estos piróforos pueden soportar una temperatura casi blanca sin perder su inflamabilidad. Esta no es ciertamente debida al potasio, porque todos se disuelven en el agua sin producir gas hidrógeno. Tampoco parece ocasionada por algunas combinaciones del carbono.

Podemos presumir que las propiedades del piróforo son debidas por una parte á la combustibilidad del sulfuro de potasio, y al estado tan grande de division en que se encuentra esta sustancia, y por otra á la pronta condensacion que las materias porosas, cuales son la alumina, la magnesia y el carbon hacen esperimentar al aire que las rodea. Esta con-

densacion repentina produce mucho calor, y puede producir la cantidad suficiente para determinar la inflamacion de la mezcla.

El sulfato de sosa puede producir tambien un buen piróforo, pero el sulfato de barita no posee esta propiedad

Seleniuros de potasio.

1039. Estos cuerpos nada ofrecen de particular. Existen con evidencia muchos seleniuros de potasio, pero los caracteres del género los dan á conocer lo suficiente. El seleniuro está compuesto de

1 át. potasio.....	=487,91	ó bien	49,66
2 át. selenio.....	=494,60		50,34
1 át. seleniuro	=982,51		100,00

Azoturo de potasio.

1040. El potasio y el azoe no se combinan directamente. El azoturo de potasio se obtiene calentando el potasio en el gas amoniaco seco. Desde luego se forma un compuesto muy fusible de azoturo de potasio y de amoniaco, de cuyo compuesto puede desalojarse todo el amoniaco por la accion de un calor rojo oscuro.

El azoturo de amoniaco es verdoso sin apariencia metálica. Se inflama al contacto del aire, y mejor en una atmósfera de oxígeno por el intermedio del calor rojo. Todos los cuerpos susceptibles de unirse al potasio desalojan al azoe. El agua y los ácidos disueltos en este líquido le trasforman re-

pentinamente en potasa y amoniaco ó en sales de estas dos bases. El azoturo de potasio está formado de

3 át. potasio.	=1463,73	ó bien	89,25
2 át. azoe....	= 177,02		10,75
1 át. azoturo.	=1640,75		100,00

Fosfuro de potasio.

1041. Este compuesto es sólido, sin lustre, de un color de chocolate y sin apariencia metálica. El agua le trasforma de repente en potasa, en hipo-fosfito de potasa, en hidrógeno perfosforado y en hidrógeno. Su composicion está todavia desconocida. Puede obtenerse bien sea por la union directa del potasio y del fósforo, que se verifica con desarrollo de calor y luz desde el momento en que estos dos cuerpos se encuentran fundidos, bien por la descomposicion del hidrógeno fosforado por el potasio: el gas hidrógeno queda entonces libre.

Arseniuro de potasio.

1042. Este compuesto es sólido, sin lustre y de color de castaña. No presenta la testura ni el brillo metálico sino cuando el arsénico está en esceso. Puesto en contacto con el agua la descompone en el instante. En esta reaccion se obtiene gas hidrógeno arsenicado mezclado probablemente con hidrógeno, hidruro de arsénico en copos pardos y potasa. No se conoce su composicion. Se obtiene este compuesto calentando en una campana encorvada llena de azoe el arsénico y el potasio en proporciones convenientes. La combinacion se veri-

fica con desprendimiento de luz. Puede obtenerse tambien tratando el hidrógeno arsenicado por el potasio auxiliando la accion con el calor. En este caso se forma un arseniuro, y el hidrógeno queda en libertad.

Carburo, boruro y siliciuro de potasio.

1043. Estos dos últimos cuerpos se forman tal vez en la proparacion del boro y del silicio. (Véase 386 y 405). Se ha sospechado la existencia de estos cuerpos, pero no se han conocido sus propiedades. *El carburo de potasio* no está tampoco mejor conocido: parece que se forma siempre en la estraccion del potasio por el procedimiento de Brunner, mas adelante volveremos á tratar de este asunto.

Sales de potasa.

1044. Todas estas sales son muy solubles con muy poca escepcion; sin embargo lo son menos que las sales de amoniaco; muchas de ellas se humedecen por el contacto del aire; soportan mejor el calor rojo que la mayor parte de las otras sales, de suerte que algunos ácidos que unidos á otras bases son espulsados ó descompuestos por el calor, resisten por el contrario, cuando se hallan en combinacion con la potasa.

Para reconocer una sal con base de potasa se concentra la disolucion, despues se vierte sobre ella una disolucion concentrada de ácido tártrico , y al momento se deposita del licor un polvo blanco granugiento. Este sedimento que es de un sabor ácido consiste en pequeños cristales de tartatro ácido de potasa. Pueden reconocerse tambien las sales de pota-

sa por medio de una disolucion saturada de sulfato de alumina que produce un precipitado de alumbre. Este último se deposita bajo la forma cristalina; las sales amoniacales poseen esta misma propiedad. Por último, cuando se vierte una disolucion de cloruro de platino en una sal de potasa se manifiesta un precipitado de color de naranja. Este precipitado es una sal doble poco soluble; lo mismo pasa tambien con las sales amoniacales; de suerte que para evitar errores debe hacerse el ensayo sobre sales primeramente calcinadas. En fin formando un glóbulo de borax en un canutillo y añadiéndole un poco de óxido de niquel toma un color pardo que pasa al azul puro añadiendo un poco de potasa ó de una sal de potasa.

Clorato de potasa.

1045. El clorato de potasa cristaliza en láminas blancas romboidales de un aspecto nacarado, algunas veces cristaliza tambien en largas agujas. No se altera por el contacto del aire. 100 partes de agua disuelven 3 p, 33 acero, 18 p, 96 á 49° y 60 p. 4 á 104°, 78. Espuesto á la accion del calor se funde á una temperatura baja, despues entra en ebullicion, deja desprender todo el oxígeno que pertenece al ácido y á la base y se trasforma en cloruro de potasio.

Si se mezcla el clorato de potasa con un cuerpo resinoso ó con azufre, y se vierten sobre esta mezcla algunas gotas de ácido sulfúrico, se produce una viva combustion debida á la descomposicion repentina del ácido clórico. En esto se funda la preparacion de las pajuelas oxigenadas.

El clorato de potasa se prepara haciendo pasar un gran esceso de cloro á una disolucion concentrada de potasa caústica á la cal. El cloro descompone la potasa y forma el cloruro de

potasio, mientras que el oxígeno que proviene de la potasa descompuesta se combina con otra porcion de cloro, produce ácido clórico, que por su combinacion con la potasa da un clorato poco soluble; esta sal se deposita en el fondo del vaso bajo la forma de escamas brillantes. Terminada la operacion que dura bastante, se decanta el licor, se reune el precipitado sobre un filtro, y se lava con un poco de agua fria, á fin de separar todo el cloruro de potasio. El clorato se purifica disolviéndole y haciéndole cristalizar. Con una kilógrama (2,18 libras) de potasa del comercio, se obtienen comunmente 90 ó 100 gramas (1803,60 á 2004 granos) de esta sal. Su composicion es de

1 át. potasio.....	= 587,915	ó bien	38,49
4 át. ácido-clórico..	= 942,64		61,51
1 át. clorato.....	=1530,555		100,00

El clorato de potasa sirve para la preparacion del gas oxígeno, y para hacer las pajuelas oxigenadas. En otro tiempo hacia parte de la composicion de las cápsulas fulminantes de las escopetas de piston. Tambien se ensayó el mezclarle con el nitrato de potasa para la fabricacion de la pólvora, pero hubo precision de renunciar á semejante mezcla, porque producia una pólvora demasiado detonante.

Clorito de potasa.

1046. Esta sal es la que constituye *el agua de javela.* Sus principales propiedades son ya conocidas, por lo que llevamos dicho de los cloritos en general; pero como se em-

plea en grande, volveremos á tratar mas adelante de lo relativo á su preparacion juntamente con la del clorito de cal.

Bromato de potasa.

1047. El bromato de potasa es muy poco soluble en el alcohol; lo es mucho mas en el agua caliente que en la fria, de manera que por el enfriamiento se precipita de su disolucion bajo la forma de agujas agrupadas. Cuando se le hace cristalizar por la evaporacion lenta, se deposita en láminas cristalinas de un aspecto mate. Su composicion consta de

1 át. potasa.....	= 587,915	ó bien	29,10
2 át. ácido brómico.	=1432,80		70,90
1 át. bromato.....	=2020,715		100,00

Iodato de potasa.

1048. Para la preparacion del iodato de potasa, se emplea un procedimiento análogo al que hemos descrito para el clorato de potasa. El iodo se pone en contacto con una disolucion concentrada de potasa caústica y se agita bien; por este medio se forma un ioduro de potasio muy soluble y un iodato que se disuelve poco. Para separar estos dos compuestos, se empieza por hacer evaporar el líquido hasta sequedad, en seguida se trata el resíduo varias veces por el alcohol á 0,82 de densidad; por este medio se disuelve el ioduro y solo queda el iodato que se hace disolver en el agua.

El esceso de potasa se satura por el ácido acético, y se evapora de nuevo la disolucion. Tratando de nuevo por el al-

cohol el resíduo, se disuelve el acetato, y se obtiene todo el iodato perfectamente puro en pequeños cristales blancos y granosos.

Esta sal se estiende sobre las ascuas como el nitro; calentándole en una retorta, se trasforma en ioduro de potasio y deja desprender el oxígeno. Este cuerpo está formado de

1 át. potasa.....	= 587,915 ó bien	22,21
1 át. ácido iódico....	=2066,70	77,79
1 át. iodato.....	=2654,615	100,00

Sulfato de potasa.

1049. El sulfato de potasa se conoce bajo diversos nombres; el mas general es el de *tártaro vitriolado* ó el de *potasa vitriolada.* Esta sal es blanca, tiene un sabor amargo y desagradable; su pesantez específica es de 2,40; 100 partes de agua á la temperatura de 12°,72 disuelven 10 p, 59, de esta sal y la misma cantidad de agua á 101°, 50 disuelve 26 p, 33. Cristaliza en prismas de cuatro ó seis caras muy cortos y terminados por pirámides del mismo número de lados. Esta sal no se altera por el aire; el agua que contiene es interpuesta, y por esto decrepita al fuego. Se funde á un calor inferior al rojo cereza. La mayor parte de los ácidos le hacen pasar al estado de bisulfato. Esta sustancia se obtiene calcinando en un crisol hasta el grado rojo el bi-sulfato de potasa que proviene de la descomposicion del nitro por el ácido sulfúrico. Tambien puede obtenerse saturando el carbonato de potasa por el ácido sulfúrico débil y evaporando convenien-

temente el licor para obtenerlo en cristales: esta sal está formada de

1 át. potasa.....	= 587,915	ó bien	54,07
1 át. ácido sulfúrico.	= 501,160		45,93
1 át. sulfato.....	=1089,075		100,00

Esta sal se emplea para hacer el alumbre combinándola con el sulfato de alumina; los salitreros la emplean para convertir el nitrato de cal en nitrato de potasa.

Bi-sulfato de potasa.

1050. El sabor de esta sal es acre; enrojece los colores azules de los vegetales; se disuelve en seis partes de agua á la temperatura de 16°, cristaliza en agujas largas desenvueltas y algunas veces en prismas de seis caras. Cuando se abandona su disolucion á una evaporacion espontánea, se forma sabre el líquido una porcion de filamentos muy blancos, muy ligeros y casi sin consistencia. Cuando se calienta funde con facilidad y toma un aspecto oleoso; pero al enfriarse se vuelve tan blanco como antes era. Por un calor fuerte y continuado durante mucho tiempo se separa el esceso de ácido, y se trasforma en sulfato neutro. Esta sal esta formada de

1 át. potasa.....	= 587,915	ó bien	37,05
2 át. ácido sulfúrico..	=1002,320		62,95
1 át. bi-sulfato.....	=1590,235		100,00

El residuo que se obtiene, tratando el nitrato de potasa por el ácido sulfúrico para estraer el ácido nítrico, es bi-sulfato de potasa, que convertido en sulfato neutro, puede utilizarse en las fábricas de alumbre ó de salitre.

Hipo-sulfato de potasa.

1051. Esta sal cristaliza en prismas cilíndricos terminados por dos planos perpendiculares á la longitud de los prismas. Es soluble en 2,65 de agua á 16° y en 1,58 de agua hirviendo: tambien se disuelve en el alcohol. No contienen agua de cristalizacion, ni es eflorescente ni delicuescente. Su sabor es amargo; está compuesta de

1 át. potasa.... ...=	587,915	ó bien	39,45
1 át. ácido.....=	902,320		60,55
1 át. hipo-sulfato.=	1490,235		100,00

Esponiéndola á la accion del fuego se desprende gas ácido sulfuroso y se trasforma en sulfato. Este compuesto absorve muy lentamente el oxígeno del aire.

Sulfito de potasa.

1052. El sulfito de potasa es blanco; cristaliza en láminas romboidales trasparentes, y algunas veces en pequeñas agujas que parten todas de un centro comun. Su sabor es sulfuroso y penetrante; se disuelve en un peso igual al suyo de agua á la temperatura ordinaria, y es mucho mas soluble en el agua hirviendo. Espuesto al aire pasa poco á poco al estado de sulfato. Su composicion es

1 át. potasa.....	=587,915	ó bien	59,52
1 át. ácido sulfuroso.	=401,16		40,48
1 át. sulfito.....	=989,075		100,00

Esta sal se obtiene haciendo pasar gas ácido sulfuroso á traves de la potasa caústica ó carbonatada.

Hipo-sulfito de potasa.

1053. Para obtener este compuesto se hace hervir el sulfito de potasa en disolucion con la flor de azufre. Esta sal es mas estable que el sulfito y no se convierte con tanta facilidad en sulfato.

Selenito de potasa.

1054. Este cuerpo es soluble en el agua en todas proporciones; se disuelve igualmente en el alcohol : no se ha podido obtener cristalizado. Haciendo evaporar hasta sequedad su disolucion se obtiene una masa que atrae la humedad de la atmósfera. Su composicion consta de

1 át. potasa...	= 587,91	ó bien	45,88
2 át. ácido....	= 694,60		54,12
1 át. selenito.	=1282,51		100,00

1055. El biselenito de potasa es igualmente muy soluble en el agua, y por lo tanto muy delicuescente. Esponiéndole á una temperatura muy elevada pierde la mitad de su ácido. Este cuerpo está formado de

1 át. potasa.....	= 587,91	ó bien	29,77
4 át. ácido.....	=1389,20		70,23
1 át. bi-selenito.	=1977,11		100,00

Fosfato de potasa.

1056. El fosfato de potasa tiene un sabor fresco y un poco orinoso. Cristaliza en prismas de cuatro caras terminadas por pirámides tectraedras. Los lados de estos prismas son todos iguales y sus ángulos rectos. Esta sal no se altera por el contacto del aire. Espuesta á la accion del fuego esperimenta la fusion ignea. Se obtiene combinando directamente el ácido fosfórico con la potasa, ó descomponiendo el fosfato ácido de cal por el carbonato de potasa. La composicion de esta sal es de

2 at. potasa	=1175,83	ó bien	56,94
1 át. ácido fosfórico.	= 892,30		43,06
1 át. fosfato.....	=2068,13		100,00

Bi-fosfato de potasa.

1057. Esta sal es estremadamente soluble en el agua; no cristaliza sino con mucha dificultad. Cuando está seca atrae la humedad de la atmósfera, y se resuelve en un líquido viscoso. Esponiéndola á una temperatura elevada se funde y convierte en un vidrio trasparente y delicuescente por su contacto con el aire. Su composicion es

1 át. potasa.....	= 587,915	ó bien	39,71
1 át. ácido fosfórico.	= 892,30		60,29
1 át. bi-fosfato.....	=1480,215		100,00

Fosfito de potasa.

1058. Todavia no se ha examinado esta sal detenidamente. Se sabe que no cristaliza, y que produce por la accion del fuego gas hidrógeno puro y un fosfato neutro, su composicion es

2 át. potasa.	=1175,83	ó bien	63,02
1 át. ácido..	= 692,30		36,98
	1868,13		100,00

Hipo-fosfito de potasa.

1059. Esta sal es muy soluble en el agua, y mas delicuescente que el cloruro de calcio. Se disuelve en el alcohol en todas proporciones. Espuesta al aire absorve por grados el oxígeno y se vuelve ácida. Se descompone por la accion del calor, se desprende fósforo, hidrógeno fosforado y queda por resíduo fosfato de potasa.

Nitrato de potasa.

1060. El nitrato de potasa es blanco; su sabor es fresco, picante, y un poco amargo. Es muy quebradizo; su pesantez

específica es de 1,933. Segun M. Gay-Lussac, 100 partes de agua disuelven:

Partes disueltas de nitrato.		Temperatura.
13,32	á	0°
85,00	á	50°
170,80	á	80°
246,15	á	100°

Cristaliza en prismas largos de seis lados, terminados por pirámides exaedras. Estos cristales están algunas veces unidos de tal suerte que forman estrias ó canales; no contienen agua de cristalizacion, ni se alteran espuestos al aire. Cuando el nitrato de potasa se espone á la accion del calor, se funde hácia los 350° c. Por el enfriamiento se trasforma en una masa opaca á la que han dado en farmacia el nombre de *cristal mineral.* Calentándole hasta el grado rojo, abandona una porcion de su oxígeno; el ácido se descompone enteramente por la accion prolongada del calor, y se obtiene potasa pura por residuo. Este es entre todos los nitratos el que produce una detonacion mas violenta con los cuerpos combustibles. Poniéndolo sobre las ascuas se estiende y aumenta mucho la combustion. Si se hace una mezcla de dos partes de este nitrato y una de flores de azufre, y se vierte sobre un crisol enrojecido, se produce una combustion tan viva que la vista no la puede soportar: el mismo resultado se obtiene con una mezcla de nitrato de potasa y carbon, produciendo ademas detonacion en este caso.

Haciendo una mezcla de tres partes de esta sal, dos de potasa y una de azufre, se obtiene una pólvora que calentán-

dola de una manera conveniente, fulmina con una violencia estraordinaria, y se conoce bajo el nombre de *pólvora fulminante*. Si despues de haber puesto una pequeña cantidad de esta pólvora en una cuchara de metal, se coloca esta sobre las ascuas, se funde el azufre y casi al mismo tiempo se produce una esplosion con un ruido muy considerable. En el fondo de la cuchara se verifica una fuerte impresion, como si hubiera sido violentamente comprimida de arriba abajo. Probablemente se forma un sulfuro de potasio, cuya combustion se verifica á una temperatura mas baja que la del azufre, y el ácido nítrico se reparte instantáneamente en toda la masa descompuesta. La detonacion es debida á la repentina espansion de los diferentes gases que resultan de la descomposicion de la mezcla. Esta sal está compuesta de

1 át. potasa.....	= 587,915	ó bien	46,55
1 át. ácido nítrico.	= 677,02		53,45
1 át. nitrato.....	=1264,935		100,00

Del nitrato de potasa se estrae todo el ácido nítrico que se emplea en las artes. La enorme cantidad de ácido sulfúrico que se espende todos los años en el comercio, proviene de la combustion de una mezcla de ocho partes de azufre y una parte de nitrato de potasa. Se hace uso de esta sal para obtener el carbonato de potasa puro para la fabricacion de la pólvora, etc. Su preparacion será objeto de un capítulo particular (1525).

Hipo-nitrito de potasa.

1061. El hipo-nitrito de potasa se obtiene vertiendo una disolucion de sulfato de potasa, en una disolucion de hipo-nitrito neutro de plomo; filtrando en seguida el licor y sometiéndole á la evaporacion. Esta sal es delicuescente al aire. Su composicion es

1 át. potasa.....	= 587,91	ó bien	55,28
1 át. ácido.....	= 477,02		44,72
1 át. hipo-nitrito.	=1064,93		100,00

Arseniato de potasa.

1062. Esta sal es delicuescente al aire, enverdece el jarabe de violetas y no altera la tintura de tornasol. Se obtiene saturando el carbonato de potasa puro, ó la potasa cáustica por el ácido arsénico. Su composicion consta de

2 át. potasa.....,..	=1175,83	ó bien	45,02
1 át. ácido arsénico.	=1440,77		54,98
1 át. arseniato.	=2616,60		100,00

Bi-arseniato de potasa.

1063. Esta sal cristaliza en prismas de cuatro caras, terminados por pirámides tetraedras. Es muy soluble en el agua, siéndolo mucho mas en caliente que en frio. Es-

puesto á una temperatura elevada, en un crisol de platino pierde una parte de su ácido, y pasa al estado de arseniato neutro.

Este cuerpo se obtiene destilando en una retorta una mezcla de partes iguales de ácido arsenioso y nitrato de potasa, y disolviendo el producto de la destilacion en agua caliente. Se filtra en seguida el licor y se evapora de un modo conveniente para que pueda producir cristales de bi-arseniato por el enfriamiento. Este producto está formado de

1 át. potasa.....	= 587,91	ó bien	29,05
1 át. ácido.....	=1440,77		70,95
1 át. bi-arseniato.	=2028,68		100,00

Arsenito de potasa.

1064. Esta sal se obtiene saturando la potasa por el ácido arsenioso. No ha sido posible obtenerla cristalizada; se halla bajo la forma de un líquido viscoso, de color amarillo, y está formada de

2 át. potasa. .	=1175,82	ó bien	48,66
1 át. ácido....	=1240,77		51,34
1 át. arsenito.	=2416,59		100,00

Borato de potasa.

1065. Esta sal es poco conocida. Puede obtenerse combinando directamente el ácido bórico con la potasa. Es solu-

ble en el agua, y da por la evaporacion cristales de cuatro caras.

Carbonato de potasa.

1066. El carbonato de potasa tiene un sabor un poco cáustico; obra como los alcalís, y por consecuencia enverdece los colores azules vegetales. Es incristalizable; espuesto al aire adquiere la humedad de la atmósfera y se funde. Es muy soluble en el agua. Espuesto al calor se funde un poco despues de la temperatura roja; no se descompone por el calor mas fuerte. Para obtener el carbonato de potasa no se emplea el que se encuentra en el comercio, porque este contiene sulfatos y cloruros de los cuales es dificil separarle; pero se obtiene puro haciendo una mezcla de bi-tartrato de potasa y de nitrato de esta misma, echándola en una vacía cuyo fondo se halle apenas enrojecido, lejiviando el producto y haciéndole evaporar hasta la sequedad, como hemos indicado para la preparacion del hidrato de potasa. Esta sal está formada de

1 át. potasa.....	=587,915	ó bien	68,18
2 át. ácido carbónico.	=275,32		31,82
1 át. carbonato.	=863,235		100,00

Del carbonato de potasa puro solo se hace uso en los laboratorios de química. El del comercio se obtiene por procedimientos que indicaremos mas adelante.

Bi-carbonato de potasa.

1067. Cuando esta sal está bien preparada solo tiene un débil sabor alcalíno. Enverdece sensiblemente el color azul de los vegetales. Su pesantez específica es de 2,012 ; se disuelve en cerca de cuatro veces su peso de agua á la temperatura ordinaria. El agua hirviendo disuelve los 0,833 de su peso. Es insoluble en el alcohol ; el aire no la hace esperimentar cambio alguno. Sometida á la accion del calor rojo deja desprender una parte de su ácido y pasa al estado de carbonato. Cuando se hace hervir una disolucion de esta sal se desprende una parte del ácido; pero solamente la cantidad suficiente para hacerla pasar al estado de sesqui-carbonato.

1068. Esta sal se obtiene haciendo pasar una corriente de gas ácido carbónico á una disolucion de potasa, y mejor á una disolucion de carbonato, hasta que se encuentre completamente saturada. Su composicion consta de

1 át. potasa.....	= 587,915	ó bien	51,72	100
4 át. ácido carbónico.	= 550,64		48,28	
1 át. bi-carbonato...	= 1138,555		90,97	100
2 át. agua.....	= 112,48		9,03	
1 át. sal cristalizada.	= 1251,035			

Esta sal se emplea como reactivo.

Estraccion del potasio.

1069. La descomposicion de la potasa puede operarse

por tres procedimientos diferentes, á saber: por la accion de la pila sobre el hidrato de potasa, por la accion del hierro sobre el mismo cuerpo, y por la accion del carbon sobre el carbonato de potasa.

Una pila de 80 á 100 pares es suficiente para operar la descomposicion de la potasa. Si solo se tiene por objeto observar el fenómeno, basta poner en contacto con los dos polos de la pila recientemente cargada un fragmento de potasa humedecido. Al instante se ven aparecer en el polo negativo unos glóbulos de potasio que se esparcen en chispas de fuego, bien sea porque descomponen el agua que las rodea, bien porque arden por sí mismas al contacto del aire. Si por el contrario, se quiere obtener el potasio, es necesario hacer una copela delgada de hidrato de potasa, humedecerla, llenarla de mercurio, y colocarla sobre una lámina de platino. El polo positivo se pone en contacto con la lámina de platino, y el negativo con el mercurio. Abandonando á sí mismo el esperimento, se forma una aleacion de mercurio y de potasio, que se destila despues en una bola de vidro atravesada por una corriente de gas azoe seco: el mercurio se desprende y el potasio queda puro.

Este procedimiento empleado por Davy, no se ha vuelto á poner en uso desde que se descubrieron los otros dos.

Los señores Gay-Lussac y Thenard han hecho uso de la accion del hierro sobre la potasa á una temperatura muy elevada, y han obtenido por este medio el potasio en gran cantidad. Ultimamente, M. Brunner ha hecho el procedimiento de estraccion mas sencillo todavia, sirviéndose de una simple mezcla de carbonato de potasa y carbon. Mas adelante se hallará una descripcion detallada de estos dos procedimientos.

CAPITULO II.

SODIO. — OXIDOS. — CLORURO. — BROMURO. — IODUROS. — FLUORURO. — SULFUROS. — SELENIUROS. — FÓSFORO. — AZOTURO. — ARSENIURO DE SODIO. — SALES DE SOSA FORMADAS POR LOS ÁCIDOS MINERALES NO METÁLICOS.

El sodio tiene mucha analogía con el potasio, tanto que puede sustituir á este último en la mayor parte de los casos. Las combinaciones que forma son de grande interés en las artes; para convencerse de esto basta observar que el sodio hace parte de la sal marina, del sulfato y carbonato de sosa, materias tan repartidas en el comercio, y empleadas diariamente en la economía doméstica en la fabricacion del vidrio, de los jabones, en el blanqueo de las telas, y en una multitud de circunstancias no menos importantes.

Sin embargo, el examen detallado que acabamos de hacer de los compuestos producidos por el potasio nos permite abreviar mucho lo concerniente al sodio que se le asemeja bajo tantos aspectos.

Sodio.

1070. El sodio ha sido descubierto al mismo tiempo que el potasio por M. H. Davy, y estudiado por él y por los señores Gay-Lussac y Thenard. Este cuerpo es sólido á la temperatura ordinaria: es blando y ductil como la cera; su brillo metálico se halla en un término medio entre el de la plata y el plomo; su densidad es de 0,972 á la temperatura de 15° c.; es buen conductor del calor y de la electricidad. Funde á la temperatura de 90° c., pero no se volatiliza sino pasado el ro-

jo naciente. El sodio puesto en contacto con el agua la descompone produciendo un desprendimiento de hidrógeno. Este gas no se inflama ordinariamente como sucede en la reaccion del potasio, pero M. Serullas ha hecho ver que poniendo el agua biscosa por medio de la goma, y disminuyendo de este modo los movimientos y el enfriamiento del metal, la temperatura se eleva lo suficiente para inflamar el gas hidrógeno. Echando el sodio sobre un baño de mercurio forma una amalgama, y hay un desarrollo de calor y luz, cuyo fenómeno no presenta el potasio.

Sesqui-óxido de sodio.

1071. Para obtener el sesqui óxido de sodio se practica la misma operacion que para obtener el peróxido de potasio. El sesqui-óxido de sodio es de un amarillo verdoso sucio; se funde por el calor, pero exige una temperatura mucho mas elevada que la que necesita el peróxido de potasio. Puesto en contacto con el agua pasa al estado de protóxido que se disuelve, y el oxígeno restante se desprende. Su composicion es de

2 át. sodio.....	=581,84	ó bien	65,98
3 át. oxígeno.....	=300		34,02
1 át. sesqui-óxido.	=881,84		100,00

Protóxido de sodio ó sosa.

1072. El protóxido de sodio se obtiene del mismo modo que el protóxido de potasio. Es blanco, muy caústico, etc., y se conduce en todo como el protóxido de potasio, si se esceptúa que espuesto al aire adquiere desde luego la humedad

de la atmósfera, y se deseca en seguida, porque pasa poco á poco al estado de carbonato de sosa, cuya sal es eflorescente.

Este cuerpo está compuesto de

1 át. sodio.....	=290,92	ó bien	74,42
1 át. oxígeno.....	=100		25,58
1 át. protóxido	=390,92		100,00

Hidrato de protóxido de sodio.

1073. Si se añade al protóxido de sodio un poco de agua hay un desprendimiento considerable de calor, y el agua se combina con la sosa. Este hidrato es blanco, mas fusible que el protóxido de sodio, y tiene por otra parte las mismas propiedades que el hidrato de potasa. Se obtiene, como éste tratando sucesivamente por la cal y el alcohol el carbonato de sosa. Este hidrato esta formado de

1 át. protóxido de sodio.	=390,92	ó bien	77,67
2 át. agua.....	=112,48		22,33
1 át. hidrato	=503,40		100,00

Cloruro de sodio, sal marina.

1074. El sodio se une al cloro con grande energía; cuando se introduce el sodio en el cloro gaseoso, se inflama espontáneamente y arde con vivacidad emitiendo chispas de un rojo brillante. Por esta reaccion se forma cloruro de sodio.

Este compuesto designado hace mucho tiempo por los químicos bajo el nombre de *muriato de sosa*, no es otra cosa que la *sal marina* que tambien se llama *sal de cocina*, *sal comun*, *sal gema*.

La sal marina cristaliza ordinariamente en cubos; espuesta al fuego decrepita fuertemente, y entra en fusion á una temperatura un poco superior á la roja; cuando se ha calentado hasta este punto, se evapora en un humo blanco sin esperimentar descomposicion; tiene un sabor que agrada no solamente al hombre sino á la mayor parte de los animales. Su pesantez específica es de 2,125. 100 partes de agua á 13°,89 disuelven 35,81 de esta sal y 40,38 partes á 109°,38; por el enfriamiento se deposita una pequeña cantidad de cristales.

La sal marina no se altera por el contacto del aire; la del comercio solo es delicuescente á favor del cloruro de magnesio ó de las otras sales que contiene.

El cloruro de sodio es tan abundante en la naturaleza que jamás hay necesidad de recurrir al arte para formarle. Ya se encuentra en el estado sólido formando capas considerables de terreno, ya disuelto en el agua. Cuando se halla en el estado sólido se le da el nombre de *sal gema* ó *sal de piedra*.

Su estraccion será el objeto de un capítulo particular.

El cloruro de sodio esta formado de

1 át. sodio...=290,92	ó bien	39,65
2 át. cloro...=442,64		60,35
1 át. cloruro.=733,56		100,00

La sal marina es uno de los cuerpos de que se hace un

empleo muy frecuente; nos servimos de ella para corregir la insipidez de nuestros manjares, para sazonar las viandas, fabricar la sosa artificial, estraer el ácido hidro-clórico, preparar el cloro, hacer la sal amoniaco, etc. Tambien se emplea para dar la cubierta ó barniz á ciertos vasos terrosos.

Bromuros de sodio.

1075. Esta sal se obtiene como el bromuro de potasio. Cristaliza en pequeños prismas agujados de un blanco mate. Es ligeramente delicuescente. Su sabor es un poco orinoso; se disuelve con facilidad, bien sea en el agua, bien en el alcohol.

Este bromuro está compuesto de

1 át. sodio.....	= 290,92	ó bien	23,77
2 át. bromo...	= 932,80		76,23
1 át. bromuro.	= 1223,72		100,00

Ioduro de sodio.

1076. El ioduro de sodio es blanco; á cierto grado de calor se funde, se hace un poco alcalíno y se volatiliza. 100 partes de agua á 14° c., pueden disolver 173 partes de este ioduro. Evaporando convenientemente su disolucion deja depositar cristales en prismas romboidales aplanados, bastante voluminosos, que reuniéndose aumentan de espesor y terminan en escalones estriados en su longitud, semejantes al poco mas ó menos á los del sulfato de sosa. Estos cristales contienen mucha agua de cristalizacion y son delicuescentes

Los procedimientos para obtener este ioduro son los mismos que los que se han indicado para la preparacion del ioduro de potasio.

Este ioduro contiene

1 át. sodio....	= 290,92	ó bien	15,61
2 át. iodo.....	=1566,70		84,39
1 át. ioduro...	=1857,62		100,00

Fluoruro de sodio.

1977. El fluoruro de sodio es blanco, inalterable al aire, mas soluble en el agua caliente que en la fria; asi se deposita por el enfriamiento en pequeños cristales muy duros, que forman muchas veces en la superficie de la disolucion una capa sólida y trasparente. Estos cristales decrepitan por el calor y en seguida entran en fusion á una temperatura inferior á la roja.

Este cuerpo se prepara de la misma manera que el fluoruro de potasio.

Su composicion consta de

1 át. sodio.....	=290,92	ó bien	55,44
2 át. fluor.....	=233,80		44,56
1 át. fluoruro.	=5524,72		100,00

Sulfuros y seleniuros de sodio.

Su historia es la misma que la de los sulfuros y seleniuros de potasio.

Fosfuros de sodio.

1078. El fósforo puesto en contacto con este metal se combina con el ayudado del calor; al mismo tiempo se produce un débil desprendimiento de luz. Este fosfuro es cáustico, áspero, de un color pardo castaño, fácil de reducir á polvo; pero en contacto con el oxígeno y ayudado del calor se trasforma en fosfato de sosa. El fosfuro de sodio puesto en contacto con el agua produce repentinamente hidrógeno perfosforado mezclado probablemente con hidrógeno, sosa é hipo-fosfito de sosa.

Todavia no se conoce bien su composicion.

Azoturos de sodio.

El azoturo de sodio se obtiene calentando el sodio en el gas amoniaco como para obtener el azoturo de potasio. Su historia es la misma que la de este último cuerpo.

Arseniuro de sodio.

No se conoce la composicion de este arseniuro. Puede obtenerse este compuesto bien sea combinando el sodio y el arsénico, bien descomponiendo el hidrógeno arsenicado por el sodio. En el primer caso la accion se verifica con desprendimiento de calor y luz, en el segundo la materia no se calienta hasta el punto de hacerse luminosa. Estas reacciones se verifican á un calor inferior al del grado rojo.

El color de este arseniuro es de un pardo castaño, no tiene brillo metálico sino cuando contiene un esceso de arsénico.

Atrae y descompone la humedad del aire; y el agua le destruye repentinamente produciendo sosa, hidrógeno, hidrógeno arsenicado é hidruro de arsénico.

Sales de sosa.

1079. Estas son generalmente mas solubles en el agua que las sales de potasa. La mayor parte contienen agua de cristalizacion y casi todas son susceptibles de absorver mucha cantidad de este líquido, y de esperimentar la fusion acuosa. Cuando el ácido no es capaz de descomponerse pueden esperimentar todas la fusion ignea.

Como el tartrato ácido de sosa es muy soluble, el alumbre con base de sosa y el doble cloruro de platino y de sodio lo son tambien, resulta que el ácido tártrico, el sulfato de alumina y el cloruro de platino no tienen accion sobre las sales de sosa.

Las sales de sosa se reconocen por medio de los caracteres negativos que resultan de lo que precede. Ademas, el óxido de cromo fundido con estas sales, no las comunica color azul. Pero cuando hay posibilidad lo mas seguro es trasformar la materia en sulfato ó en carbonato de sosa cuya cristalizacion no deja la menor duda.

Clorato de sosa.

1080. El clorato de sosa tiene un sabor fresco y picante; no es delicuescente, pero sí muy soluble en el agua; no cristaliza sino en una disolucion casi en estado de jarabe: entonces deposita cristales que tienen el aspecto de láminas cuadradas. Sometido á la accion del calor se conduce como el

clorato de potasa, y posee ademas la mayor parte de las propiedades de esta sal. Este clorato se obtiene saturando el ácido clórico por el carbonato de sosa.

Su composicion es

1 át. sosa.....	= 390,92	ó bien	29,31
1 át. ácido clórico....	= 942,64	"	70,69
1 át clorato	=1333,56		100,00

Clorito de sosa.

1081. Este es el que constituye el licor que con tanta frecuencia se emplea como desinfectante, para el blanqueo de las telas, como medicamento, y sobre todo, el que se conoce con el nombre de agua de *labaraque*.

El clorito de sosa posee todas las propiedades generales del clorito de potasa; pero es mas estable y pasa con menos facilidad al estado de clorato; esto le hace preferible en todos los casos en que hay precision de conservar el licor mucho tiempo.

Para las necesidades de la medicina se prefiere el que se prepara disolviendo 1 kilógrama (2,18 libras) de carbonato de sosa cristalizado en 4 kilógramas (8,72 libras) de agua, y haciendo pasar al licor que se mantiene frio el cloro que proviene de 180 gramas (3607,20 granos) de peróxido de manganeso de buena calidad. Un volúmen de este licor debe por otra parte decolorar diez y ocho volúmenes de sulfato de indigo por término medio.

El licor de Labaraque contiene clorito de sosa, cloruro de sodio, bi-carbonato de sosa y carbonato de sosa sin descom-

poner; pero todas sus propiedades son debidas al clorito de sosa.

Iodato de sosa.

1082. Este se obtiene bajo la forma de pequeños prismas reunidos ordinariamente en figura de fluecos ó de pequeños granos que parecen cúbicos, y que no contienen agua de cristalizacion.

Por la accion del calor se descompone esta sal, deja desprender todo su oxígeno, un poco de iodo y se trasforma en ioduro. El iodato de sosa es menos detonante con los diferentes cuerpos combustibles que el clorato de potasa.

Su composicion es de

1 át. sosa.....	= 390,92	ó bien	15,90
1 át. ácido iódico...	=2066,70		84,10
1 át. iodato.....	=2457,62		100,00

Iodito de sosa.

1083. Cuando se disuelve el iodo en una disolucion débil de sosa hasta que el licor empieza á tomar un color rojo, y en seguida se abandona á la evaporacion espontánea, se forman cristales de iodito de sosa, cuya forma es un prisma de seis caras truncado en sus estremidades.

Esta sal se disuelve en frio sin sufrir alteracion. El agua caliente y el alcohol la trasforman en iodato de sosa y en ioduro de sodio. El mismo resultado dan las sales de barita y probablemente todos los cuerpos que pueden formar compuestos insolubles con el ácido iódico ó con el iodo.

Esta sal es muy poco estable. Su composicion es desconocida. El ácido que contiene no se ha podido obtener aislado, pero debe ser análogo al ácido cloroso.

Sulfato de sosa.

1084. Esta sal era conocida en otro tiempo con el nombre de *sal de Glauber*, *sal admirable*, *sosa vitriolada*. Su descubrimiento se debe á Glauber, que la encontró examinando el residuo del tratamiento de la sal marina por el ácido sulfúrico; residuo del que no se creia en esta época poder sacar partido alguno, y que se conocia con los nombres de *caput mortuum*, *terra damnata*.

El sulfato de sosa no tiene color; su sabor tiene desde luego alguna semejanza con la sal marina, pero bien pronto presenta una amargura muy desagradable; funde á una temperatura superior al grado rojo, cristaliza en prismas largos de seis caras, y de una trasparencia considerable, ordinariamente estriados y determinados por vértices diedros.

Su solubilidad en el agua crece con la temperatura hasta los 33°; pero partiendo de este punto va disminuyendo hasta los 103°,17. Los cristales formados á 33° son anhidros.

100	partes de agua disuelven	
5,02	partes de sal seca á cero	
16,73	á	17°,91
43,05	á	30°,75
50,65	á	32°,73
44,35	á	70°,61
42,65	á	103°,17

Espuesto al aire seco pierde toda su agua de cristalizacion, y se trasforma en un polvo blanco. El mismo efecto se produce con el sulfato de sosa anhidro, pero por una causa contraria. Los cristales de esta última se eflorecen por su contacto con el aire húmedo, apoderándose del agua que éste contiene.

El sulfato de sosa se encuentra disuelto en las aguas de algunos manantiales, particularmente en las de aquellos que contienen sal marina.

El señor Casaseca ha encontrado hace poco tiempo en las cercanías de Madrid el sulfato de sosa anhidro. M. Gimbernat ha encontrado el sulfato cristalizado y mezclado con el yeso en el canton de Argovie en Suiza.

Dos procedimientos pueden ponerse en práctica para obtener esta sal. El uno consiste en evaporar las aguas que le tienen en disolucion al tiempo de hacer la estraccion de la sal marina. Cuando estas aguas estan concentradas al grado conveniente se forman unos copos blancos que se llaman *Schlot*, que no son otra cosa que una sal doble formada de sulfato de cal y de sosa. Estos copos se reunen y lavan con un poco de agua fria para separar la sal marina adherida á su superficie, y despues se tratan por el agua hirviendo. El sulfato de sosa se disuelve, se filtra, se decanta la disolucion, y se obtiene por la evaporacion el sulfato de sosa cristalizado. El otro es descomponiendo la sal marina por el ácido sulfúrico. Este es el que se emplea para obtener la enorme cantidad de sulfato de sosa que se emplea en las artes.

La composicion atómica del sulfato de sosa es de

1 át. sosa.....	= 390,92	ó bien	43,82	100
1 át. ácido sulfúrico.....	= 501,16		56,18	
1 át. sulfato anhidro.....	= 892,08	ó bien	44,23	100
20 át. agua.....	= 1124,80		55,77	
1 át. sulfato cristalizado.	= 2016,88			

Sulfito de sosa.

1085. Esta sal es blanca y trasparente, de un sabor fresco y despues sulfuroso, sus cristales son prismas de cuatro caras, dos muy anchas y las otras dos muy estrechas. Estos prismas estan terminados por vértices diedros. Se disuelve en cuatro veces su peso de agua á la temperatura de 15°, y en un peso de agua menor que el suyo de agua hirviendo. Esta sal se eflorece al aire y se convierte lentamente en sulfato. Su preparacion es como la del sulfito de potasa.

Esta formado de

1 át. sosa.....	= 390,92	ó bien	49,35
2 át. ácido sulfuroso...	= 401,16		50,65
1 át. sulfito.....	= 792,08		100,00

Hipo-sulfito de sosa.

1086. El hipo-sulfito de sosa, que se obtiene esponiendo al aire una disolucion de poli-sulfuro de sodio hasta que haya perdido todo su color, es blanco, de un sabor muy amargo y nauseabundo.

Evaporando su disolucion hasta que adquiera la consistencia de jarabe se trasforma en hebras suaves por el enfriamiento. Estos cristales son delicuescentes al aire, pero en el vacío sin humedad pierden su agua de cristalizacion. Espuesta esta sal á la accion del calor esperimenta desde luego la fusion acuosa, despues se deseca y trasforma en una masa blanca, y concluye por inflamarse ardiendo con una viva deflagracion y una llama de color amarillo claro.

Este cuerpo es insoluble en el alcohol; disuelve al cloruro de plata con una facilidad estremada.

Hipo-sulfato de sosa.

1087. Esta sal cristaliza en grandes y hermosos prismas cuadrangulares, que son muy cristalinos, invariables al aire y de un sabor singular y amargo. Para disolver diez partes de esta sal se necesitan 11 de agua fria y 21 de agua hirviendo.

El alcohol no la disuelve en cantidad alguna.

Su composicion es de

1 át. sosa.....	= 390,92	ó bien	30,22	100
1 át. ácido.....	= 902,32		69,78	
1 át. sal anhidra....	=1293,24	ó bien	85,12	100
4 át. agua..	= 225,96		14,88	
1 át. sal cristalizada.	=1519,20			

Seleniato de sosa.

1088. Esta sal se asemeja de todo punto al sulfato de

sosa, ofrece como esta su máximun de solubilidad hácia los 33°. Como ella, tambien cristaliza sin agua hácia esta misma temperatura. Se asemejan enteramente por las formas cristalinas. Su composicion es

1 át. sosa.....=	390,92	ó bien	32,97
1 át. ácido.....=	794,60		67,03
1 át. seleniato.=	1185,52		100,00

Selenito de sosa.

1089. El selenito de sosa está compuesto de

1 át. sosa.....=	390,92	ó bien	32,97
2 at. ácido selenioso..=	694,60		67,03
1 át. selenito.....=	1085,52		100,00

Su sabor es alcalíno, y análogo al del Borax. Es muy soluble en el agua; hasta el punto en que su disolucion toma la consistencia de jarabe solo produce unos cuantos cristales en forma de pequeños granos durante la evaporacion, y no produce ninguno por el enfriamiento del licor. Evaporándola hasta sequedad, es sin embargo esta sal inalterable al aire. No se disuelve en el alcohol.

Bi-selenito de sosa.

1090. Esta sal contiene

1 át. sosa.....	= 390,92	ó bien	21,93
2 át. ácido.....	=1389,20		78,07
1 át. bi-selenito.	=1780,12		100,00

El bi-selenito de sosa cristaliza en agujas que contienen agua de cristalizacion. Esponiéndole á la accion del fuego esperimenta la fusion acuosa, y despues la fusion ignea. En este caso forma un líquido amarillo que se trasforma en una masa blanca por el enfriamiento. Esponiéndolo al calor rojo pierde la mitad de su ácido y pasa al estado de selenito neutro.

Cuadri-selenito.

Esta sal es muy soluble y cristaliza en agujas por una evaporacion espontánea.

Fosfato de sosa.

1091. El ácido fosfórico se combina en dos proporciones con la sosa, y forma un fosfato neutro y un bi-fosfito.

El fosfato de sosa cristaliza en prismas romboidales, cuyos ángulos agudos son de 60° y los obturos de 130° terminados por una pirámide de tres caras. Su sabor es fresco y orinoso, pero nada amargo; su pesantez específica es de 1,333. Se disuelve en cuatro partes de agua á la temperatura de 16° y en dos de agua hirviendo; su disolucion deja depositar cristales por el enfriamiento.

Esta sal se eflorece al aire con rapidez; pero esta eflorescencia solo se verifica en la superficie conservando debajo su

trasparencia y forma. Espuesto al fuego esperimenta desde luego la fusion acuosa y al grado rojo cereza la fusion ignea. En estas circunstancias produce un vidrio que es trasparente cuando está líquido, y opaco cuando se solidifica.

Esta sal se encuentra particularmente en la orina humana, donde se halla combinada con el fosfato de amoniaco.

Para obtener esta sustancia se vierte sobre una disolucion de fosfato ácido de cal, carbonato de sosa en disolucion hasta que el licor se vuelve alcalíno; esto produce un desprendimiento de ácido carbónico y un precipitado gelatinoso de carbonato calcareo; se filtra y lava el producto obtenido; en seguida se evapora el licor de una manera conveniente y el fosfato de sosa cristaliza durante unas veinte y cuatro horas. Para estraer nuevos cristales de las aguas madres es necesario examinar si estas manifiestan las propiedades ácidas ó alcalínas; en el primer caso, será preciso añadir nueva cantidad de carbonato de sosa, filtrar de nuevo y evaporar la disolucion. Si por el contrario, se habia vertido desde luego demasiado carbonato de sosa, será necesario dilatarlo en agua y añadir nueva cantidad de fosfato ácido de cal, filtrar de nuevo el licor y evaporarlo convenientemente. Por esta operacion se obtiene siempre fosfato de sosa hasta terminar del todo la evaporacion.

Esta sal está formada de

2 át. sosa.....	= 781,84	ó bien	46,70	100
1 át. ácido fosfórico.....	= 892,30		53,30	
1 át. fosfato anhidro....	= 1674,14	ó bien	37,28	100
5 át. agua.....	= 2812,20		62,72	
1 át. fosfato cristalizado	= 4486,34			

Esta sal se emplea como reactivo en los laboratorios de química; se hace uso de ella igualmente para obtener los fosfatos insolubles.

Piro-fosfato de sosa.

1092. Esta nueva y curiosa combinacion, acaba de ser descubierta por M. Clark.

Cuando se calienta el fosfato de sosa ordinario á 350° poco mas ó menos, pierde 48 átomos de agua y retiene obstinadamente los otros dos. Si á esta época se redisuelve la sal, no por eso cambia sus propiedades.

Si se calienta hasta el grado rojo, se separan los dos átomos de agua; pero entonces, la sal redisuelta en el agua pierde sus propiedades para adquirir otras nuevas. En este estado particular debido á la accion del fuego, toma el nombre de piro-fosfato.

El piro fosfato de sosa cristaliza de otra manera que el fosfato ordinario, es menos soluble que éste, contiene menos agua de cristalizacion y la pierde enteramente á 350°. No es eflorescente al aire, y tiene una reaccion alcalína como el fosfato ordinario.

Cuando se vierte una disolucion de fosfato ordinario en una sal de plata, se forma un precipitado amarillo y el licor se convierte en ácido, siendo el precipitado que se forma un fosfato sesqui básico; pero empleando una disolucion de piro-fosfato, el precipitado que se forma en la disolucion de plata será blanco, y el licor que sobrenada quedará neutro.

El piro-fosfato de sosa parece muy estable: está formado de

1 át. fosfato de sosa.....	=1674,14	ó bien	59,81
20 át. agua.....	=1124,80		40,19
1 át. piro-fosfato cristalizado.	=2798,94		100,00

Ya se ha demostrado segun M. Gay-Lussac, que esta modificacion tan estraordinaria es debida al ácido fosfórico (980).

Bi-fosfato de sosa.

1093. Si se trata el fosfato de sosa por un ácido un poco fuerte se convierte en bi-fosfato; esto es lo que se obtiene constantemente con los ácidos fosfórico, sulfúrico, nítrico é hidro-clórico. En este estado es mucho mas soluble en el agua y no cristaliza sino con mucha dificultad; no obstante evaporando á propósito la disolucion puede obtenerse en escamas finas como el ácido bórico. Esta sal contiene dos veces mas ácido que el fosfato neutro, su composicion es la siguiente:

1 át. sosa.....	= 390,92	ó bien	30,46
1 át. ácido fosfórico ..	= 892,30		69,54
1 át. bi-fosfato.....	=1283,22		100,00

Hipo-fosfito de sosa.

1094. Esta sal es muy soluble en el agua, y en el alcohol se disuelve en todas proporciones. Es delicuescente en alto grado, y se liquida al aire en algunos instantes.

Preparada por la accion de la sosa sobre el fósforo por el intermedio del agua cristaliza en el vacío privado de humedad en masa cristalina nacarada formada de tablas de cuatro caras rectangulares. Esta sal aunque muy delicuescente no lo es tanto como el hipo-fosfito de potasa ; sometido á la accion del calor exhala hidrógeno fosforado que se inflama espontaneamente.

Fosfito de sosa.

1095. El fosfito de sosa es muy soluble en el agua; es delicuescente, pero no se disuelve en el alcohol. Cristaliza en romboides que se diferencian poco del cubo. Para obtenerle se combina directamente el ácido fosforoso con la sosa.

Esta sal está formada de

2 át. sosa.....	= 781,84	ó bien	53,04
1 át. ácido fosforoso.	= 692,30		46,96
1 át. fosfito.....	= 1474,14		100,00

Arseniato de sosa.

1096. Si se satura la sosa ó el carbonato de sosa por el ácido arsénico , se obtienen por una evaporacion conveniente y economizada prismas exaédricos regulares de arseniato de sosa. Esta sal es venenosa, muy soluble en el agua, pero se disuelve menos en el agua caliente que en la fria. Si contiene un esceso de ácido se hará mas dificil su cristalizacion y se obtendrá un bi-arseniato. Estas dos sales tienen la misma forma cristalina que el fosfato y el bi-fosfato de sosa. El arseniato neutro está compuesto de

2 át. sosa.....	= 781,84	ó bien	35,18
1 át. ácido arsénico.	=1440,77		64,82
	2222,61		100,00

Arsenito de sosa.

1097. Esta sal tiene las mismas propiedades que el arsenito de potasa.

Nitrato de sosa.

1098. El nitrato de sosa cristaliza en prismas romboidales; es trasparente, su sabor fresco, picante y amargo; se disuelve al poco mas ó menos en tres partes de agua á 16° c., en su peso de este líquido á 52°, y en menos de su peso de agua hirviendo. Esta sal se obtiene descomponiendo el carbonato de sosa por el ácido nítrico.

Su composicion es de

1 át. sosa.....	= 390,92	ó bien	36,60	100
1 át. ácido nítrico..	= 677,02		63,40	
1 át. nitrato.....	=1067,94			

Esta sal se ha encontrado en el Perú, en el distrito de *Atacama*; se encuentra en capas de un espesor variable, pero de una estension de mas de 50 leguas.

Hipo-azotito de sosa.

1099. Este cuerpo está compuesto de

1 át. sosa.....	=390,92	ó bien	50,9	100
2 át. deutóxido de azoe.	=377,02		49,1	
1 át. hipo-azotito seco.	=767,94	ó bien	87,19	100
2 át. agua.....	=112,48		12,81	
1 át. sal cristalizada. ..	=880,42			

Este compuesto se obtiene como el hipo-azotito de potasa. Se disuelve muy fácilmente en el agua, y cristaliza á manera del nitrato de sosa, es decir, en hermosos rombos.

Borato de sosa. (Borax).

1100. Esta sal tiene un sabor débil alcalíno, y enverdece fuertemente el jarabe de violetas. Se disuelve en el doble de su peso de agua hirviendo, pero en el agua fria se disuelve á espensas de una gran cantidad. Sus cristales tienen ordinariamente la forma de un prisma exaedro comprimido y terminado por una pirámide triedra. En este estado tiene una trasparencia gelatinosa y una fractura vitrea; su densidad es de 1,705. Espuesto al aire se eflorece en la superficie; sometido á la accion del fuego se funde en su agua de cristalizacion, y se infla considerablemente; en seguida se deseca y liquida completamente á una temperatura superior á la del grado rojo. En tal caso produce un vidrio limpio que es un verdadero borato anhidro, cuya densidad es de 2,361.

Su accion sobre los óxidos metálicos á una temperatura elevada merece fijar la atencion; facilita su fusion y los vitrifica en la mayor parte. Estos óxidos al fundirse y vitrificarse con el borax le comunican diversas tintas segun su naturaleza. El óxido de manganeso le da un color violeta: el de hierro un verde botella; el de cromo un verde esmeralda: el óxido de cobalto un azul violado muy intenso: el de cobre un verde claro, los óxidos blancos no le comunican ningun color ó cuando mas una tinta amarillenta. De esta propiedad se saca un gran partido en el analísis para reconocer los óxidos metálicos.

El borax esta compuesto de

1 át. sosa.....	= 390,92	ó bien	30,95	100
2 át. ácido.....	= 871,96		69,05	
1 át. borax anhidro.....	= 1262,88	ó bien	52,90	100
20 át. agua.....	= 1124,80		47,10	
1 át. borax cristalizado..	= 2387,68			

1101. El borax se encuentra en el estado natural en un gran número de lugares: se encuentra en la isla de Ceylan en la Tartaria meridional, en la China, en Transilvania, en Persia, y aun en las cercanías de Halberstad en Sajonia. Existe tambien y en cantidad bastante considerable en las minas de Viguintizoa y de Escapa en el Perú. Sobre todo se encuentra muy abundante en muchos lagos de la India, de donde venia en otro tiempo la mayor parte del que se consumia en las artes.

Turner coloca el lago, de donde se estrae el borax, en la India á 15 jornadas al norte de Teschou-Lounbou. En el fon-

do del lago se depositan las aguas cenagosas, y cerca de sus bordes se halla el borax en gruesos pedazos: en el centro solo se halla sal marina.

Segun W. Blane y el P. Rovato los lagos que suministran el borax estan situados en las montañas del Thibet; el mas nombrado llamado *necbal* se encuentra en el canton de Sumbul; afirman que se retienen las aguas por medio de esclusas que se hacen correr en ciertos tiempos del año, y entonces se retira la sal de la parte baja. El borax obtenido de este modo no se encuentra puro, se halla cristalizado en prismas hexaedros mas ó menos aplanados y determinados bastante bien.

Estos cristales que solo tienen algunos milímetros de longitud, son ya incoloros, ya amarillentos ó verdosos cubiertos siempre de una capa terrosa, grasienta al tacto y con un olor de jabon. Este aspecto es debido á una materia grasa con la que parece estar combinado el esceso de sosa de la sal. Los indios la llaman *tinckal*, y nosotros *borax bruto*.

Ademas de esta clase de sal existe otra en el comercio; esta es el borato de sosa medio refinado que nos viene de la China, pero ambos hay necesidad de purificar.

1102. El procedimiento mas sencillo para la purificacion es el siguiente. Se reduce el borax á polvo, y colocado sobre un filtro se lava con una disolucion de sosa á 5° del areómetro de Beaume. Se continúa lavando ínterin el licor pasa coloreado. Esta operacion tiene por objeto el despojar al borax de la materia grasa que le cubre; la sosa se apodera de esta materia, y forma con ella un jabon que se disuelve con la mayor facilidad.

Cuando el borax está preparado de esta manera, y bien escurrido, es necesario disolverle en agua hirviendo hasta que la disolucion marque 20 grados del areómetro de Beaume.

Entonces se vierten 12 partes de carbonato de sosa para 100 de la sal que se ha de refinar, y cuando el depósito causado por el carbonato de sosa se ha reunido bien, se filtra todo al través de una manga. Concluida la filtracion se pasa el licor al fuego y se concentra hasta los 18 ó 20 grados del arcómetro. En fin, el resíduo se vierte en unos conos ó pirámides vueltos al revés y forrados de plomo por su parte interior. Esta forma es ventajosa, porque el depósito que se puede formar no se mezcla con la cristalizacion, y el plomo conviene mejor que la madera, porque esta tiene el inconveniente de colorear los cristales. Si se llenan todas estas condiciones, y se toman todas las precauciones posibles para que el enfriamiento del licor sea estremedamente lento, se obtendrán cristales aislados y determinados como los que se observan en el comercio; de otra suerte solo se producirán capas cristalinas ó masas compactas.

1103. Hasta estos últimos tiempos hemos estraido de la India todo el borax que se consumia en nuestras industrias; pero en el dia los señores Payen y Cartier preparan toda la cantidad de borax necesaria para las necesidades de la Francia combinando directamente con la sosa el ácido bórico que proviene de los lagos de Italia.

La operacion la ejecutan como sigue. Calientan hasta la ebullicion 500 kilógramas (1090 libras) de agua en una caldera de cobre; en ella disuelven 600 kilógramas (1308 libras) de sub-carbonato de sosa cristalizado, y hecha esta disolucion se cubre el fuego de manera que no pueda hervir el licor. Entonces se añaden poco á poco 500 kilógramas de ácido bórico de Toscana que trasforma el carbonato de sosa en borato, y que produce por consecuencia una viva efervescencia debida al desprendimiento de ácido carbónico. El licor

se levanta, pues, en una espuma muy voluminosa, lo que exige que la caldera tenga una capacidad doble del volúmen del líquido. Terminada la saturacion se acaba de sofocar el fuego, se tapa la caldera con una cubierta de madera forrada de plomo, sobre la cual se colocan unas mantas de lana, y se abandona todo al reposo durante treinta horas. Al cabo de este tiempo se decanta el líquido en unos cristalizadores de plomo planos y de grande superficie. La capa de líquido debe ser de 25 á 30 centímetros (129, 25 á 155,10 líneas) de espesor, á fin de que el enfriamiento se verifique con mas prontitud. En tres dias durante el invierno y cuatro en el estío se termina la cristalizacion. Se decantan las aguas madres que se aplican para otra nueva operacion, y se recoge el borax bruto que se encuentra depositado en las paredes de los cristalizadores.

Este borax necesita una cristalizacion mas regular todavia para poderlo introducir en el comercio. Para lo cual se disuelve de nuevo en el agua hirviendo, y se añaden 10 partes por 100 de carbonato de sosa; la disolucion debe marcar 20° del areómetro de Beaume, y es necesario operar lo menos sobre 1000 kilógramas (2180 libras). Luego que las dos sales se han disuelto y el licor está hirviendo, se le hace pasar á los cristalizadores piramidales. Cuando el licor ha llegado á treinta grados del centígrado, lo que se verifica al cabo de diez y ocho horas aproximadamente, se decanta el agua madre. Despues de esta operacion se dejan enfriar todavia los cristales lentamente durante seis ú ocho horas antes de abrir los cristalizadores para destacar las masas que cubren sus paredes.

En fin, los cristales obtenidos se someten á un apartado cuidadoso, en el cual se separan todos aquellos cuyo volúmen

es muy pequeño. Esta necesidad de introducir en el comercio el borax en cristales voluminosos, esplica el minucioso cuidado que se necesita en la última operacion que acabamos de describir. A no ser por esto no se pondria tanta atencion para preservar á los líquidos de un enfriamiento pronto, y resguardarlos de toda agitacion, etc.

100 kilógramas de ácido bórico de Toscana producen 140 (305,20 libras) de borax susceptible de pasar al comercio.

1104. Los usos del borax son bastantes numerosos; se emplea: 1.°, para reconocer los óxidos, como ya hemos dicho, en los ensayos; 2.°, para fundir en la reduccion de ciertos de ellos los óxidos ó los ácidos irreducibles, como la silice, la alumina, etc., con los cuales pueden estar mezclados; el vidrio que se forma preserva al metal del contacto del aire, hace la masa líquida y permite que se reunan todas las partículas metálicas en el fondo del crisol; 3.°, para estraer el ácido bórico en los laboratorios; 4.°, para hacer la mayor parte de los boratos; 5.°, para soldar los metales. Cuando por ejemplo se trata de soldar dos piezas de cobre, se recortan y aplican del modo conveniente, y despues de bien limpias y sujetas se espolvorean con la soldadura en el estado de limadura, y con el borax en polvo; en esta disposicion se da fuego á la pieza hasta que la soldadura empieza á fundirse. Cuando ésta se halla fundida se alea con las dos piezas de cobre y las reune; pero es necesario para esto que asi la soldadura como las piezas estén bien limpias de cardenillo, y este es el efecto que produce el borax, ya sea porque disuelve el óxido que se puede formar, ya porque envolviendo al metal se opone á su contacto con el aire, y por consiguiente á su oxidacion; 6.°, el borax hace parte del strass, de algunos otros vidrios y esmaltes, y en general de los colores que

se aplican sobre el vidrio y la porcelana que deben sufrir la fusion.

Los antiguos distinguian al borax con el nombre de *chrysocalque*, pero ignoraban su naturaleza.

Borato de sosa octaédrico.

1105. M. Payen ha llegado á producir á su arbitrio un nuevo borato de sosa que difiere del precedente por su forma cristalina y por la proporcion de agua que contiene. Este borax cristaliza en octaedros regulares, su peso específico es de 1,815; la dureza de sus cristales es mayor que la del borax prismático; su fractura es lisa y ondulada como la del cristal. El aire húmedo y el agua hacen á los cristales octaédricos opacos, mientras que en el aire seco conservan su trasparencia.

Las diferencias que se observan entre las propiedades del borax prismático y el octaédrico, consisten en que este último contiene la mitad menos de agua; en efecto, segun el analísis de M. Payen, está formado de

1 át. borax anhidro...	=1262,88	ó bien	69,19
10 át. agua.....	= 562,40		30,81
1 át. borax octaédrico.	=1825,28		100,00

Las masas formadas por los cristales de este borax presentan una adherencia tan íntima que permite tallarlos en pedazos de todas dimensiones para los usos que exigen mucha consistencia por los frotamientos que deben sufrir. Los que trabajan la bisutería prefieren este borax al otro.

El borax octaédrico conviene mejor que el otro, porque se ahueca menos y corre con mayor prontitud. Es tambien preferible porque siendo su volúmen menos considerable, el almacenage cuesta menos por razon del menor sitio que ocupa. Lo mismo sucede con respecto á los gastos de trasporte, que disminuyen en la relacion de 70 á 53.

1106. El borax octaédrico se obtiene disolviendo en el agua el borax ordinario en cantidad suficiente para que el licor hirviendo marque 30° del areómetro de Beaume. En este estado se le abandona á un enfriamiento lento y regular. Tan luego como llega á los 79° c. empieza á depositar cristales octaédricos, y asi continúa hasta los 56° c., y de aqui en adelante solo produce ya borax prismático.

Para obtener M. Buran en grande este producto, que se ha introducido en el comercio durante muchos años bajo la forma de masas confusas, procede del modo siguiente. Hace una disolucion hirviendo de borax á 32° de Beaume, tapa la caldera para moderar el enfriamiento, y al cabo de seis dias operando sobre mil libras de borax, recoge el producto. Este producto consiste en una capa espesa y densa de borax octaédrico, á cuya superficie se encuentra un poco de borax prismático que se separa fácilmente.

Para que el borax octaédrico se forme en abundancia parece que se necesita una ebullicion prolongada.

1107. Estas variaciones en el estado del borax hicieron tomar en consideracion la necesidad de un método facil de ensayar esta sustancia para poder determinar su valor en el comercio.

M. Gay-Lussac ha propuesto para el ensayo del borax un medio muy sencillo y susceptible, de una exactitud suficiente. Este medio está fundado en la diferencia de tinta que el

ácido sulfúrico y el ácido bórico comunican á la tintura de tornasol. El primero la colora de un rojo semejante al de la cáscara de cebolla, y el segundo en un rojo vinoso.

El ensayo se hace á la manera de los ensayos alcalimétricos. Operando sobre 15 gramas (300,60 granos) de borax han sido necesarios 77,2 semi-centímetros cúbicos (5328,0352 líneas cúbicas) de ácido sulfúrico dilatado en 19 veces su peso de agua para la completa saturacion de la sosa. El ácido sulfúrico concentrado empleado es pues igual á 3,835; por el cálculo deberia ser 3,855; pero la diferencia es como se advierte insignificante, y desde que el procedimiento ha llegado á semejante grado de precision, presenta todas las garantías que el comercio puede desear.

Para hacer el ensayo se disuelve en caliente 15 gramas (300,60 granos) de borax en 50 centímetros cúbicos (691,590 líneas cúbicas) de agua, se añaden los nueve décimos del ácido sulfúrico que se necesita, y se deja enfriar el líquido. En seguida se termina la saturacion y se separan tres gotas de la cantidad de ácido empleado. La esperiencia ha hecho ver que era necesaria esta cantidad para destruir la influencia que el ácido bórico y el sulfato de potasa ejercen sobre la coloracion.

Silicato de sosa.

1108. La sosa se combina en muchas proporciones con la silice, pero los compuestos que se forman no tienen todos el mismo grado de estabilidad.

Cuando se funde la silice con 5, 6 ó 7 veces su peso de carbonato de sosa, no se desprende todo el ácido carbónico. Si la dósis de alcalí es menor, la reaccion es completa, y se obtiene un vidrio que se vuelve opaco por el enfriamiento, y

que atrae la humedad de la atmósfera. En fin, si se mantiene este vidrio en fusion durante mucho tiempo, se volatiliza una gran parte de la sosa y queda un silicato, en el cual la silice y la sosa estan en proporcion definida. Pero este es tambien soluble en el agua hirviendo, aunque el agua fria le ataca débilmente, y conserva su trasparencia despues del enfriamiento, ó su esposicion al aire.

El silicato de sosa ofrece siempre una tinta verdosa ó azulada, aun cuando se prepare con las materias muy puras; á escepcion de esto, no difiere en nada del silicato de potasa.

El silicato de sosa mezclado ó combinado con cierta cantidad de silicato de cal constituye el vidrio de las vidrieras, y la mayor parte de los vidrios blancos de calidad comun. El vidrio de las lunas es tambien un silicato con base de sosa y de cal. El silicato de sosa con esceso de base es atacado fácilmente por el agua y los ácidos; por esto cuando se trata de analizar los minerales siliceos, se trasforman la mayor parte en silicatos de sosa.

Carbonato de sosa.

1109. Este carbonato esta formado de

1 át. sosa	= 390,92	ó bien	58,57	100
2 át. ácido	= 275,33		41,43	
1 át. carbonato seco	= 666,25	ó bien	37,21	100
20 át. agua	= 1124,80		62,79	
1 át carbonato cristalizado	= 1791,05			

Esta sal es acre, ligeramente cáustica, muy soluble en el agua, siéndolo mas en caliente que en frio. Cristaliza por el

enfriamiento en forma de prismas romboidales ó de dos pirámides cuadrangulares aplicadas por sus bases y truncadas por sus cúspides: es eflorescente al aire, esperimenta la fusion ignea á un calor algo superior al rojo; no se descompone por la temperatura mas elevada, á menos que no se halle espuesta al mismo tiempo á la influencia del agua.

1110. Esta sal se estrae en Francia, en España, etc. de las plantas que crecen á la orilla del mar. Estas plantas contienen el oxalato de sosa que se trasforma en carbonato por la calcinacion. Cuando lo exigen los usos á que se aplica se le purifica de las materias estrañas que contiene por medio de lavaduras y por la cristalizacion.

Para estraer la sosa de las plantas marinas se cortan estas, y se dejan secar al aire libre; se queman en unos fosos practicados al intento, y cuya profundidad es de un metro (3,57 pies) aproximadamente y poco mas de ancho. Esta combustion se hace al aire libre sobre un suelo bien seco, y dura muchos dias. Al cabo de este tiempo se obtiene en vez de cenizas una masa salina, dura, compacta y á medio fundir, que se fractura y se introduce en el comercio bajo el nombre de *sosa*. Las diversas sosas se distinguen por el nombre del pais en que se elaboran ó por el de las plantas que las producen.

Estas sosas brutas contienen en diversas proporciones, carbonato y sulfato de sosa, sulfuro de sodio, sal marina, carbonato de cal, alumina, sílice, óxido de hierro, y en fin cierta cantidad de carbon que se ha escapado á la incineracion. Algunas veces contienen sulfato de potasa, cloruro de potasio, ioduro y bromuro de calcio.

La mas estimada es la barrilla de España conocida en el comercio con el nombre de sosa de Alicante, de Cartagena y

de Málaga. Se estrae como hemos dicho de muchas plantas, pero en particular de la barrilla, especie *salsola* que se cultiva con cuidado en las costas de España. Esta sosa contiene de 25 á 30 por 100 de carbonato de sosa seco.

Las sosas que se benefician en Francia distan mucho de ofrecer esta riqueza; se distinguen tres especies:

1.° El *salicor* ó sosa de *Narbonne*, que proviene de la combustion de la *salicornia annua*, que se cultiva en las cercanías de Narbonne. Esta planta se siembra y recoje en el mismo año. Se corta en la misma época de la fructificacion. La sosa que proviene de esta planta contiene 14 á 15 por 100 de carbonato de sosa, y se emplea en la fabricacion del vidrio verde.

2.° La *blanqueta ó sosa de Aiguemorte*, que se estrae entre Frantignan y Aiguemorte, de todas las plantas saladas que crecen á la orilla de la mar; estas son la *salicornia europea*, la *salsola tragus*, el *atripleo portula cosdes*, la *salsola kali* y la *statice limonium*. La primera de estas plantas es la que produce mayor cantidad de sosa y la última la que produce menos. Todas abundan en sal marina, por lo cual en otro tiempo han sido un objeto de fraude. Esta sosa no contiene sino 3 á 8 por 100 de carbonato de sosa.

3.° El *Wareck* ó *sosa de Normandía*, que se estrae de los fucos que crecen en abundancia sobre las costas del Occéano; esta es la mas inferior en cantidad como sosa, pero contiene por el contrario mucho sulfato de sosa y de potasa, cloruro de potasio ó de sodio con un poco de ioduro de potasio. Realmente se emplea como materia rica en potasa por los fabricantes de vidrio y de salitre. En el dia se aplica para estraer el iodo.

Hace algunos años que se fabrica en Francia una cantidad enorme de sosa artificial, por un procedimiento muy in-

genioso descubierto por Leblanc. Esta fabricacion será el objeto de un capítulo particular.

Sesqui-carbonato de sosa.

1111. Esta sal está formada de

1 át. sosa.....=	390,92	ó bien	48,62	100
3 át. ácido.....=	412,98		51,38	
1 át. sal seca.....=	803,90	ó bien	78,14	100
4 át. agua.....=	224,96		21,86	
1 át. sal cristalizada=	1028,86			

Durante mucho tiempo el sesqui-carbonato de sosa ha sido confundido con el carbonato ordinario; pero asi su composicion como sus caracteres son muy diferentes.

En Inglaterra se prepara el sesqui-carbonato de sosa para ciertas fabricaciones, disolviendo en 4 partes de agua 6 de carbonato de sosa y 4 de carbonato de amoniaco. Se evapora la disolucion á un calor suave, y por el enfriamiento se deposita el sesqui-carbonato en láminas cristalinas ó en polvo granoso. No se ha podido hacer cristalizar esta sal de una manera regular, aun cuando se encuentra en la naturaleza bajo esta forma y muy abundante.

El sesqui-carbonato de sosa cristaliza en prismas romboidales terminados en pirámides cuadrangulares. Es soluble en el agua y posee una reaccion alcalína; pero es inalterable al aire. Se conserva tan bien, que se asegura que las murallas de Cesar, fuerte de Africa, arruinado en la actualidad, han sido construidas con masas naturales de esta sal que se encuentran en algunos lagos de Africa.

1112. El sesqui-carbonato de sosa se ha encontrado siempre en la naturaleza; el que se estrae de los lagos está mezclado con cierta cantidad de sal marina y de sulfato de sosa; en el comercio lleva el nombre de *anatron*, y muchas veces se distingue con el de *trona*.

El anatron nos viene principalmente de Egipto; dos de los lagos de donde se estrae se hallan situados en el desierto de Thaiat ó de San Macario, al oeste de Delta. Durante el invierno resuda al través del fondo una agua de color rojo violado y se eleva hasta cerca de dos metros (7,14 pies); pero cuando vuelven los calores esta agua se evapora completamente y deja una capa de anatron, que se separa con barras de hierro. En Ungría se estrae tambien el anatron de muchos lagos que se hallan en las cercanías de Debreczin. Estos lagos se conocen con el nombre de *Tejerto* ó *lagos Blancos*, porque durante el estío, se evapora su agua y cubre la arena que constituye su fondo, de una eflorescencia nevosa de un blanco que deslumbra, y no es otra cosa que anatron. Las llanuras que limitan el mar Negro, las que rodean el mar Caspio, la Persia, la Arabia, la India, el Tibet, la China, la Siberia, el pais de los Bochismanes, y sobre todo el gran desierto de Africa suministran tambien el anatron.

Existe igualmente en otros muchos lugares y particularmente en América en los lagos que esta contiene. Se encuentra ademas esta sal disuelta en ciertas aguas minerales, y en eflorescencia en la superficie de muchos terrenos y de algunos paredones.

1113. Parece que el anatron resulta de la descomposicion de la sal marina por el carbonato de cal. M. Berthollet ha observado tambien que en todos los sitios en que estas dos sa-

les se encuentran mezcladas se forman eflorescencias de sesqui-carbonato de sosa.

Pero sea lo que quiera de esta suposicion, puede muy bien admitirse que en la mayor parte de los casos, el anatron es un producto que acompaña ordinariamente á los terrenos salíferos, y que se forma mas particularmente en las cercanías de las montañas calcáreas. Pero es mas facil de esplicar la formacion del anatron por la descomposicion del sulfato de sosa que acompaña siempre á la sal marina que por la de la misma sal marina. El sulfato de sosa puede efectivamente trasformarse en sulfuro de sodio por la accion de las materias orgánicas disueltas en el agua de los lagos anatriferos, y el sulfuro de sodio pasa á su vez al estado de sesqui-carbonato de sosa por medio del ácido carbónico disuelto en el agua.

Bi-carbonato de sosa.

1114. El bi-carbonato de sosa contiene.

1 át. sosa.....	= 390,92	ó bien	41,52	100
4 át. ácido.....	= 551,32		58,48	
1 át. sal seca.....	= 942,24	ó bien	89,26	100
2 át. agua.....	= 112,48		10,74	
1 át. sal cristalizada.	= 1054,72			

Esta sal cristaliza en prismas rectangulares de cuatro caras. Su sabor es débilmente alcalíno ; el agua á la temperatura ordinaria solo disuelve una décima parte de su peso. Calentando la disolucion pasa la sal al estado de sesqui-carbonato.

El bi-carbonato de sosa se obtiene saturando en frio de ácido carbónico al carbonato de sosa por medio de un aparato muy ingenioso que se halla dibujado en la lámina 25.

Este cuerpo hace parte evidentemente de las aguas alcalínas gaseosas, tanto naturales como facticias. Asi M. D'Arcet, partiendo de las propiedades tan conocidas de estas aguas, ha llegado á formar por medio del bi-carbonato de sosa unas pastillas, que tomadas despues de la comida favorecen eminentemente la digestion.

Estraccion del sodio.

1115. El sodio se estrae por el mismo procedimiento que hemos descrito para la estraccion del potasio. Sin embargo, parece que la descomposicion de la sosa por el hierro, ó la del carbonato de sosa por el carbon, se opera con mas dificultad que cuando se trata de la potasa. Parece tambien que mezclando la sosa ó el carbonato de sosa con un poco de potasa ó de carbonato de potasa, la operacion se verifica con mayor facilidad. Por este medio se forma una aleacion quebradiza de potasio y de sodio, de la cual se separa el potasio por medio de una oxidacion lenta. Para esto se reduce la aleacion obtenida á láminas que se introducen en un frasco, y se cubren de naphta, y de tiempo en tiempo se renueva el aire. Al cabo de algunos dias todo el potasio ha desaparecido, y solo ha quedado el sodio muy ductil y muy puro.

CAPITULO III.

Litio.—Oxido y cloruro de litio.—Sales de litina formadas por los ácidos minerales no metálicos.

1116. M. Arfwedson ha descubierto en estos últimos tiempos haciendo el analísis de la petalita, mineral que existe en la mina de Uto en Suecia, un óxido alcalíno al cual ha dado el nombre de *litina*, sacada del griego, que significa (piedra). Tambien se ha encontrado igualmente en la trifana y en la turmalina verde.

Los señores Arfwedson y Gmelin no pudieron llegar á reducir este óxido por medio de una pila galvánica; pero Davy, auxiliado de una pila mas fuerte, ha llegado á estraer el metal. El litio se asemeja mucho al sodio.

Hidrato de óxido de litio (Litina).

1117. Este hidrato es blanco, sin olor, casi tan cáustico como la potasa y la sosa; su fractura es cristalina. Espuesto al aire atrae poco á poco la humedad y el ácido carbónico; sin embargo, se conserva perfectamente seco. Su solubilidad es mayor que la de la barita; pero mucho menor que la de la potasa ó la sosa.

El procedimiento para estraer el óxido de litio de las piedras que le contienen, es el siguiente: despues de haber reducido la piedra á polvo fino, se mezcla con cuatro veces su peso de carbonato ó de nitrato de barita; en seguida se calcina fuertemente la mezcla en un crisol de platino durante hora y media, y se obtiene por producto una masa blanca,

bastante compacta, pero sin fundir, que tratándola por el ácido hidro-clórico débil se disuelve en parte. Este líquido se evapora hasta el punto de desecar los cloruros. En esta disposicion puede separarse la silice dilatando el resíduo en agua caliente, filtrando el licor y lavando el filtro; toda la silice queda sobre éste, mientras las otras sustancias disueltas por el agua pasan al través.

La nueva disolucion contiene los cloruros de litio, de aluminio, de bario y de hierro; se añade á esta disolucion bastante cantidad de ácido sulfúrico para precipitar toda la barita y para descomponer los cloruros. El esceso de ácido se satura por el amoniaco, y en el licor neutro que se forma se vierte carbonato de amoniaco, que precipita á la vez la alumina y el óxido de hierro. Una sola filtracion basta para separar estos diversos precipitados; el licor contiene entonces sulfato é hidro-clorato de amoniaco y sulfato de litina; esta disolucion se evapora hasta sequedad y se calcina el resíduo: las sales volátiles desaparecen y se obtiene sulfato de litina puro.

Este sulfato se disuelve en el agua, y sobre esta disolucion se vierte bastante agua de barita para precipitar todo el ácido sulfúrico, y queda la litina sola en disolucion: filtrando y evaporando este líquido puede obtenerse esta sustancia en el estado de pureza.

1118. Puede tambien operarse de otra manera para obtener la litina del sulfato; se disuelve esta sal y se vierte en la disolucion bastante acetato de barita para precipitar todo el ácido sulfúrico. Se separa el sulfato de barita del acetato de litina, se evapora este hasta sequedad, y se calienta hasta el grado rojo en un crisol de platino: el ácido acético se descompone y se obtiene carbonato de litina fundido. Despues de haberle reducido á polvo se disuelve en una cantidad sufi-

ciente de agua caliente, á la cual se añade cal cáustica apagada; se sostiene la ebullicion durante algun tiempo, despues se filtra; el carbonato de cal queda sobre el filtro, la litina pasa en disolucion, se deseca, y en seguida se funde en un crisol de plata.

Segun la composicion del sulfato de litina, se calcula que este alcalí está formado de

1 át. litio.....=127,80	ó bien	56,10	100
1 át. oxígeno. .=100,00		43,90	
1 át. óxido.....=227,80	ó bien	66,95	100
2 át. agua.....=112,48		33,05	
1 át. hidrato...=339,28			

Cloruro de litio.

1119. El cloruro de litio no se ha podido formar directamente, pero puede obtenerse bien sea saturando la litina por el ácido hidro-clórico, bien descomponiendo el carbonato de este óxido por el mismo ácido. Este cloruro no cristaliza, pero se deposita durante la evaporacion en forma de una capa de testura irregular. Este cuerpo es muy fusible y delicuescente.

Composicion. Este cuerpo está formado de

1 át. litio....=127,80	ó bien	22,42
2 át. cloro...=442,64		77,58
1 át. cloruro.=570,44		100,00

No se han examinado las combinaciones que puede formar el litio uniéndose con el bromo, el iodo, el fluoro, ó con los otros cuerpos combustibles simples.

Sales de litina.

1120. Las sales de litina se distinguen por la propiedad que tiene este alcalí de formar con el ácido fosfórico una sal dificil de disolver. Una disolucion de litina no se precipita por un alcalí cáustico en frio, ni en caliente por un carbonato alcalíno, que forma por el contrario un depósito de carbonato de litina en la disolucion fria y concentrada.

La litina tiene segun M. Berzelius una gran tendencia á atacar al platino; esta propiedad puede servir de carácter para reconocer una pequeña cantidad de litina en una sustancia cualquiera. Calentándola con la sosa sobre una hoja de platino, la sosa la desaloja, y el platino toma al rededor de la masa fundida un color mas ó menos subido, segun la cantidad de litina. Las sales de litina son en general muy fusibles.

Sulfato de litina.

1121. Esta sal es muy soluble en el agua; su sabor es salado y nada amargo; no cristaliza sino en masas irregulares. El aire no ejerce ninguna accion sobre este cuerpo, y se funde con mucha dificultad, separándose en esto de las demas sales de litina. Añadiendo un poco de sulfato de cal funde al grado rojo oscuro.

Su formacion es de

1 át. litina.....	=227,80	ó bien	31,25
1 át. ácido sulfúrico.	=501,16		68,75
	728,96		100,00

Nitrato de litina.

1122. Esta sal es muy delicuescente; asi que se halla espuesta algunos instantes al contacto del aire, se resuelve en agua. Cuando se evapora lentamente cristaliza ya en prismas romboidales regulares, ya en agujas. Tiene un sabor semejante al del salitre; es estremadamente fusible al fuego, en el cual se liquida como el agua.

Su composicion debe ser

1 át. litina.	=227,80	ó bien	25,17
1 át. ácido nítrico.	=677,02		74,83
1 át. nitrato.....	=904,82		100,00

Borato de litina.

1123. Esta sal es soluble en el agua, tiene una reaccion alcalína, se ahueca al fuego y pierde su agua de cristalizacion, trasformándose en seguida en un vidrio trasparente; por lo demas se conduce como el borax ordinario.

Carbonato de litina.

1124. Este es insoluble en el agua fria y tiene un gusto

alcalíno bastante fuerte ; vuelve á su color azul la tintura de tornasol enrojecida por los ácidos ; se funde á un grado de calor inferior al rojo: toma el aspecto del esmalte por el enfriamiento, y ataca fuertemente á los crisoles de platino.

Este carbonato se obtiene descomponiendo el sulfato de litina por el acetato de barita y calcinando despues el acetato obtenido. Para esto se vierte en una disolucion de sulfato de litina la cantidad de acetato de barita necesaria para precipitar todo el ácido sulfúrico. El sulfato de barita se separa por la filtracion, se evapora hasta sequedad y se obtiene una masa que se asemeja á la goma ; esta masa se calienta hasta el grado rojo en un crisol de platino, el ácido acético se descompone y resulta un carbonato de litina fundido, mezclado con pequeñas cantidades de carbonato de barita, de cal, y un poco de carbon. Este producto se reduce á polvo y se trata por el agua hirviendo hasta que no haya reaccion alcalína; las sustancias estrañas se separan por la filtracion. Por una evaporacion lenta se forma una capa compuesta de pequeños cristales prismáticos de carbonato de litina.

Este carbonato debe estar formado de

1 át. litina.....	=227,80	ó bien	45,28
2 át. ácido carbónico.	=275,32		54,72
1 át. carbonato.....	=503,12		100,00

1125. Las otras sales de litina no han sido examinadas; deseando mas detalles podrán hallarse en la memoria de M. Aarfwedson (An. quím. y física, t. X, p. 82).

CAPITULO IV.

BARIO.—OXIDOS.—CLORURO.—BROMURO.—IODURO.—FLUORURO.—SULFURO DE BARIO.—SALES DE BARITA FORMADAS POR LOS ÁCIDOS MINERALES NO METÁLICOS.

Bario.

1126. Hasta el año de 1808 no llegó á descomponerse la barita aislando su metal. Este metal es sólido y semejante á la plata por su color; funde á un calor superior al rojo, pero no se volatiliza á una temperatura susceptible de fundir el vidrio. Espuesto al aire absorve el oxígeno y se empaña. Echándolo sobre el agua se precipita al fondo del vaso con mucha ligereza, de donde puede inferirse que es cuatro ó cinco veces mas pesado que este líquido. Tiene la propiedad de descomponer el agua con grande energía, se apodera del oxígeno, y el hidrógeno queda en libertad.

El bario es muy difícil de obtener. M. Davy ha conseguido aislarlo haciendo con la barita una pequeña cápsula, humedeciéndola y poniendo en su interior un glóbulo de mercurio, colocando en seguida la cápsula sobre una placa metálica, y poniendo en contacto con el mercurio el hilo negativo de una pila en actividad, y el positivo con la placa metálica. El oxígeno de la barita se dirige al polo positivo, y el bario al negativo, á donde forma una aleacion con el mercurio. Mas para obtener una aleacion rica en bario es necesario prolongar por mucho tiempo el esperimento. Esta aleacion se introduce en una pequeña retorta con aceite de napta; se destila por la accion del fuego, el aceite al evaporizarse desaloja el

aire, y bien pronto el mercurio se volatiliza tambien dejando el bario por resíduo.

Oxido de bario (barita).

1127. La barita es una sustancia porosa, de un color blanco gris, cáustica, enverdece con fuerza el jarabe de violetas, enrojece el color de la curcuma, etc. Este óxido no se altera por el calor; espuesto al aire absorve el ácido carbónico y la humedad, pasando al estado de hidrato y carbonato. Su color cambia á medida que se combina con el agua y con el ácido carbónico del aire, pasando del gris al blanco. El agua á la temperatura ordinaria disuelve 1/20 de su peso, de barita, y 1/10 á la temperatura de 100°: la disolucion al enfriarse deja depositar cristales.

La barita no existe en la naturaleza sino combinada con el ácido carbónico y con el ácido sulfúrico, y de estas combinaciones es de donde se estrae trasformándolas en nitrato y calcinando este en una retorta de barro ó en un crisol de platino.

Segun el analísis del sulfato, la barita estará formada de

1 át. bario.....=856,93	ó bien	89,55
1 át. oxígeno.....=100		10,45
1 át. protóxido....=956,93		100,00

En los laboratorios se hace uso de esta sustencia como reactivo.

Hidrato de barita.

1128. Vertiendo agua sobre la barita pura, esta se apodera con tanta fuerza de este líquido, que se pone candente; hay un gran desprendimiento de calor, y se forma un hidrato de barita muy pesado, compacto y cáustico. Este hidrato absorve lentamente el ácido carbónico del aire; entra en fusion á una temperatura inferior á la del grado rojo, sin esperimentar ninguna alteracion.

Para obtener esta sal se pone la barita en un crisol de platino ó de plata, y se añade agua hasta formar una papilla, se calienta para espulsar el esceso de agua, y cuando el hidrato está en fusion se vierte en una cápsula de plata, y en seguida se introduce en un frasco de tapon esmerilado.

Su composicion es de

1 át. barita.....	= 956,93	ó bien	89,49
2 át. agua.....	= 112,48		10,51
1 át. hidrato fundido.	=1069,41		100,00

1129. La disolucion de barita que se emplea con frecuencia en los laboratorios de química se obtiene disolviendo en el agua caliente el hidrato de barita, ó la misma barita, filtrando despues el licor, y recibiéndolo en un frasco esmerilado donde se conserva. Cuando la disolucion está saturada, se depositan por el enfriamiento prismas exagonales, terminados en sus dos estremos por una pirámide tetraédrica, y muchas veces se unen los unos á los otros, imitando á una hoja de helecho.

Parece que estos cristales estan formados de 37 de agua y de 53 de barita; en números atómicos estarán formados de

1 át. barita.....	= 956,93	ó bien	62,99
10 át. agua.....	= 562,40		37,01
1 át. hidrato cristalizado.	= 1519,33		100,00

El agua de barita es acre y cáustica; enrojece la tintura de curcuma, enverdece el jarabe de violetas, etc. Espuesta al aire absorve poco á poco el ácido carbónico y se cubre de una película blanca de carbonato.

Bi-óxido de bario.

1130. Cuando se calienta la barita en el gas oxígeno absorve con mucha rapidez á este gas, y mientras se verifica la combinacion, la barita se presenta un poco candente. El óxido de bario tiene un poco sabor; su color es gris blanco; puesto en contacto con el agua fria forma un hidrato insoluble. A la temperatura de 100° este hidrato abandona su esceso de oxígeno, y se trasforma en protóxido de bario que se disuelve en el agua. Calentando el bi-óxido en el gas hidrógeno absorve á este gas con una viva incandescencia produciendo llamas verdosas: el bi-óxido se trasforma en barita produciéndose al mismo tiempo agua que queda unida á la barita.

Su formacion es de

1 át. bario.....	= 856,93	ó bien	81,08
2 át. oxígeno...	= 200,00		18,92
1 át. bi-óxido .	=1056,93		100,00

El bi-óxido de bario se emplea para la preparacion del agua oxigenada.

Cloruro de bario.

1131. El cloruro de bario ha sido conocido hace mucho tiempo bajo el nombre de *Muriato de bario.* Este compuesto tiene un sabor acre, picante y muy desagradable. Es un veneno como todos los compuestos de barita. Su pesantez específica es de 2,825; 100 partes de agua disuelven 34,86 á 15°,64 y 59,58 partes á 105°,48. Cristaliza en prismas de cuatro caras. Estos cristales son inalterables por el aire; espuestos á la accion del calor decrepitan y se funden á una temperatura muy elevada.

1132. Muchos son los procedimientos que pueden emplearse para obtener este compuesto; pero siendo el carbonato natural bastante abundante, el mas corto consiste en descomponer esta sal por el ácido hidro-clórico; no obstante se estrae con bastante frecuencia del sulfato. Para esto se toma una parte de sulfato de barita y otra de cloruro de calcio; ambos se reducen á polvo y se hace con ellos una mezcla de la cual se llena un crisol de Hesse; se enloda bien su tapa y se espone durante una hora á la accion del fuego en un horno de reververo. Estos dos cuerpos se funden y descomponen mútuamente. Cuando el crisol se ha enfriado se rompe, se reune la masa y se echa en una vacía llena de agua hirviendo; se

agita bien y se filtra con prontitud. En seguida se evapora el líquido y se obtiene el cloruro de bario, que se deposita en cristales, mientras que el cloruro de calcio sin descomponer queda en disolucion.

Es necesario no dejar la mezcla demasiado tiempo en contacto con el agua, porque todo el sulfato de barita se volveria á componer.

Puede tambien obtenerse esta sustancia por el procedimiento que indicaremos para obtener el nitrato : entonces en vez de emplear el ácido nítrico para descomponer el sulfuro de bario, se hace uso del ácido hidro-clórico.

La composicion de este cloruro es

1 át. bario.....	= 856,93	ó bien	65,94
2 át. cloro.....	= 442,64		34,06
1 át. cloruro...	=1299,57		100,00

Se hace uso de este cloruro para reconocer la presencia del ácido sulfúrico libre ó combinado.

Bromuro de bario.

1133. El bromuro de bario puede obtenerse bien sea agitando el hidrato de barita con una disolucion etérea de bromo, bien combinando directamente la barita con el ácido hidro-brómico. Este bromuro es fusible, muy soluble en el agua, tambien se disuelve en el alcohol y cristalizan en forma de masas mamilares opacas. Su composicion es de

1 át. bario.....	= 856,93	ó bien	47,98
1 át. bromo.....	= 932,80		52,02
1 át. bromuro.....	=1789,73		100,00

Ioduro de bario.

1134. Cuando se hace pasar sobre la barita gas ácido hidro-iódico enfriado á 20° bajo cero, la barita se pone candente y hay una formacion abundante de agua. Es evidente que la barita y el ácido se descomponen uno y otro, y que se forma agua y un ioduro de bario.

Este ioduro es muy soluble en el agua; es un poco delicuescente; cristaliza en agujas finas que tienen el aspecto del cloruro de estroncio: se descompone poco á poco al aire, y origina un poli-ioduro y un carbonato de barita. No se funde al grado de calor rojo, y si á esta temperatura se dirige sobre él una corriente de oxígeno, aparecen los vapores de iodo, y la materia se vuelve alcalína: esto prueba que el bario tiene mas afinidad con el oxígeno que con el iodo.

El ioduro de bario puede obtenerse fácilmente disolviendo la barita en el ácido hidro-iódico y calentando hasta el grado rojo el ioduro formado, ó bien haciendo uso de los procedimientos indicados para el ioduro de potasio.

Este cuerpo está compuesto de

1 át. bario.....	= 856,93	ó bien	35,35
2 át. iodo.....	=1566,70		64,65
1 át. ioduro....	=2423,63		100,00

Fluoruro de bario.

1135. Este cuerpo no ha sido el objeto de las investigaciones de los químicos, por consecuencia nada sabemos de particular sobre sus propiedades.

Sulfuro de bario.

1136. El sulfuro de bario cristaliza en láminas blancas, suaves y ordinariamente semejantes á las escamas; su sabor es acre y sulfuroso; es mas soluble en el agua caliente que en la fria; puede disolver una gran cantidad de azufre y formar poli-sulfuros; espuesto al aire se trasforma en hipo-sulfito de barita.

Para obtener este sulfuro se toma el sulfato de barita mas puro posible, y despues de pulverizado y pasado por tamiz se mezcla con la sesta parte de su peso de carbon; con esta mezcla se llena casi enteramente un crisol de tierra, se cubre con una tapadera, y se espone durante dos horas á la accion de un fuego violento; al cabo de este tiempo el sulfato se halla convertido en sulfuro de bario. Para purificarle y separarle del carbon con el cual se halla mezclado, se le hace hervir con 8 ó 10 veces su peso de agua, se filtra el licor cuando todavia se halla caliente, y produce por el enfriamiento cristales que se desecan comprimiéndolos entre el papel de filtro.

Su composicion es

1 át. bario....	= 856,93	ó bien	80,98
1 át. azufre...	= 201,16		19,02
1 át. sulfuro..	= 1058,09		100,00

Sales de barita.

1137. La mayor parte de las sales de barita son insolubles en el agua; son blancas ó trasparentes, y en general afectan la forma cristalina.

Las sales de barita solubles en el agua se precipitan por el sulfato de estronciana en disolucion, y el precipitado que es blanco y pulverulento no se disuelve en el ácido nítrico.

La mayor parte de las sales de barita son venenosas.

Clorato de barita.

1138. Este compuesto tiene un sabor acre; cristaliza en prismas cuadrados terminados por una superficie oblícua y algunas veces perpendicular al eje del cristal; se disuelve en cuatro partes de agua á 10° y en mucha menor cantidad de agua hirviendo. Espuesto á la accion del fuego deja desprender segun Vanquelin, oxígeno y cloro, y se forma un cloruro de bario y barita.

El clorato de barita se obtiene combinando el ácido clórico con la barita, y está formado de

1 át. barita.....	= 956,93	ó bien	50,38
1 át. ácido clórico.	= 942,64		49,62
1 át. clorato.....	= 1899,57		100,00

Iodato de barita.

1139. Esta sal no se estiende sobre los carbones encendidos; es inalterable al aire y poco soluble; 100 partes de agua disuelven 0,03 á 18° y 0,06 á 180°. Su poca solubilidad permite que se pueda obtener por doble descomposicion. Tambien se estrae poniendo el iodo en contacto con el agua de barita. Entonces se forma ioduro de bario soluble, y se precipita un polvo blanco que es el iodato de barita. Para purificarle se lava sobre un filtro. Su desecacion no se verifica completamente por un calor de 100°. Espuesto en una retorta á la accion del fuego, deja desprender oxígeno y iodo quedando en la retorta por resíduo la barita.

Esta sal está formada de

1 át. barita.....	= 956,93	ó bien	31,65
1 át. ácido iódico.....	=2066,70		68,35
1 át. iodato.....	=3023,63		100,00

Sulfato de barita.

1140. Esta sal conocida de los antiguos bajo el nombre de *espato pesado*, es blanca, insoluble en el agua, y por consecuencia insípida. El ácido sulfúrico forma un precipitado en las sales de barita, aun cuando la disolucion no contenga sino 1/20,000 de esta sal; el precipitado es insoluble en el ácido nítrico. Sin embargo, el sulfato de barita es soluble en el ácido sulfúrico concentrado, y el agua precipita esta disolucion. Este sulfato no se funde sino á una tempera-

tura muy elevada. Formando una pasta compuesta de harina y sulfato de barita y calentándola hasta el grado rojo, se obtiene un producto que luce en la oscuridad: este es el fósforo de Bolonia.

El sulfato de barita se encuentra en cantidad considerable en la naturaleza, ya en forma de riñones, en estalictitas, en masas fibrosas, laminares, granosas ó compactas, ya en especie de tablas rectangulares biseladas por los bordes, y algunas veces en octaedros cuaciformes. Su pesante específica es 4,08.

Está formado este sulfato de

2 át. barita.....	= 956,93	ó bien	65,63
1 át. ácido sulfúrico.	= 501,16		34,37
1 át. sulfato.....	=1458,09		100,00

Esta sal se emplea como fundente en las fundiciones de cobre de Birminghan. En los laboratorios se estrae de este sulfato la barita y todos sus compuestos.

Sulfito de barita.

1141. El sulfito de barita es insoluble en el agua. Se prepara vertiendo una disolucion de un sulfito soluble en una disolucion de sal de barita. Esta sal espuesta mucho tiempo al aire se trasforma en sulfato. Esponiéndola á un calor fuerte deja desprender parte del azufre y se trasforma igualmente en sulfato. Este está formado de

1 át. barita.....	= 956,93	ó bien	70,46
1 át. ácido sulfuroso.	= 401,16		29,54
1 át. sulfito.....	=1358,09		100,00

Hipo-sulfato de barita.

1142. Esta sal exige para disolverse cuatro partes de agua á 18°, pero de agua hirviendo basta 1,1 para disolver esta sal. Es insoluble en el alcohol ; su sabor es astringente y amargo ; su disolucion no se altera ni por el cloro ni por el aire: el ácido sulfúrico precipita de repente la barita ; sus cristales espuestos al fuego decrepitan fuertemente.

Esta sal está compuesta de

1 át. barita.....	= 956,93	ó bien	51,47	100
1 át. ácido.....	= 902,32		48,53	
1 át. hipo-sulfato.....	=1859,25	ó bien	89,21	100
4 át. agua.....	= 224,96		10,79	
1 át. hipo-sulfato cristalizado.	=2084,21			

Cuando se hace cristalizar el hipo-sulfato de barita por evaporacion espontánea , retiene 8 átomos de agua de cristalizacion. Entonces cristaliza en prismas cuadrangulares, oblicuos, terminados por cuatro caras. Estos prismas son eflorescentes y pierden al aire 4 átomos de agua.

Selenito de barita.

1143. El selenito de barita es insoluble en el agua, pul-

verulento, no cambia de color el papel del tornasol humedecido; no se funde á un calor susceptible de fundir el vidrio; no parece contener agua de cristalizacion.

Se obtiene este selenito precipitando el cloruro de bario por un selenito soluble.

Este compuesto está formado de

1 át. barita...	= 956,93	ó bien	57,9
2 át. ácido....	= 694,60		42,1
1 át. selenito.	=1651,53		100,0

Bi-selenito de barita.

1144. El bi-selenito se forma cuando se disuelve el carbonato de barita en el ácido selenioso, hasta que haya cesado la efervescencia. Si se evapora la disolucion cristaliza el bi-selenito en forma de granos redondos, traslucientes, y cuya superficie está algunas veces pulimentada. Quebrando estos granos se advierte que estan compuestos de rayos concéntricos.

Segun M. Berzelius esta sal está compuesta de

1 át. barita.....	= 956,93	ó bien	40,74
4 át. ácido.....	=1389,20		59,26
1 át. bi-selenito.	=2346,13		100,00

Fosfato de barita.

1145. Parece segun M. Berzelius que el ácido fosfórico

se combina en tres proporciones con la barita, y forma un fosfato, un sesqui-fosfato y un bi-fosfato. Nos limitaremos á decir algunas palabras sobre el primero.

El fosfato de barita es blanco, pulverulento, insípido, insoluble en el agua; pero si se añade ácido fosfórico, nítrico ó hidro-clórico, pasa al estado de bi-fosfato que es soluble.

Esta sal se prepara vertiendo una disolucion de fosfato neutro de amoniaco en otra disolucion igualmente neutra de cloruro de bario. El precipitado que se forma se lava en una gran cantidad de agua, se recoge, se seca y se calienta en un crisol hasta enrojecerle.

Su composicion es la siguiente:

2 át. barita.....	=1713,86	ó bien	68,20
1 át. ácido fosfórico.	= 892,30		31,80
1 át. fosfato.....	=2606,16		100,00

Fosfito de barita.

1146. Esta sal es poco soluble y puede cristalizar. Se obtiene fácilmente por doble descomposicion. Está formada de un átomo de barita, un átomo de ácido y dos átomos de agua; de suerte que esponiéndola al calor rojo se trasforma en fosfato neutro y en hidrógeno casi puro, ó cuando mas un poco mezclado con hidrógeno fosforado.

Hipo-fosfito de barita.

1147. Esta sal es muy soluble y cristaliza con dificultad. Cuando se la evapora en el vacío contiene dos veces mas

agua de cristalizacion que cuando se hace su evaporacion por el fuego. En el primer caso contiene lo menos 3 átomos de agua. Calentándola en vasos cerrados produce un fosfato neutro y gas hidrógeno fosforado; calentándola al contacto del aire ó bien tratándola por el ácido nítrico resulta un bi-fosfato.

Estos caracteres pertenecen al hipo-fosfito obtenido por medio de la barita, el agua y el fósforo. Esta sal concentrada por el calor produce cristales flexibles de un brillo negro; decrepitan á un calor débil, y son insolubles en el alcohol.

Arseniato de barita.

1148. El arseniato de barita es insoluble en el agua. Puede obtenerse vertiendo una disolucion de arseniato de sosa ó de potasa en una disolucion de cloruro de bario, y lavando bien el precipitado. Por la adicion de un ácido un poco fuerte podria sin embargo hacerse soluble el arseniato de barita; porque en tal caso se formaria un bi-arseniato que es soluble. El arseniato de barita está compuesto de

2 át. barita.	=1713,86	ó bien	57,05
1 át. ácido arsénico.	=1440,70		42,95
1 át. arseniato... ...	=3154,56		100,00

Arsenito de barita.

1149. Esta sal es insoluble. Se obtiene en polvo blanco por doble descomposicion, y está compuesta de

2 át. barita.....	=1713,86	ó bien	43,54
1 át. ácido arsenioso.	=1240,70		56,46
1 át. arsenito.....	=2954,56		100,00

Nitrato de barita.

1150. Los cristales de este nitrato son octaedros regulares, que muchas veces adhieren unos á otros en forma de estrellas; estos cristales no contienen agua de cristalizacion. 100 partes de agua disuelven 5 partes á acero, y 35,18 partes á 101°,65. Esta sal es inalterable al aire: espuesta al fuego decrepita, entra en fusion al calor rojo, se descompone y produce gas oxígeno, gas azoe, ácido nitroso y barita en masa porosa.

Se prepara ordinariamente disolviendo el carbonato natural en el ácido nítrico, ó descomponiendo por el mismo ácido dilatado en agua el sulfuro de bario disuelto. Como operando por el segundo procedimiento se desprende mucho hidrógeno sulfurado, es preciso tomar la precaucion de preparar esta sal fuera del laboratorio, y de inflamar el gas á medida que se desprende. Cuando la descomposicion del sulfuro ha terminado se filtra el licor y se evapora convenientemente para que el nitrato pueda cristalizar por el enfriamiento. Ordinariamente se deposita en cristales muy blancos. La evaporacion puede hacerse en una vacía de fundicion con tal que se tenga la precaucion de mantener el licor alcalino por la adicion de un poco de barita. Su composicion es

1 át. barita.....	= 956,93	ó bien	85,56
1 át. ácido nítrico.	= 677,02		14,44
1 át. nitrato.....	=1633,95		100,00

El nitrato de barita solo se usa para estraer la barita.

Hipo-azotito de barita.

1151. Esta sal ha sido examinada por M. Hermann Hess. Es soluble y cristaliza como el nitrato de barita. Retiene con tanta fuerza el agua de cristalizacion que no se la puede privar de ella por el calor. Es insoluble en el alcohol.

Se obtiene calentando el nitrato de barita hasta que deje de desprenderse ácido nitroso. Esta sal esta compuesta de

1 át. barita.....	= 956,93	ó bien	61,47
2 át. deutóxido de azoe.....	= 377,02		24,07
4 át. agua.....	= 224,96		14,46
1 át. hipo-azotito cristalizado.	=1558,91		100,00

Carbonato de barita.

1152. Esta sal se encuentra en la naturaleza; es por lo comun trasluciente; su color es gris amarillento. Se encuentra en Inglaterra, en Anglesarck, enel Hanckshire bajo la forma de masas irradiadas en lo interior; cerca de Neuberg, en la Haute-Styrie y en algunos otros lugares; pero en general es bastante raro. Su pesantez específica es de 4,33. El carbona-

to de barita producido artificialmente es blanco, sin sabor, aunque sin embargo es un veneno. Apenas se disuelve en el agua fria ó hirviendo. En el agua cargada de acido carbónico se disuelve con mayor facilidad; en esta disposicion puede el agua disolver los 0,0012 de su peso. Este es uno de los cuatro carbonatos que no se descomponen por el calor.

Su composicion es

1 át. barita.....	= 956,93	ó bien	77,66
2 át. ácido carbónico.	= 275,33		22,34
1 át. carbonato.....	=1232,26		100,00

CAPITULO V.

ESTRONCIO.—OXIDOS.—CLORURO.—IODURO.—SULFURO DE ESTRONCIO.—SALES DE ESTRONCIANA FORMADAS POR LOS ÁCIDOS MINERALES NO METÁLICOS.

El estroncio tiene mucha semejanza en sus propiedades con el bario, y se obtiene de la misma manera.

El descubrimiento de la estronciana no es muy antiguo. Crawford, médico escocés, que estudiaba la accion de las sales de barita sobre la economía animal la descubrió en 1790. Habiendo ensayado el pretendido carbonato de barita de *estronciana* observó unas diferencias muy caracterizadas entre el cloruro que provenia de éste, y el verdadero cloruro de bario. Mas adelante Hope, Klaproth y Pelletier pusieron fuera de duda la existencia de este nuevo cuerpo.

Oxido de estroncio. (Estronciana).

1153. El protóxido de estroncio tiene las mismas propiedades que el protóxido de bario; como él, se presenta en masa porosa de un color gris blanquecino; es menos cáustico; pero se distingue en que al calentarlo en el gas oxígeno no absorve nada de este gas. No se puede obtener el deutóxido de estronciana, sino por medio del agua oxigenada. La estronciana esta formada de

1 át. estroncio.	=547,30	ó bien	84,55
1 át. oxígeno..	=100,00		15,45
1 át. protóxido.	=647,30		100,00

Hidrato de estronciana.

1154. Si se vierte agua sobre la estronciana hay un gran desprendimiento de calor; el agua se combina con el óxido y forma un hidrato que posee con algunas cortas diferencias las mismas propiedades que el hidrato de barita. El hidrato de estronciana está formado de

1 át. estronciana.....	=647,30	ó bien	85,21
1 át. agua.....	=112,48		14,79
1 át hidrato fundido.....	=759,78		100,00

Por otra parte el agua fria disuelve 1/40 de su peso de estronciana, y el agua caliente disuelve 1/20 parte, asi cuan-

do está saturada deja depositar por el enfriamiento una porcion de cristales bajo la forma de láminas delgadas cuyos bordes están terminados por dos facetas que se reunen y forman un ángulo agudo. Algunas veces los cristales son cúbicos. Parece que estan formados de 68 de agua y de 32 de estronciana.

Se tienen, pues, para la composicion del sobre hidrato de estronciana los resultados stguientes:

1 át. estronciana.....	= 647,30	ó bien	67,62
24 át. agua.....	=1349,76		32,38
1 at. hidrato cristalizado.	=1997,06		100,00

Bi-óxido de estroncio.

1155. El bi-óxido de estroncio se obtiene, pero en el estado de hidrato, vertiendo algunas gotas de agua oxigenada en una disolucion de estronciana; entonces se precipita bajo la forma de láminas blancas, brillantes y suaves. Este cuerpo está formado de

1 át. estroncio.	=547,30	ó bien	73,23
2 át. oxígeno..	=200,00		26,77
1 át. bi-óxido.	=747,30		100,00

Cloruro de estroncio.

1156. Cuando se calienta la estronciana en el cloro gaseoso, abandona su oxígeno y el metal se combina con el cloro.

Este cloruro es incoloro, su sabor es acre y penetrante; se disuelve en cerca de vez y media su peso de agua, á 15°, y en 4/5 de su peso de agua hirviendo. Para disolver una parte de este cloruro se necesitan 24 partes de alcohol puro á la temperatura 15°, y para la misma cantidad 19 partes de alcohol hirviendo. Dejando enfriar con lentitud la disolucion alcohólica, puede obtenerse el cloruro en hermosos cristales que tienen la forma de largas agujas y son prismas exaedros. Su disolucion alcohólica arde con una hermosa llama de color de púrpura: sus cristales no se alteran por el contacto del aire, á menos que este no se halle húmedo, y en este caso son un poco delicuescentes. Espuestos al fuego esperimentan la fusion acuosa, y despues la ignea. Este cloruro se obtiene bien sea disolviendo el carbonato natural de estronciana en el ácido hidro-clórico, bien por el procedimiento que hemos indicado para obtener el cloruro de bario.

Este cloruro se compone de

1 át. estroncio.	=547,30	ó bien	55,39
2 át. cloro.....	=442,64		44,61
1 át. cloruro...	=989,94		100,00

Ioduro de estroncio.

1157. El ioduro de estroncio es muy soluble en el agua, cristaliza en prismas muy finos, calentándole al abrigo del aire no se descompone; pero en contacto con el oxígeno bajo la influencia del calor deja desprender iodo, y pasa al estado de sub-ioduro de estronciana ó mas probablemente de sub-iodito.

El ioduro de estroncio se obtiene saturando la estronciana por el ácido hidro-iódico ó bien descomponiendo el ioduro de hierro por la estronciana. Su composicion es

1 át. estroncio.	= 547,30	ó bien	25,88
2 át. iodo.....	=1566,70		74,12
1 át. ioduro....	=2114,00		100,00

Sulfuro de estroncio.

1158. Las propiedades de este sulfuro son con poca diferencia las mismas que las del sulfuro de bario. Se prepara por el mismo procedimiento que este; pero es necesario algun cuidado para obtener este sulfuro sin mezcla de estronciana libre. Es preciso hacer con mucha atencion la mezcla de carbon y de sulfato de estronciana, y conducir la temperatura hasta el grado rojo blanco. Este sulfuro está compuesto de

1 át. estroncio.	=547,30	ó bien	73,13
1 át. azufre....	=201,16		26,87
1 át. sulfuro...	=748,46		100,00

Sales de estronciana.

1159. Estas sales se distinguen por la propiedad que tienen de comunicar un color rojo purpúreo á la llama del alcohol, y en general á la de todos los cuerpos en combustion; estas sales se precipitan de sus disoluciones por el sulfato de sosa como las sales de barita; pero se diferencian de estas

últimas en que el sulfato de estronciana que es un poco soluble, forma un ligero precipitado en las sales de barita, y no enturbia de ningun modo las sales de estronciana. Separando la base de la sal que se ensaya, y trasformándola en cloruro puede tambien distinguirse su naturaleza muy fácilmente, porque el cloruro de bario cristaliza siempre en láminas cuadradas, y el cloruro de estroncio en agujas largas. Este último caracter se puede apreciar aun por medio de una sola gota de disolucion que se haga evaporar sobre una lámina de vidrio.

Clorato de estronciana.

Esta sal es acre, delicuescente, muy soluble en el agua; cristaliza con mucha dificultad. Su preparacion es la misma que la del clorato de barita.

Iodato de estronciana.

Este compuesto tiene mucha analogía con el iodato de barita, y se prepara por el mismo procedimiento.

Sulfato de estronciana.

1160. Este sulfato se encuentra en la naturaleza en muchas localidades. En los alrededores de París, en Montmartre y en Menilmontant, se encuentra en masas compactas, y contiene cerca de 8 á 9 por 100 de carbonato de cal. En las Cíbenas, comarca del Lenguadoc se encuentra en masas fibrosas. Hace mucho tiempo que se conoce en las cercanías de Edimlourg y de Bristol; tambien se ha observado en Pensylvania. Pero los cristales mas hermosos de esta sal vienen de

Sicilia, donde se estraen de los valles de Noto y de Mazzara. El sulfato de estronciana está la mayor parte de las veces mezclado con un poco de sulfato de barita, asi como éste lo está casi siempre con el de estronciana. El sulfato de estronciana es, sin embargo, menos abundante que el de barita. Comunmente se encuentra cristalizado en prismas romboidales, cuya pesantez específica es de 4. Reducido á polvo, es blanco, insípido, soluble en 3840 veces su peso de agua hirviendo. Se asemeja mucho al sulfato de barita en la mayor parte de sus propiedades. Esta sal esta formada de

1 át. estronciana.....	= 647,30	ó bien	56,36
1 át. ácido sulfúrico.	= 501,16		43,64
1 át. sulfato.....	=1148,46		100,00

Hipo-sulfato de estronciana.

1161. Esta sal cristaliza en grandes tablas, cuya forma es el exágono regular con los bordes biselados. Se disuelve en 4,5 de agua á 16° y en 1,5 partes de agua hirviendo. No se altera por el contacto del aire; no es soluble en el alcohol, tiene un sabor amargo, y está formado de

1 át. estronciana.....	= 647,30	ó bien	41,77	100
1 át. ácido.....	= 902,32		58,23	
1 át. hipo- sulfato.....	=1549,62	ó bien	77,50	100
8 át. agua.....	= 449,92		22,50	
1 át. hipo-sulfato cristalizado	=1999,54			

Hipo-sulfito de estronciana.

1162. Cuando durante algunos dias se espone al contacto del aire una disolucion de sulfuro de estroncio se decolora completamente, y se deposita azufre y carbonato de estronciana. Separando este depósito por la filtracion, y evaporando el licor filtrado se obtienen unos hermosos cristales romboidales, trasparentes y un poco aplanados de hipo-sulfito de estronciana. Tambien se obtiene fácilmente esta sal haciendo pasar gas sulfuroso á una disolucion de sulfuro de estroncio.

Selenito de estronciana.

1163. El selenito neutro es insoluble, blanco, pulverulento. El bi-selenito se prepara disolviendo el bi-carbonato de estronciana en el ácido selénico líquido. Evaporando lentamente la disolucion no se depositan cristales; pero se obtiene un resíduo de un blanco lechoso que no se disuelve sino con mucha dificultad aun en el agua hirviendo. Este biselenito espuesto al fuego se liquida desde luego, y deja escapar su agua de cristalizacion; al mismo tiempo se ahueca formando una masa porosa, y si se continúa calentándole se desprende el esceso de acido.

Nitrato de estronciana.

1164. El nitrato de estronciana tiene un sabor picante; se disuelve en su propio peso de agua á la temperatura de 16°, y en la mitad de su peso de agua hirviendo. Cristaliza en octaedros y algunas veces en prismas irregulares. En el

primer caso contiene mucha menos agua de cristalizacion que en el segundo. Cuando está cristalizado en prismas puede formar cristales de un gran volúmen que se liquidan en su agua de cristalizacion por la accion del mas ligero calor. Este nitrato es insoluble en el alcohol, se eflorece al aire y se estiende sobre los carbones encendidos. Calentándole en un crisol decrepita suavemente, y se funde en seguida. Esponiéndole al calor rojo hierve con fuerza, se descompone, y produce gas oxígeno, gas azoe, gas ácido nitroso y la estronciana en masa porosa. Por este medio se obtiene la estronciana perfectamente pura. Puesta en contacto con los cuerpos en combustion comunica á la llama un color de púrpura.

Esta sal se prepara por el mismo procedimiento que el nitrato de barita; sin embargo, como el sulfato podria estar mezclado con el carbonato de cal, es preciso disolver primeramente el carbonato calcáreo por el ácido hidro-clórico, lavar y desecar el sulfato de estronciana restante. El nitrato de estronciana se emplea para teñir de color de púrpura la llama en los fuegos artificiales.

La composicion de este nitrato es de

1 át. estronciana..	= 647,30	ó bien	48,87
1 át. ácido nítrico.	= 677,02		51,13
1 át. nitrato.....	=1324,32		100,00

Fosfato de estronciana.

1165. Este fosfato se prepara del mismo modo que el de barita; es insípido, insoluble en el agua é inalterable al aire. El ácido sulfúrico le descompone. Este cuerpo está formado de

2 át. estronciana....	=1294,60	ó bien	59,20
1 át. ácido fosfórico.	= 892,30		40,80
1 át. fosfato.....	=2186,90		100,00

Hipo-fosfato de estronciana.

1166. Esta sal es muy soluble y cristaliza dificilmente. Sus caracteres son semejantes á los del hipo-fosfito de barita.

Fosfitos de estronciana.

1167. Este se parece mucho al de barita, pero por la accion del calor produce un fosfato mas coloreado y gas hidrógeno mas cargado de fósforo.

Carbonato de estronciana.

1168. Esta sal existe en la naturaleza; es la primera combinacion de estroncio que se ha conocido; ha sido descubierta en Stroncian y en Leadhills, en Escocia: tambien se encuentra cerca de Popayan, en el Perú. Se encuentra ordinariamente en masas estriadas convergentes; es trasluciente y tiene una tinta verdosa.

El carbonato de estronciana no tiene sabor, es inalterable al aire, y se disuelve en 1536 partes de agua hirviendo. Su peso específico es de 3,66. Calcinado en un crisol pierde una parte de su ácido; si se pulveriza y mezcla con polvos de carbon se descompondrá completamente por la accion del fuego.

Su composicion es de

1 át. estronciana.....	=647,30	ó bien	70,16
2 át. ácido carbónico.	=275,32		29,84
1 át. carbonato.....	=922,62		100,00

CAPITULO VI.

CALCIO. — OXIDOS. — CLORURO. — BROMURO. — IODURO. — FLUORURO. — SULFUROS. — SELENIUROS. — FOSFURO DE CALCIO. — SALES DE CAL FORMADAS POR LOS ÁCIDOS MINERALES NO METÁLICOS.

El calcio se obtiene por los mismos medios que el bario; pero es sumamente dificil el separar todo el mercurio de la amalgama obtenida. Sin embargo, M. H. Davy obtuvo un glóbulo, que si no estaba enteramente privado de mercurio, al menos era sólido, de un blanco de plata y estremadamente combustible. Espuesto al aire absorvia el oxígeno y reproducia la cal. La pesantez específica del calcio está comprendida entre 4 y 5. Calentándole al aire arde con una claridad muy viva.

Protóxido de calcio. (Cal).

1169. La cal es conocida de la antigüedad mas remota. Los antiguos la aplicaban en la medicina tambien para el abono de las tierras, y mas particularmente para hacer sus morteros.

La cal pura tiene un color blanco, es cáustica y destruye el tejido de las sustancias animales á que se aplica. Este

óxido enverdece con fuerza el jarabe de violetas, y enrojece la curcuma. Su pesantez específica es de 2,3. No se funde al fuego mas violento, ni aun por la concentracion de los rayos solares en las lentes mas poderosas. La cal está formada de

1 át. calcio...	=256,03	ó bien	71,91
1 át. oxígeno.	=100		28,09
1 át. cal.....	=356,03		100,00

La cal tiene una multitud de usos: se emplea para hacer cáustica la potasa y la sosa del comercio, para aumentar la causticidad de las lejías, para encalar el trigo, para estraer el amoniaco del hidro-clorato de amoniaco, etc. Mas adelante trataremos de su preparacion en grande, y de su empleo en el arte de edificar (1300).

Hidrato de cal.

1170. Si se vierte agua sobre la cal pura ó viva, esta agua es absorvida y desaparece; la cal se calienta, exhala vapor, se ahueca, se divide y se reduce á polvo muy fino. Si se echa nueva cantidad de agua sobre los pedazos que no estan enteramente divididos, es absorvida y se percibe un ruido semejante al que produce un hierro enrojecido que se introduce en el agua; al mismo tiempo se desprende nuevo vapor.

El calor que se produce en esta operacion se aprecia en mas de 300° centígrado. M. Palletier ha observado que cuando se apagan grandes cantidades de cal en un parage oscuro hay produccion de luz, y en estos últimos tiempos se ha he-

cho evidente que el desprendimiento de calor era suficiente para inflamar la pólvora.

Pesando la cal despues de haberse apagado se advierte que se halla con aumento de peso, lo cual es debido á que una parte del agua se ha combinado con la cal.

Este hidrato parece estar formado de

1 át. cal....	=356,03	ó bien	75,00
2 át. agua...	=112,48		25,00
1 át. hidrato.	=468,51		100,00

1171. *Agua de cal.*—El agua pura á la temperatura ordinaria puede disolver 1/770 de su peso de cal; el agua hirviendo disuelve mucha menor cantidad. La siguiente tabla indica segun M. Dalton las diferentes cantidades de cal y de hidrato de cal, disueltas por el agua á diversas temperaturas.

Agua á	Disuelve de cal viva.	Disuelve de hidrato de cal.
15°, 5 centígrados...	1/778.....	1/384
50°.....	1/972.....	1/729
100°.....	1/1270.....	1/952

La disolucion de cal en el agua es limpia, de un sabor acre, y enverdece los colores azules de los vegetales.

Cuando se quiere hacer agua de cal en los laboratorios se pone en un gran frasco agua pura é hidrato de cal, se cierra bien, se agita y deja depositar la cal que se halla en suspension; cuando el agua se encuentra trasparente, se decanta y conserva en un frasco bien tapado. Cuando el agua de cal se halla espuesta al aire se forma á su superficie una

capa de carbonato de cal. Si se rompe esta capa se forma una segunda, y asi sucesivamente hasta que el agua se halla enteramente privada de cal.

El hidrato de cal puede cristalizarse introduciendo una cápsula llena de agua de cal al lado de otra llena de ácido sulfúrico, bajo el recipiente de una máquina neumática y haciendo el vacío mas perfecto posible; el agua se evapora y el hidrato de cal cristaliza en pequeños prismas exaedros, regulares, cortados perpendicularmente á su eje.

El hidrato y el agua de cal se emplea en las fábricas de curtido para hinchar las pieles. Los fabricantes y refinadores de azúcar se sirven de ella para facilitar la desecacion de los jarabes.

Bi-óxido de calcio.

Las propiedades y preparacion del bi-óxido de calcio son las mismas que la del bi-óxido de estroncio. Su composicion es

1 át. calcio....	=256,03	ó bien	56,14
2 át. oxígeno .	=200,00		43,86
1 át. bi-óxido.	=456,03		100,00

Cloruro de calcio.

1172. Calentando la cal hasta el calor rojo en un tubo de porcelana, por el cual se haga pasar una corriente de cloro seco, se desprende un volúmen de oxígeno igual á la mitad del cloro absorvido, y se forma el cloruro de calcio.

Este compuesto es acre, muy picante y amargo. Espuesto á la accion del aire atrae la humedad de la atmósfera con

prontitud; se disuelve en la mitad de su peso de agua á 0°, y en la cuarta parte á 15°; en fin, es mucho mas soluble en el agua á 50° ó á 60°. Estos cristales son prismas largos de seis caras estraidas, y terminados por pirámides muy agudas. Espuesto al fuego esperimenta sucesivamente la fusion acuosa, y despues la ignea. Es igualmente muy soluble en el alcohol, y el calor que se produce por la disolucion es bastante fuerte para hacer hervir el alcohol.

El cloruro de calcio existe en las aguas de algunas fuentes y en los materiales salitrosos; pero como se encuentra mezclado con el cloruro de sodio y de magnesio, es dificil separarlo de estos. Para obtenerlo se trata el carbonato de cal por el ácido hidro-clórico, en seguida se hace evaporar el licor, y despues se calcina para fundir el cloruro y pasarlo á unos vasos de cobre; se solidifica por el enfriamiento, se quiebra en pedazos y se conserva en vasos bien tapados.

Este cloruro se estrae en grande de los resíduos que deja la destilacion de la sal amoniaco con la cal. Estos resíduos estan formados de cloruro de calcio y de cal. Para separarlo de esta, basta disolverlo y evaporar la disolucion como acabamos de esplicar.

La composicion del cloruro de calcio es

1 át. calcio...	=256,03	ó bien	36,65
1 át. cloro. ..	=442,64		63,35
1 át. cloruro.	=698,67		100,00

El cloruro de calcio se emplea para desecar los gases, y cuando está hidratado para producir los frios artificiales.

Bromuro de calcio.

1173. Este compuesto cristaliza en agujas prismáticas; es muy soluble en el agua y en el alcohol, y aun es muy delicuescente. Su sabor es análogo al del cloruro de calcio. Espuesto al fuego entra en fusion y desprende un olor bastante análogo al del bromo; parece que se descompone en parte, sin duda por la presencia del aire. Su composicion es

1 át. calcio....	= 256,03	ó bien	21,53
2 át. bromo. ..	= 932,80		78,47
1 át. bromuro.	=1188,83		100,00

Ioduro de calcio.

1174. El ioduro de calcio se obtiene combinando el ácido hidro-iódico con la cal, y calcinando fuertemente al abrigo del aire el compuesto formado por esta combinacion; tambien puede estraerse por el ioduro de hierro y la cal. Este ioduro es delicuescente y muy soluble en el agua. Cuando se hace pasar el vapor de iodo sobre la cal elevada hasta el grado rojo, no hay desprendimiento de oxígeno; esto prueba que el calcio tiene mas afinidad con el oxígeno que con el iodo. Este ioduro está formado de

1 át. calcio..	= 256,03	ó bien	14,04
2 át. iodo. ..	=1566,70		85,96
1 át. ioduro.	=1822,73		100,00

Fluoruro de calcio.

1175. El fluoruro de calcio existe con abundancia en la naturaleza. Se encuentra las mas veces en hermosos cristales cúbicos, ordinariamente de color de violeta, verdes ó amarillos; se encuentra en los filones minerales, y particularmente en los de plomo y estaño. Algunas veces constituye por sí solo pequeños filones. Suele encontrarse, aunque esto no es frecuente, en pequeños depósitos compactos; pero lo mas comun es el que se halle en masas formadas por cristales entrelazados unos con otros.

Las minas de plomo de Inglaterra contienen una gran cantidad de esta sustancia; en Francia abunda mucho en los departamentos del Allier y del Puy-de-Dôme.

El fluoruro de calcio es insípido, insoluble en el agua é inalterable al aire. Su pesantez específica es de 3,15. Calentándole en un crisol decrepita y se rodea de una aureola luminosa, de color verde ó violeta subido, segun el grado de temperatura.

Su composicion es de

1 át. calcio. ..	=256,03	ó bien	52,27
2 át. fluor.....	=233,80		47,73
1 át. fluoruro.	=489,83		100,00

Del fluoruro de calcio se forman en los laboratorios todos los compuestos de fluor, y en algunas esplotaciones metalúrgicas sirve de fundente.

Sulfuro de calcio.

1176. Este compuesto se produce haciendo una mezcla de sulfato de cal y de carbon, y calcinándola fuertemente como hemos indicado para el sulfuro de bario. Tambien se produce haciendo pasar una corriente de gas ácido hidro-sulfúrico por una cantidad de agua que tenga cal en suspension. El sulfato se disuelve á medida que se produce; la disolucion no tiene color; es de un sabor acre y amargo. No se ha practicado ningun ensayo para obtenerlo en cristales: sus propiedades son análogas á las del sulfuro de potasio.

Puesto que el sulfato de cal se trasforma en sulfuro de calcio, perdiendo el oxígeno de su ácido y de su base, el sulfuro debe estar compuesto de

1 át. calcio.	=256,03	ó bien	56,02
1 át. azufre.	=201,16		43,98
1 át. sulfuro.	=457,19		100,00

Haciendo hervir durante una hora 3 partes de cal apagada, 1 parte de azufre en flores y 20 partes de agua, se obtiene una disolucion de color amarillo naranja que decantada y fria deja precipitar cristales de bi-sulfuro de calcio hidratado. Estos cristales son prismas tetraedros prolongados y terminados por vértices diedros. Su color es de naranja, son muy solubles en el agua y pierden la facultad de cristalizar cuando la disolucion no contiene en suspension algun cuerpo en polvo fino. Su sabor es acre, amargo y sulfuroso; se deseca en el vacío privado de humedad.

Seleniuro de calcio.

1177. El seleniuro de calcio no se ha obtenido en el estado de sequedad ; se prepara haciendo pasar una corriente de gas ácido hidro-selénico al través de una disolucion de cal. El licor es incoloro ; pero en breve toma un color rojo amarillo, aun cuando esté bien cerrado en un frasco.

Fosfuro de calcio.

1178. Haciendo pasar vapor de fósforo sobre la cal , colocada en un tubo de vidrio dispuesto horizontalmente sobre la regilla de un horno , y calentándole hasta el grado rojo , ó al poco mas ó menos, hasta el punto en que el vidrio empiece á reblandecerse, el fósforo se combina con la cal, produciendo un desarrollo de calor y luz. El compuesto que resulta tiene un color semejante al de la amatista , un poco claro, pero bastante vivo. Este fosfuro se pulveriza fácilmente, pero siempre es mucho mas duro que la cal empleada; jamás presenta brillo metálico. Está compuesto de

1 át. fósforo....=196,15	ó bien	35,52	100
1 át. cal.....=356,03		64,48	

Sin embargo, juzgamos que este no es un fosfuro de óxido , sino mas bien una mezcla de fosfato y de fosfuro metálico, porque podemos representarle como una mezcla de 1 átomo de fosfato neutro de cal y de 5 átomos de fosfuro de calcio, en cuyo caso el fosfuro de calcio estará formado de

1 át. calcio..	=256,03	ó bien	56,64
1 át fósforo.	=196,15		43,36
1 át. fosfuro.	=452,18		100,00

Esta última hipótesi conviene con la accion que ejerce el cloro sobre este compuesto. Esta accion es debil en frio; pero en caliente, el fósforo se descompone con una débil incandescencia. Los productos de esta descomposicion son cloruro de fósforo, cloruro de calcio y fosfato de cal. Estos dos últimos cuerpos se encuentran en el residuo, precisamente en la misma relacion que indica el cálculo.

El calor ejerce sobre la mezcla de fosfuro de calcio y de fosfato de cal, una accion singular; esta consiste en desalojar al fósforo y reproducir la cal. El agua puesta en contacto sobre el fósfuro de calcio, reacciona sobre el y produce hidrógeno perfosforado é hidrógeno en la relacion de 86 á 14 en volúmen, originando al mismo tiempo un hipo-fosfito: el fosfato de cal queda sin alteracion.

Sales de cal.

1179. Estas sales tienen en general un sabor amargo y picante, análogo al de las sales de barita. Coloran en rojo la llama del alcohol, como las sales de estronciana. Las sales de cal se distinguen fácilmente por medio de los caractéres siguientes.

Vertiendo el oxalato de amoniaco en una disolucion muy dilatada de una sal calcárea, forma un precipitado de oxalato de cal. El ácido oxálico se apodera de la cal del ácido sulfúrico.

El sulfato de sosa precipita las sales de cal, como las de barita y de estronciana; pero se distinguen de estas últimas en que el sulfato de cal en disolucion forma un precipitado con las sales de estronciana, y con mayor razon en las de barita, mientras que con las de cal no produce precipitado ninguno.

Clorato de cal.

1180. Esta sal es muy delicuescente, muy soluble en el agua, y cristaliza con mucha dificultad. El alcohol se disuelve en gran cantidad. Tiene un sabor acre y amargo y cuando se le deja fundir sobre la lengua, produce una fuerte sensacion de frio. Se obtiene combinando la cal con el ácido clórico, y está formado de

1 át. cal.....=	356,03	ó bien	27,41
1 át. ácido...=	942,64		72,59
1 át. clorato.=	1298,67		100,00

Ioduro de cal.

1181. Esta sal se prepara directamente combinando el ácido iódico con la cal, ó mezclando una sal de base de cal con el iodato de potasa: por esta reaccion se deposita el iodato de cal; 100 partes de agua á 100° disuelven 0,98 y á la temperatura de 18° disuelven 0,22 partes. Su composicion es

1 át. cal....=	356,03	ó bien	14,70
1 át. ácido..=	2066,70		85,30
1 át. iodato.=	2422,73		100,00

Clorito de cal.

1182. Este compuesto, es el cloruro de cal del comercio. Mas adelante destinaremos un capítulo particular para esta sustancia, en el que reuniremos su historia á la de los cloritos de potasa, de sosa y de magnesia.

Sulfato de cal.

1183. El sulfato de cal existe en gran cantidad en la naturaleza; se encuentra en el estado anhidro y en el de hidrato.

El sulfato de cal anhidro solo se encuentra en los terrenos intermedios, y en las primeras capas de los terrenos secundarios. Existe en masas de una estructura laminar, ó en cristales cuya forma primitiva es un prisma recto, tiene dos de sus caras mas largas que las otras dos. Su dureza es al poco mas ó menos la misma que la del carbonato de cal cristalizado. Su pesantez específica es de 2,964. Su color ordinariamente es blanco ó agrisado: algunas veces se presenta violado.

El sulfato de cal hidratado, hace parte de las capas superiores de los terrenos secundarios, acompañando á las capas de los calcáreos. Muchas veces se encuentra en los terrenos terciarios, y constituye terrenos mas ó menos estensos, acompañados de materias arcillosas ó de margas.

Con mucha frecuencia se encuentra en disolucion en el agua y la hace impropia para la cocion de las legumbres, y para blanquear las telas de lienzo; efectivamente forma con el agua de jabon un precipitado blanco, coposo y muy lijero, de jabon calcáreo.

El sulfato de cal hidratado cristaliza en octaedros, en prismas exaedros con vértices tetraedros, ó bajo la forma de lentejas mas ó menos voluminosas, agrupadas ordinariamente en figura de rosas. La forma primitiva de estos cristales es segun Hauy, un prisma recto cuadrangular, con base romboidal, cuyos ángulos son de 113° y de 67°. Estos cristales son algunas veces tan trasparentes como el agua, y con mucha frecuencia estan coloreados de rojo, por las arcillas ferruginosas. Su pesantez específica es de 2,31. El sulfato de cal espuesto al calor decrepita, se infla y se esfolia. El agua que contiene separa al evaporizarse las láminas de que está compuesto. Por la accion de un calor fuerte se funde en un esmalte blanco. Cuando ha sido privado de su agua por un calor suave, la vuelve á tomar esponiendolo al aire. Puesto en contacto con una cantidad suficiente de agua, la absorve con rapidez, produciendo al mismo tiempo un desarrollo de calor: la masa se solidifica despues en pocos instantes. El agua puede disolver 1/250 ó 1/300 parte de su peso de esta sal. Es mucho mas soluble en el agua cargada de ácido sulfúrico.

Su composicion es de

1 át. cal	= 356,03	ó bien	41,53	100
4 át. ácido sulfúrico	= 501,16		58,47	
1 át. sulfato anhidro	= 857,19	ó bien	79,22	100
4 át. agua	= 224,96		20,78	
1 át. sulfato hidratado	= 1082,15			

El sulfato de cal anhidro no tiene uso alguno. El sulfato de cal hidratado constituye el yeso ordinario cuando ha sido privado de agua por una ligera calcinacion. En agricultura

se hace uso de esta sal para abonar las praderas artificiales. Mas adelaute se hallará un exámen detallado de las propiedades y de la preparacion del yeso.

Sulfito de cal.

1184. Esta sal es muy poco soluble en el agua, exige cerca de 800 partes de este líquido para disolverse; asi, puede muy bien obtenerse por doble descomposicion, ó descomponiendo el carbonato de cal por el ácido sulfuroso; en este último caso se deposita en forma de un polvo blanco que se disuelve en un esceso de ácido; la disolucion cristaliza por el enfriamiento en prismas de seis caras, terminados por pirámides prolongadas. Tiene un ligero sabor sulfuroso; espuesto al aire se eflorece y cambia en sulfato. Se convierte igualmente en esta sal, perdiendo una parte de su azufre por la accion de un calor fuerte.

El sulfito de cal se emplea en la preparacion del mosto de la uba, cuando se quiere obtener el jarabe ó el azucar de este fruto.

Este sulfito está formado de

1 át. cal.	=356,03	ó bien	47,02
2 át. ácido	=401,16		52,98
1 át. sulfito	=757,19		100,00

Hipo-sulfito de cal.

1185. La disolucion de sulfuro de calcio espuesta al aire pierde poco á poco su color, y se precipita bajo la forma de

carbonato de cal. Separando el precipitado por la filtracion, y evaporando el licor filtrado se depositan cristales en prismas que tienen alguna semejanza con los del cloruro de calcio. Estos cristales son de hipo-sulfito de cal, y no se alteran por el contacto del aire.

Hipo-sulfato de cal.

1186. Esta sal cristaliza en láminas exaedras regulares y agrupadas comunmente en forma de rosa

Este compuesto se parece mucho al hipo-sulfato de estronciana por la forma de los cristales. Para disolverlo bastan 0,8 de agua hirviendo y 2,46 de agua á 19° c. No se disuelve en el alcohol, pero le priva de una parte de su agua de cristalizacion. Su sabor es amargo.

Su composicion consta de

1 át. cal.....	= 356,03	ó bien	28,30	100
1 át. ácido.....	= 902,32		71,70	
1 át. hipo-sulfato.....	=1258,35	ó bien	73,67	100
8 át. agua.....	= 449,92		26,33	
1 át. hipo-sul. cristali.	=1708,27			

Selenito de cal.

1187. Este cuerpo es insoluble en el agua, se precipita poco á poco á medida que se hace disolver carbonato de cal en el ácido selenioso líquido. Cuando se ha secado forma un polvo cristalino, suave al tacto, como el carbonato de cal. Calentándole al grado rojo se liquida, y si la fusion se hace en una retorta de vidrio, la corroe y agujerea.

Bi-selenito.

1188. Disolviendo el selenito neutro de cal en el ácido selenioso se obtiene el bi-selenito, que es soluble y cristaliza en pequeños prismas. Este cuerpo no se altera por el contacto del aire. El amoniaco cáustico le priva de la mitad de su ácido y le hace pasar al estado de selenito: el mismo efecto se produce por el calor.

Fosfato de cal.

1189. El ácido fosfórico se combina en muchas proporciones con la cal y forma sub-sales, una sal neutra y sales ácidas. Estos fosfatos parece se alejan de una manera singular, no solamente de otros fosfatos, sino de las demas combinaciones salinas conocidas hasta el presente. Tal vez se hubieran desechado estas composiciones tan estraordinarias, si no hubieran sido dadas por M. Berzelius.

Si se vierte una disolucion de fosfato de sosa cristalizado en otra de cloruro de calcio enteramente neutro, se forma un ligero precipitado, el líquido pierde su neutralidad y enrojece la tintura de tornasol. El precipitado tiene una apariencia cristalina: segun M. Berzelius está formado de

ácido fosfórico.	=54,19	ó bien	100,00
cal.....	=45,81		84,53

Esta composicion es la que se aproxima mas al fosfato correspondiente á los otros fosfatos neutros, porque segun á teoría el fosfato neutro de cal tendrá la composicion siguiente:

2 át. cal.....	= 712,06	ó bien	44,38
1 át. ácido fosfórico.	= 892,30		55,62
1 át. fosfato.....	=1604,36		100,00

Este fosfato es insoluble en el agua y en el alcohol; se disuelve en los ácidos nítrico, hidro-clórico y fosfórico. Puede calentarse fuertemente sin esperimentar ningun cambio; pero á una temperatura de cerca de 378° del pirómetro de Wedgewood, se reblandece y convierte en un esmalte blanco semi-trasparente.

Este compuesto no tiene uso alguno.

Fosfato sesqui-básico de cal.

1190. Este sub-fosfato se obtiene vertiendo cloruro de calcio en disolucion en el fosfato de sosa, teniendo cuidado que quede un esceso de fosfato para evitar que el líquido quede ácido; por esta operacion se precipita un sub-fosfato que es gelatinoso como el de alumina, y se opone á que el licor atraviese el filtro. Segun el analísis de M. Berzelius, está compuesto de

3 át. cal.....	=1068,09	ó bien	54,49
1 át. ácido.....	= 892,30		45,51
1 át. fosfato sesqui-básico.	=1960,39		100,00

Este sub-fosfato constituye colinas enteras en Estremadura; allí se sirven de él para edificar. Tambien se encuentra, pero rara vez, cristalizado en prismas exaedros rebajados; entonces se le da el nombre de *apatita*.

Fosfato de los huesos.

1191. Este fosfato puede obtenerse disolviendo los huesos calcinados por el ácido hidro-clórico, y vertiendo en esta disolucion un esceso de amoniaco cáustico. Se forma un precipitado gelatinoso que se lava por decantacion, se recoge sobre un filtro y se calcina despues de haberle desecado.

Este sub-fosfato es pulverulento, insípido, insoluble en el agua, soluble en los ácidos nítrico, hidro-clórico y fosfórico, y se cuece cuando se espone á una temperatura elevada.

El fosfato de los huesos es absolutamente de la misma naturaleza que el que se forma cuando se precipita el fosfato de cal de su disolucion en un ácido por el amoniaco cáustico en esceso.

Esta sal se emplea en medicina; en los laboratorios para hacer los fosfatos solubles de sosa, de potasa y de amoniaco. En las artes se emplea para obtener el fósforo. Su composicion es

ácido fosfórico.	=48,32	ó bien	100
cal.....	=51,68		107

Se separa segun se advierte de la composicion ordinaria de los otros sub-fosfatos; porque en átomos consta de

8 át. cal....	=2848,24	ó bien	51,55
3 át. ácido...	=2676,90		48,45
1 át. fosfato.	=5525,14		100,00

Sesqui-fosfato de cal.

1192. Este fosfato se obtiene vertiendo alcohol en una disolucion de hipo-fosfito de cal, recogiendo el precipitado sobre un filtro, lavándole por el alcohol, y secándole por espresion entre papeles de filtro. Este precipitado enrojece fuertemente la tintura de tornasol. Puesto en contacto con el agua se descompone; una parte se hace mas ácido y queda disuelta; la otra se precipita en el estado de sub-fosfato.

Este fosfato contiene dos veces tanto ácido como el sub-fosfato que se encuentra en los huesos. Su composicion consta de

4 át. cal.	=1424,12	ó bien	34,73
3 át. ácido.....	=2676,90		65,27
1 át. sesqui-fosfato.	=4101,02		100,00

Bi-fosfato de cal.

1193. Ya hemos indicado (226) como se obtiene el bi-fosfato de cal; pero para obtenerle puro es preciso tener cuidado de no verter sobre los huesos calcinados y pulverizados sino la tercera parte de su peso de ácido sulfúrico, para que no pueda quedar en esceso.

El bi-fosfato de cal cristaliza por la evaporacion en pequeñas láminas micaceas. En este estado se disuelve en el agua sin descomponerse, y enrojece fuertemente el papel azul. Calentándole á una temperatura elevada se infla, se funde y se obtiene un vidrio blanco, trasparente, insoluble en el agua y en los ácidos, y que no tiene accion sobre la tintura de tornasol. Esta sustancia está formada de

1 át. cal.....	= 356,03	ó bien	28,52
1 át. ácido.	= 892,30		71,48
1 át. hipo-fosfato.	=1248,33		100,00

Hipo-fosfito de cal.

1194. El hipo-fosfito que se obtiene haciendo hervir agua y cal y añadiendo fósforo por porciones ha sido examinada por Rose. Este le priva del esceso de cal por medio del ácido carbónico. Evaporando la disolucion al fuego cristaliza en prismas rectangulares de cuatro caras semejantes á los cristales de yeso. Esta sal es casi tan soluble en frio como en caliente. El alcohol no la disuelve aun estando debilitado. Decrepita al fuego aun que contiene 18 por 100 de agua de cristalizacion. Cuando se ha obtenido por la evaporacion en el vacío sin el intermedio del calor no produce decrepitacion al fuego: pero entonces contiene 22 por 100 de agua de cristalizacion.

El ácido nítrico le trasforma en bi-fosfato, el aire á la temperatura roja produce el mismo efecto. El calor por sí solo le hace pasar al estado de fosfato y de hidrógeno fosforado inflamable espontáneamente. El fosfato restante está coloreado en rojo por una materia fosforosa, cuya naturaleza es desconocida todavia.

Nitrato de cal.

1195. Esta sal existe en los materiales salitrosos ; pero mezclada con otras muchas sales. Puede obtenerse pura disolviendo el carbonato de cal en el ácido nítrico, y evaporando la disolucion hasta la consistencia de jarabe: cristaliza por

el enfriamiento, pero con mucha dificultad. Disolviéndola en el alcohol podrá lograrse su cristalizacion mas fácilmente. Sus cristales son prismas de seis caras terminados por largas pirámides; pero las mas veces se presentan bajo la forma de agujas prolongadas muy brillantes.

El nitrato de cal tiene un sabor muy acre y amargo: es una de las sales mas solubles en el agua. Una parte de este líquido disuelve cuatro partes de nitrato á la temperatura de 16°, siendo mucho mas soluble en el agua hirviendo; á este mismo grado se disuelve en un peso igual al suyo de alcohol. Es una de las sales mas delicuescentes; apenas se halla en contacto con el aire absorve la humedad y se liquida. Espuesta al calor esperimenta con prontitud la fusion acuosa, se evapora su agua de cristalizacion, se deseca y adquiere la propiedad de ser luminoso en la oscuridad. Con los cuerpos combustibles produce una detonacion muy poco poderosa. Su formacion es de

1 át. cal.....	= 356,03	ó bien	34,46
1 át. ácido nítrico.	= 677,02		65,54
1 át. nitrato.....	=1033,05		100,00

El nitrato de cal que se encuentra en los materiales salitrosos lo convierten los salitreros en nitrato de potasa. El nitrato de potasa puro no tiene uso alguno; sin embargo, podria muy bien emplearse para desecar los gases.

Arseniato de cal.

1196. El arseniato de cal es insoluble; puede obtenerse vertiendo el arseniato de potasa en disolucion sobre otra di-

solucion de cloruro de calcio. Tambien puede descomponerse igualmente el carbonato de cal por el ácido arsénico ; un esceso de ácido le disuelve.

Este arseniato está compuesto de

2 át. cal.....	= 712,06	ó bien	33,07	100
1 át. ácido arsénico.....	=1440,77		66,93	
1 át. arseniato seco.....	=2152,83	ó bien	76,01	100
12 át. agua.....	= 674,88		23,99	
1 át. arseniato hidratado.	=2827,71			

Silicato de cal.

1197. El silicato de cal se encuentra en la naturaleza. Esta sustancia es conocida de los mineralogistas alemanes bajo el nombre de tafelspath, y de los mineralogistas franceses bajo el de wolastonita. En Alemania se emplea para la fabricacion del vidrio de Bohemia, y suministra al vidrio á la vez silice y cal.

La wollastonita es fusible. Se encuentra en masas groseramente fibrosas, de un brillo un poco nacarado y divisibles paralelamente á las caras de un prisma recto ú oblícuo. Su densidad es de 2,86. Su color es ordinariamente blanco; está formado de

1 át. cal.....	=356,03	ó bien	47
2 át. sílice.....	=385,20		53
1 át. wollastonita.	=741,23		100

Carbonato de cal.

1198. El carbonato de cal es una sustancia de las mas abundantes y de mayor empleo. Se encuentra en todos los terrenos desde los mas antiguos hasta los mas modernos ; en estos forma capas poderosas , y en los otros montañas ó depósitos que ocupan grandes espacios. El es el que constituye la piedra de cal, los diferentes mármoles, la creta, el alabastro , etc.

Se encuentra en hermosos cristales , cuyas formas son muy numerosas; pero que todas pueden llegar por la division á un romboide obtuso, con ángulos de 101°,50 y 78°,50. Su pesantez específica es de 2,7. Es insoluble en el agua ; pero puede muy bien disolverse en ella cuando está saturada de ácido carbónico. Calentando esta disolucion de carbonato de cal, se desprende el esceso de ácido, y el carbonato neutro se precipita; tambien se precipita por la agitacion, ó por su esposicion al aire.

Espuesto á la accion de un color fuerte , el ácido se desprende y queda la cal por resíduo. Sin embargo , si se pone creta en un cañon de fusil , cuya abertura se cierre por medio de un tapon á tornillo y se espone á la accion de una temperatura elevada , no hallando el ácido carbónico salida para desprenderse queda combinado con la cal; pero entonces el carbonato se funde ; cristaliza por el enfriamiento , y su fractura es brillante como la del mármol.

Su composicion consta de

1 át. cal.....	=356,03	ó bien	56,39
1 át. ácido carbónico.	=275,32		43,61
1 át. carbonato.	=631,35		100,00

De este carbonato es de donde se estrae la cal y el ácido carbónico. Se emplea como piedra para edificar; y como mármol son bien conocidos sus usos.

CAPITULO VII.

Magnesio.—Oxido.—Cloruro.—Bromuro é ioduro de magnesio. — Sales de magnesia formadas por los ácidos minerales no metálicos.

Por el mismo procedimiento que se obtiene el aluminio M. Bussy ha llegado á obtener el magnesio en estos últimos tiempos. Este metal no descompone el agua en frio.

Oxido de magnesio. (Magnesia).

1199. Este óxido es blanco, pulverulento, suave al tacto, inodoro y sin sabor muy perceptible. Enverdece el jarabe de violetas, aunque apenas se disuelve en el agua. Su pesantez específica es de 2,3. No se funde al fuego de forja: atrae con mucha lentitud el ácido carbónico del aire.

La magnesia no se encuentra pura en la naturaleza; puede obtenerse descomponiendo el sulfato de magnesia por la potasa cáustica, que precipita la magnesia y se recoge en un filtro: en seguida se lava y calcina.

El procedimiento de preparacion mas económico, consiste en precipitar el sulfato de magnesia en disolucion por el carbonato de potasa ó de sosa. Se recoge el carbonato de magnesia que se deposita y se desaloja el ácido carbónico por el calor.

Su composicion se ha deducido de la del sulfato de magnesia. La magnesia está formada de

1 át. magnesia.....	=158,36	ó bien	61,29
1 át. oxígeno.....	=100,00		38,71
1 át. óxido de magnesio.	=258,36		100,00

En medicina se sirven de la magnesia como purgativo y absorvente; tambien la emplean contra los envenenamientos por los ácidos.

Hidrato de magnesia.

1200. El hidrato de magnesia se encuentra puro en la naturaleza; se presenta en pequeñas venas en la serpentina de Hoboken, en el New-Tersey. Tiene un aspecto nacarado, es suave al tacto, deslustrado y de un blanco sobresaliente; su fractura es laminosa ó en forma de rayos. Su pesantez específica es de 2,63. Se disuelve en los ácidos. Su composicion es de

1 át. magnesio.	=258,36	ó bien	69,68
2 át. agua.....	=112,48		30,32
1 át. hidrato...	=370,84		100,00

Cloruro de magnesio.

1201. Calentando la magnesia en el cloro gaseoso, abandona su oxígeno y se forma un cloruro. Este compuesto tiene un sabor estremadamente amargo. El agua disuelve dos veces su peso de este cloruro y el alcohol la mitad de su peso: es muy delicuescente al aire.

Cuando se calienta con fuerza este cloruro en el estado de hidrato, el agua se descompene, su hidrógeno se une al

cloro y se desprende en el estado de gas ácido hidro-clórico, mientras que fijándose el oxígeno en el magnesio da por resultado la magnesia.

Este cloruro no puede obtenerse en estado seco sino haciendo pasar una corriente de cloro seco sobre la magnesia enrojecida, en un tubo de porcelana; pero si se le quiere obtener en disolucion, puede emplearse el ácido hidro-clórico por medio del cual se disuelve fácilmente el carbonato de magnesia. La composicion de este cloruro es

1 át. magnesio.	=158,36	ó bien	26,36
2 át. cloro.....	=221,32		73,64
1 át. cloruro...	=379,68		100,00

Ioduro de magnesio.

202. Todavia no se ha llegado á obtener en el estado seco el compuesto de iodo y de magnesio; porque cuando se trata de desecarlos por el calor, el iodo y el hidrógeno se unen y se desprenden, y el oxígeno se fija en el magnesio para formar la magnesia. En estado de hidrato se prepara vertiendo ácido hidro-clórico líquido sobre el carbonato de magnesia. Este ioduro es delicuescente y no cristaliza sino con mucha dificultad: su composicion es

1 át. magnesio.	= 158,36	ó bien	9,12
2 át. iodo.....	=1566,70		90,88
1 át. ioduro....	=1725,06		100,00

Bromuro de magnesio.

1203. Este compuesto se obtiene tratando el bromuro de hierro disuelto en agua hirviendo por la magnesia pura. Su composicion es

1 át. magnesio.=	158,36	ó bien	14,5
2 át. bromo....=	932,80		85,5
1 át. bromuro..=	1091,16		100,0

Este bromuro cristaliza en pequeños prismas en forma de agujas. Es muy soluble en el agua y en el alcohol ; muy delicuescente, de un sabor fresco y amargo; se descompone por el calor en ácido hidro-brómico y magnesia, á causa de la descomposicion del agua con que está combinado. No se puede obtener seco, sino por un procedimiento análogo al que se practica para obtener el cloruro de magnesio seco.

Sulfuro de magnesio.

1204. Segun M. Berthier, puede obtenerse el sulfuro de magnesio calentando fuertemente el sulfato de magnesia en un crisol. Si el carbon está en esceso y mezclado con el sulfato no se producirá sulfuro, porque el azufre se desprenderá y no quedará sino la magnesia.

Sales de magnesia.

1205. Las sales de magnesia son en general solubles en el agua ; tienen un sabor amargo, muy desagradable, que las es propio. Los carbonatos alcalínos las precipitan incompletamente; los bi-carbonatos no forman con ellas precipitado alguno. Las sales neutras de magnesia se precipitan en

parte por el amoniaco; pero dejan esta propiedad, si se dilata la disolucion, y se añade á ella un esceso de ácido ó cierta cantidad de sulfato, nitrato ó hidro-clorato de amoniaco. En este caso se forma una sal doble soluble de magnesia y amoniaco.

El reactivo mas sensible para indicar la presencia de la magnesia en una disolucion muy dilatada, es el fosfato de amoniaco con esceso de base; al cabo de algun tiempo se forma un precipitado de fosfato de amoniaco magnesiano.

Las sales de magnesia mezcladas con un poco de nitrato de cobalto, y calentándolas hasta el grado rojo con el soplete toman una tinta ligeramente rosada cuando no contienen otra base.

Clorato de magnesia.

1206. Esta sal es amarga, delicuescente, muy soluble en el agua y cristaliza con dificultad. Se obtiene saturando el carbonato de magnesia por el ácido clórico.

Sus principios constituyentes son

1 át. magnesia.....=	258,36	ó bien	21,51
1 át. ácido clórico.=	942,64		78,49
	1201,00		100,00

Sulfato de magnesia.

1207. El sulfato de magnesia cristaliza en prismas de cuatro caras, terminados por pirámides de igual número de lados, ó por vertices diedros, que contienen 51,4 á 51,5 por 100 de agua de cristalizacion; su sabor es muy amargo, su pesantez específica es de 1, 66; es bastante soluble, 100 partes de agua disuelven 32,76 partes á 14°,58 y á 57°03

disuelve 72,30 partes, se eflorece al aire y reduce á polvo. Espuesto al calor esperimenta la fusion acuosa, pierde su agua de cristalizacion y no se descompone ó al menos solo esperimenta una alteracion parcial, y esto á espensas de una temperatura muy elevada.

Esta sal existe en disolucion en las aguas de muchos manantiales, y particularmente en las de Sedlitz, de Epson, de Egra, de Seydchutz. Para estraerlo de estas aguas se evaporan hasta que formen película, y por el enfriamiento se depositan pequeñas agujas, que se recogen secan bien é introducen en el comercio.

El sulfato de magnesia se elabora en Italia con los schistos que contienen á la vez, sulfuro de hierro y magnesia. Estos schistos se colocan en monton y se esponen al aire durante muchos meses, rociándolos con agua de tiempo en tiempo. El azufre y el hierro absorven poco á poco el oxígeno, y el ácido sulfúrico que se forma se dirige de preferencia sobre la magnesia.

Se presume que la formacion del sulfato está á punto de terminarse, cuando el sulfato de magnesia se presenta á la superficie en eflorescencias. En este estado se legivian y se añade al licor bastante agua de cal para descomponer el sulfato de hierro, que se encuentra en pequeña cantidad, y para precipitar el óxido. Cuando el líquido está claro se evapora; el sulfato de cal se precipita desde luego; se separa y el sulfato de magnesia se obtiene por último sometido el licor concentrado á un enfriamiento conveniente: despues se purifica por nuevas cristalizaciones.

En el dia que se conoce en una multitud de localidades el carbonato de cal y de magnesia ó *dolomita*, confundido anteriormente con el carbonato de cal ordinario, será muy

facil aplicar el procedimiento de M. Enrique, si la preparacion del sulfato de magnesia llega á ser de alguna importancia. Este operador calcina el doble carbonato para trasformarle en cal y en magnesia, en seguida le trata por el ácido sulfúrico ó el sulfato de hierro. Por este medio se forma sulfato de cal insoluble y sulfato de magnesia. Este sulfato está compuesto de

1 át. magnesia.....	=258,36	ó bien	34,02	100
1 át. ácido sulfúrico.	=501,16		65,98	
1 át. sulfato.....	=759,52			

Esta sal se emplea en farmacia y tambien para estraer la magnesia.

Sulfito de magnesia.

1208. Este sulfito se prepara descomponiendo el carbonato de magnesia por el ácido sulfuroso líquido; desde luego se precipita en polvo blanco, que no tarda en disolverse por un esceso de ácido. La disolucion pierde el esceso de ácido por su esposicion al aire, y á medida que se evapora se depositan cristales blancos, trasparentes, en forma de tetraedros deprimidos. Su sabor es desde luego dulce y terroso, haciéndose sulfuroso despues; espuesto al aire se vuelve opaco, y se convierte en sulfato muy lentamente. Se necesitan 20 partes de agua á la temperatura de 16° para su disolucion; en el agua caliente se disuelve con mayor facilidad. Espuesta al aire esta disolucion se convierte en sulfato inmediatamente. Por la accion del calor el sulfito de magnesio se reblandece, se ahueca, toma la consistencia de la goma y pierde un 0,45 de su peso. Por la accion de una temperatura muy elevada se desprende el ácido y la magnesia queda pura.

Hipo-sulfato de magnesia.

1209. Esta sal se obtiene descomponiendo el sulfato de magnesia por el hipo-sulfato de barita. Cristaliza en prismas exágonos, inalterables por el contacto del aire. Su sabor es de una amargura estremada. Sus cristales son fusibles en su agua de cristalizacion. Para disolverlos basta solamente un 0,85 de agua á 13° c. Esta sal está formada de

1 át. magnesia.....	= 258,36	ó bien	22,27	100
1 át. ácido.....	= 902,32		77,73	
1 át. hipo-sulfato.....	= 1160,68	ó bien	63,25	100
12 át. agua.....	= 674,68		36,75	
1 át. hipo-sulfato cristali.	= 1835,36			

Fosfato de magnesia.

1210. El fosfato de magnesia puede prepararse disolviendo el carbonato de magnesia por el ácido fosfórico, y evaporando de un modo conveniente la disolucion para que la sal pueda cristalizar. M. Fourcroi ha indicado un procedimiento para obtenerle en hermosos cristales regulares de grandes dimensiones. Este procedimiento consiste en mezclar partes iguales de disolucion acuosa de fosfato de sosa y de sulfato de magnesia. Ningun cambio se manifiesta desde luego; pero al cabo de algunas horas aparecen en el licor gruesos cristales de fosfato de magnesia. Esta sal cristaliza en prismas exaedros, cuyos lados son desiguales. Su sabor es fresco y dulce; se disuelve en 15 partes de agua fria y en

menor cantidad de agua hirviendo. Espuesta á la accion del aire se eflorece y reduce á polvo. Por un calor moderado pierde su agua de cristalizacion y se eflorece tambien. A una temperatura mas elevada se funde y presenta un vidrio trasparente.

Su composicion es

2 át. magnesia. .....=	516,72	ó bien	36,67
1 át. ácido fosfórico.=	892,30		63,33
1 át. fosfato.....=	1409,02		100,00

Fosfito de magnesia.

1211. Como este fosfito es soluble no se obtiene sino por la combinacion directa del ácido fosforoso y de la magnesia. Evaporándolo en el vacío se convierte en capas cristalinas que contienen mucha mas agua de cristalizacion que los fosfitos de barita y de cal. Su descomposicion por el fuego produce desde luego hidrógeno, y despues hidrógeno fosforado. Queda por resíduo de esta reaccion un fosfato de color amarillo que tira á castaño: la descomposicion se verifica con un poco de incandescencia, fenómeno que no ofrecen los otros fosfitos.

Hipo-fosfito de magnesio.

1212. Siendo nula la accion de la magnesia sobre el fósforo por el intermedio del agua, se prepara este hipo-fosfito haciendo hervir largo tiempo oxalto de magnesia en esceso con el hipo-fosfito de cal. Se filtra el licor, se evapora, y el hipo-fosfito de magnesia cristaliza en octaedros regulares que contienen 54 por 100 de agua de cristalizacion.

Espuesto á la accion del calor suministra agua, hidrógeno fosforado que se inflama espontáneamente, y deja por resíduo fosfato de magnesia de un color rojo.

Nitrato de magnesia.

1213. Esta sal existe en la naturaleza; hace parte del salitre bruto; para obtenerla pura se trata el carbonato de magnesia por el ácido nítrico.

El nitrato de magnesia tiene un sabor amargo y desagradable; es delicuescente, y por consecuencia muy soluble en el agua; esta disuelve al poco mas ó menos un peso igual al suyo á la temperatura de 16°. El alcohol cuya densidad sea de 0,84 disuelve una novena parte de su peso. Cristaliza en prismas romboidales, y muchas veces en pequeñas agujas unidas unas con otras. Su peso específico es de 1,736. Espuesto al aire adquiere la humedad; por la accion del calor esperimenta la fusion acuosa, y despues de haber perdido su agua de cristalizacion se reduce á polvo seco; pero por una temperatura muy elevada se descompone enteramente. Este nitrato está formado de

1 át. magnesia	=258,36	ó bien	27,61
1 át. ácido nítrico.	=501,16		72,39
1 át. nitrato.....	=759,52		100,00

El nitrato natural se convierte en nitrato de potasa.

Arseniato de magnesia.

1214. Saturando el sulfato de magnesia por el ácido arsénico, el licor se espesa y coagula; se redisuelve por un es-

ceso de ácido, y evaporando el líquido se obtiene una masa gomosa incristalizable. Por la accion del calor se conduce como el arseniato de potasa; su composicion debe ser

2 át. magnesia.....	= 516,72	ó bien	26,40
1 át. ácido arsénico.	= 1440,72		73,60
1 át. arseniato.....	= 1957,44		100,00

Borato de magnesia.

1215. Esta sal puede obtenerse artificialmente disolviendo la magnesia en el ácido bórico; esta disolucion se opera con lentitud; la sal se precipita por la evaporacion en pequeños cristales de forma irregular; se funde sin esperimentar alteracion, y se disuelve en el ácido acético.

Esta sustancia se encuentra en la naturaleza en cristales blancos, ya opacos, ya trasparentes, que tienen la dureza suficiente para rayar el vidrio y producir chispas con el eslabon. Su peso específico es de 2,566. Parece que los cristales opacos contienen cal y los trasparentes no.

Estos cristales son unos cubos, cuyos bordes y cuatro de sus ángulos estan truncados. Cuando se calientan presentan las propiedades eléctricas; decrepitan en seguida, y pierden su brillo sin disminuir sensiblemente de peso. Por un calor muy fuerte se funden y trasforman en un vidrio de color amarillo. En el borato natural conocido con el nombre de boracita el ácido contiene tres veces tanto oxígeno como la magnesia.

Silicatos de magnesia.

1216. Se conocen un gran número de estos silicatos á saber:

1.° La *marmolita* que está formada de un átomo de silicato de magnesia y de un átomo de agua.

2.° La *serpentina noble*, formada de dos átomos de sesqui-silicato de magnesia para un átomo de agua.

3.° La *piralolita* que no es otra cosa que bi-silicato de magnesia.

4.° La *serpentina comun* que parece estar formada principalmente de trisilicato de magnesia.

5.° La *esteatita* formada igualmente de trisilicato de magnesia, pero un poco hidratada.

6.° En fin, la *magnesita* que está compuesta de un átomo de tri-silicato de magnesia para dos átomos de agua.

Entre todos estos silicatos solo hay uno, cuyos usos tendremos ocasion de estudiar; este es la magnesita que se emplea en Piamonte para la fabricacion de la porcelana.

Carbonato de magnesia.

1217. Se conocen dos combinaciones de ácido carbónico con la magnesia, un carbonato neutro y un bi-carbonato. El primero se prepara vertiendo una disolucion de carbonato de sosa en otra de sulfato de magnesia y esponiendo la mezcla á la accion del calor; por este medio se precipita un polvo blanco que es el carbonato de magnesia. Este carbonato es insoluble é insípido; es el que se encuentra en el comercio, y debe estar formado de

1 át magnesia.....	=258,36	ó bien	48,41
2 át. ácido carbónico.	=275,32		51,59
1 át. carbonato.....	=533,68		100,00

El bi-carbonato se obtiene diluyendo en agua el carbonato neutro, y haciendo pasar al líquido una corriente de gas ácido carbónico hasta disolver todo el carbonato. Esta sal cristaliza por la evaporacion en prismas exágonos, trasparentes y terminados por un plano; estos cristales tienen muy poco sabor, y se disuelven en 48 partes de agua fria. Este cuerpo espuesto al aire se eflorece y descompone. Por medio del calor decrepita y se descompone tambien; contiene exactamente dos veces tanto ácido carbónico como el carbonato neutro; pero es poco estable como se advierte, y tiende á pasar bajo la mas pequeña influencia al estado de ácido carbónico y de carbonato neutro.

El carbonato de magnesia se encuentra muchas veces con abundancia en la naturaleza, pero siempre asociado al carbonato de cal. Cuando las dos sales estan unidas átomo por átomo, el compuesto se distingue mas particularmente con el nombre de dolomita; pero se confunden tambien algunas veces bajo este nombre las calcáreas magnesíferas mas ó menos ricas en magnesia que la dolomita propiamente dicha.

CAPITULO VIII.

ITRIO. — OXIDO. — CLORURO. — BROMURO. — IODURO. — SULFURO. SELENIURO Y FOSFURO DE ITRIO. — SALES DE ITRIA FORMADAS POR LOS ÁCIDOS MINERALES NO METÁLICOS.

Itrio.

1218. Algun tiempo despues que M. Wohler hubo estraido el aluminio, imaginó estraer el itrio por el mismo procedimiento, y un éxito completo respondio á su tentativa.

Este metal se obtiene descomponiendo el cloruro de itrio por el potasio. Se prepara el cloruro haciendo una mezcla íntima de itria y de carbon en polvo fino; despues de haberla desecado completamente se introduce en un tubo de porcelana que se coloca atravesado en un horno; á uno de los estremos del tubo se hace llegar una corriente de cloro seco, y al otro se halla adaptado un pequeño balon de tubuladura y provisto de un tubo teniendo la precaucion de secar el balon todo lo posble. Cuando el aparato está lleno de cloro se calienta gradualmente el tubo de porcelana, el cloruro no tarda en sublimarse en agujas blancas brillantes que al aproximarse á la parte roja del tubo se funden y forman una masa compacta y cristalina.

Para descomponer este cloruro y obtener el itrio se coloca por capas en un crisol de platino con unos pedazos aplastados de potasio; la tapadera del crisol se fija fuertemente con un alambre de platino, y se calienta á la lámpara de espíritu de vino. La reduccion se verifica inmediatamente con un desarrollo tan grande de calor que el crisol adquiere el

grado rojo blanco. Cuando la masa que se forma se halla fria se disuelve en el agua, el itrio queda solo en forma de pequeñas escamas de un brillo metálico perfecto. Tratándole con el bruñidor toma el brillo metálico del hierro.

El itrio á la temperatura ordinaria no se combina con el oxígeno del aire ni del agua. Calentándole hasta el grado rojo al aire libre se inflama y arde con un brillo que deslumbra. Esta combustion en el oxígeno puro es una de las mas brillantes que se pueden ver. La itria que se obtiene es blanca, y presenta algunas señales de fusion.

El itrio se disuelve fácilmente en el ácido sulfúrico debilitado con desprendimiento de gas hidrógeno. La disolucion se verifica con mayor dificultad en la potasa cáustica, y de ningun modo en el amoniaco.

Oxido de itrio ó itria.

1219. El óxido de itrio es muy raro; hasta el presente no se ha encontrado sino en tres minerales, en la ortita, la pirortita, y particularmente la gadolinita de Itterby (Suecia). Segun el analísis practicado por M. Berzelius esta piedra estará compuesta de

Silice	25
Itria.....	45
Protóxido de cerio..	18
Protóxido de hierro.	12
	100

La itria se estrae comunmente de la gadolinita, cuya composicion es la precedente. Para esto se trata esta piedra

despues de bien reducida á polvo por tres veces su peso de acido nítrico-hidro-clórico, se evapora el licor hasta sequedad, para desalojar el esceso de ácido, se vierte agua sobre la materia seca, y con el auxilio del calor se redisuelven los nitratos ó cloruros de itria, de cerio y de hierro. La silice no se disuelve, se separa por la filtracion y se lava bien. En el licor filtrado se pone carbonato de amoniaco disuelto en grande esceso, y se precipita carbonato de hierro, mientras que el carbonato de itria y de cerio quedan disueltos á favor del esceso de carbonato de amoniaco. Se filtra el líquido segunda vez para separar el carbonato de hierro; se le hace hervir; el carbonato de amoniaco se volatiliza y los carbonatos de itria y cerio se precipitan; se recogen sobre un nuevo filtro y se lavan con gran cantidad de agua.

Falta separar las bases de los dos carbonatos. El mejor procedimiento, segun M. Berzelius, consiste en disolver los carbonatos en el ácido nítrico, y desalojar el esceso de ácido por la evaporacion, verter sobre el resíduo cerca de 150 veces su peso de agua, y poner en el licor unos cristales de sulfato de potasa. Estos cristales se disuelven poco á poco, y al cabo de algunas horas, se forma un precipitado blanco, que es una sal doble insoluble, de sulfato de potasa y de cerio. Se deja reposar el líquido durante un dia, para que se precipite todo el óxido de cerio; cuando esto se ha verificado, se decanta y filtra el licor, y se le añade un esceso de amoniaco cáustico, que precipita la itria; el precipitado se lava y se calienta hasta el grado rojo.

La itria obtenida de este modo es blanca, pulverulenta, sin sabor ni olor; es insoluble en el agua y no altera los colores azules de los vejetales. Su pesantez específica es de 4,842. No tiene accion sobre el gas oxígeno, absorve el gas ácido

carbónico á la temperatura ordinaria, y á una temperatura elevada se deja desprender. Su composicion es de

1 át. itrio.....=402,57	ó bien	80,10
1 át. oxígeno.=100,00		19,90
1 át. itria.....=502,57		100,00

Cloruro de itrio.

1220. Calentando el itrio en el cloro, se inflama, arde con una llama muy viva, y se sublima en agujas blancas y brillantes. Este cloruro se disuelve en el agua produciendo un calor muy fuerte, y se hace delicuescente al aire con mucha rapidez.

Su preparacion es la misma que acabamos de indicar anteriormente. Debe estar compuesto de

1 át. itrio....=402,57	ó bien	47,64
2 át. cloro ...=442,64		52,36
1 át. cloruro.=845,21		100,00

Bromuro é ioduro de itrio.

1221. Calentando el itrio en el vapor de bromo ó de iodo arde como en el cloro, y el compuesto que resulta se volatiliza igualmente en agujas blancas; este cuerpo es tan bien fusible, muy volátil y se disuelve en el agua con un gran desprendimiento de calor.

Sulfato de itrio.

1222. Calentando el itrio con el azufre, se inflama tan

pronto como todo el azufre ha tomado el estado gaseoso y cambia en un sulfuro gris, pulverulento, que no se disuelve en el agua, ni la descompone por sí solo, pero por medio de un ácido produce un desprendimiento rápido de hidrógeno sulfurado.

Seleniuro de itrio.

1223. El selenio se combina con el itrio asi que se halla fundido y produce una debil incadescencia, el seleniuro de itrio es negro; por sí solo no descompone el agua, pero con un ácido debilitado produce fácilmente hidrógeno seleniado.

Fosfuro.

1224. El itrio se inflama tambien en el vapor de fósforo. El fosfuro de itrio es pulverulento, de un negro agrisado, y produce muy fácilmente con el agua pura hidrógeno perfosforado.

Sales de itria.

1225. Estas sales tienen un sabor azucarado y astringente. La potasa cáustica las precipita, y el precipitado es insoluble en un esceso de alcalí; pero se redisuelve en un gran esceso de carbonato de amoniaco. El caracter mas positivo de la itria es el formar con el ácido sulfúrico una sal que cristaliza fácilmente, que se eflorece á la temperatura de 40° y adquiere un color blanco de leche sin perder su forma cristalina.

Sulfato de itria.

1226. El ácido sulfúrico dilatado en dos veces su peso de agua disuelve la itria, y á medida que se produce esta sal

va cristalizando en pequeños granos brillantes. Estos cristales son ordinariamente prismas de seis caras aplanados, que termina por vértices de cuatro caras; algunas veces este sulfato cristaliza en largos prismas romboidales sueltos.

El sulfato de itria tiene un sabor dulce y astringente, tiene un color rojo ligeramente amatistado, su pesantez específica es de 2,791. Se disuelve en 30 ó 40 partes de agua á la temperatura ordinaria.

Este sulfato está formado de

1 át. itria. .. =	502,57	ó bien	50,07
1 át. ácido. . =	501,16		49,93
1 át. sulfato. =	1003,73		100,00

Nitrato de itria.

1227. Esta sal es azucarada y ligeramente astringente; absorve prontamente la humedad del aire, y por consecuencia es muy soluble en el agua. Es muy dificil obtenerla en cristales. Si durante la evaporacion se aviva el calor algo mas de lo regular, la sal se reblandece, toma el aspecto de la miel, y por el enfriamiento se hace dura y quebradiza como la piedra. Vertiendo ácido sulfúrico en una disolucion de esta sal se precipitan instantáneamente cristales de sulfato de itria. Este nitrato se obtiene tratando directamente el óxido de itrio por el ácido nítrico.

Su composicion es de

1 át. itria....=	502,57	ó bien	42,60
1 át. ácido. .=	677,02		57,40
1 át. nitrato.=	1179,59		100,00

Carbonato de itria.

1228. Este carbonato se prepara vertiendo un carbonato alcalino en la disolucion de una sal de itria; se precipita en forma de un polvo blanco, sin olor, sin sabor é insoluble en el agua. Este carbonato se descompone por el calor. Su composicion es

1 át. itria. .....=	502,57	ó bien	64,61	100
2 át. ácido. .....=	275,66		35,39	
1 át. carbonato seco.....=	778,23		87,23	100
2 át. agua.....=	112,48		12,77	
1 át. carbonato hidratado.=	890,71			

CAPITULO IX.

ALUMINIO. — OXIDO. — CLORURO. — BROMURO. — IODURO. — SULFURO. — SELENIURO. — FOSFURO Y ARSENIURO DE ALUMINIO. — SALES DE ALUMINA FORMADAS POR LOS ÁCIDOS MINERALES NO METÁLICOS.

Aluminio.

1229. Este metal se ha obtenido la primera vez en 1827 por *M. Wohler*, si bien es cierto que antes de él *M. H. Davy*

habia reducido el aluminio, tanto por la accion de la pila sobre una mezcla fusible de alumina y potasa, cuanto por la del potasio en vapor sobre la alumina enrojecida; pero no habia obtenido el aluminio aislado.

Reduciendo el cloruro de aluminio por el potasio es como se obtiene en la actualidad. Al efecto se colocan en el fondo de un crisol de porcelana algunos pedazos de potasio puro del tamaño de un guisante, bien limpios de todo el aceite de naphta que puedan tener adherido, y encima se pone un volúmen igual al poco mas ó menos de cloruro de aluminio; se cubre bien el crisol con su tapadera, y se calienta á la lámpara con mucha suavidad desde luego para evitar la rotura del crisol que podria ocasionar el calor que se desenvuelve en su interior por la reaccion de las materias que contiene, y gradualmente se aviva el fuego hasta que la reaccion haya terminado. La masa restante queda bien fundida y tiene un color negro agrisado. Despues de bien frio el crisol se introduce en una gran cantidad de agua. Se deja depositar el polvo de aluminio, se decanta el líquido, se filtra y lava el metal con agua fria, y en seguida se seca bien.

1230. El aluminio forma un polvo gris semejante al del platino. Entre este polvo se advierten algunas pajitas brillantes de un blanco de estaño. Haciendo obrar sobre este metal el bruñidor toma el brillo metálico del estaño y mancha el mortero en que se comprime. No se funde á la temperatura á que se liquida la fundicion, ni conduce bien la electricidad.

Calentándole en contacto con el aire hasta el grado rojo arde con un brillo sobresaliente, y se convierte en alumina; en el oxígeno puro arde con una llama tan intensa que la vista no puede soportar; pero esta circunstancia solo se veri-

fica despues de haberse calentado hasta el grado rojo. El calor que se desenvuelve es tan grande que la alumina queda en parte fundida, á pesar de ser tan dura como el corindon.

El aluminio no descompone el agua á la temperatura ordinaria; pero al calor de la ebullicion la descompone con lentitud.

Los ácidos nítrico, hidro-clórico y sulfúrico aun concentrados no le atacan á la temperatura ordinaria; pero por el intermedio del calor se disuelve fácilmente en estos ácidos. En la potasa líquida por el contrario, se disuelve con suma facilidad aun cuando el líquido esté muy debilitado, produciendo siempre un desprendimiento de hidrógeno: igualmente se disuelve en gran parte en el amoniaco.

Alumina, óxido de aluminio.

1231. Este óxido es el mas importante entre los de la segunda seccion por el empleo que se hace en las artes de sus combinaciones salinas. La alumina toma su nombre de la palabra latina *alumen*, que significa alumbre, porque de esta sustancia se estrajo por primera vez la alumina en estado de pureza.

Este óxido es blanco, suave al tacto; no tiene sabor, adhiere á la lengua, es inodoro cuando está puro; pero si contiene óxido de hierro exhala al soplarle por encima un olor particular conocido con el nombre de olor terroso. Su pesantez específica es de 4,00; es insoluble en el agua y forma una pasta con este líquido. Se contrae considerablemente por el calor, pero no se funde al fuego mas violento de nuestros mejores hornos.

La alumina se encuentra pura en la naturaleza; en este

estado constituye el corindon de los mineralogistas, sustancia la mas dura que se conoce despues del diamante. Cristaliza en prismas exaedros, en dodecaedros triangulares ó piramidales, y algunas veces en romboedros. Segun su color toma diferentes nombres; asi, se llama *rubí* cuando presenta un color rojo de fuego; *topacio oriental* cuando el color es un hermoso amarillo limon; *záfiro oriental* cuando es azul; *amatista oriental* cuando presenta un color violeta ó púrpura. Esta es una de las piedras mas buscadas en la joyería. Se halla diseminada en la dolomita en el monte de Saint-Gothard; en el basalto en el Puy en Velay. Pero las mas estimadas son las que vienen de las rocas graníticas del Thibet; por esto, para distinguirlas se añade á su nombre el epiteto de *oriental*.

El esmeril ordinario está las mas veces formado de alumina en el estado de corindon, mezclado con óxido de hierro. Esta es una variedad granular y ferruginosa de corindon. El esmeril es mucho mas comun que el corindon en cristales distintos. Se conoce en Naxos, en el archipiélago griego; en Schwarzenberg, en Sajonia; en el reino de Granada; en Jersey y Gurensey; en el arroyo de Expailli, cerca de Puy en Velay.

El esmeril solo le cede en dureza al diamante; asi, que puede servir para pulir un gran número de cuerpos. La única preparacion que necesita consiste en reducirle á polvo.

Bien se concibe que la finura de este polvo debe tener una influencia muy grande sobre los usos á que se aplica. Unas veces se emplea para desvastar, otras para suavizar, y otras para dar el último pulido á las superficies de los objetos que se labran con él. Se obtiene á propósito para estas diversas operaciones pulverizando el esmeril ordinario y diluyéndolo en agua. Este líquido se decanta de dos en dos minutos

en distintos vasos, cuyo número asciende á doce ó quince El primero de estos vasos contiene el esmeril mas grosero, y el último, por el contrario, el mas fino.

La alumina mezclada con la silice, un poco de óxido de hierro y de carbonato calcáreo constituye los terrenos arcillosos, que son en nuestro clima los que convienen mejor al desarrollo y crecimiento de los vegetales. Una mezcla de silice y de alumina con una pequeña cantidad de óxido de hierro forman la base de todas las arcillas, cuyas sustancias deben á la alumina la propiedad de hacer pasta con el agua; la alumina hace algunas veces la 0,40 del peso de esta mezcla.

En fin, la alumina se encuentra frecuentemente en combinacion con diversas sustancias; entre estas combinaciones la mas importante es la que forma con el ácido sulfúrico y el sulfato de potasa ó el de amoniaco; esta constituye el alumbre.

La alumina se obtiene echando en una disolucion de alumbre un ligero esceso de amoniaco líquido que se apodera del ácido sulfúrico y precipita la alumina bajo forma gelatinosa. El precipitado se recoge sobre un filtro, se lava con cuidado en una gran cantidad de agua á fin de separar no solamente los sulfatos de amoniaco y de potasa, sino tambien el sobre aluminato de potasa, que se deposita con la alumina. Puede muy bien reemplazarse el amoniaco por el carbonato de sosa, en cuyo caso se precipita tambien la alumina y el ácido carbónico se desprende.

M. Gay-Lussac ha indicado otro procedimiento para la preparacion de la alumina, que consiste en desecar el alumbre de base de amoniaco y calcinarle fuertemente en un crisol durante una hora. Todo el ácido sulfúrico y el amoniaco se desprende, y queda en el crisol la alumina en forma de

polvo blanco; pero en este estado no es atacable por los ácidos.

El óxido de aluminio está formado de

2 át. aluminio.	=343,33	ó bien	53,29
3 át. oxígeno..	=300,00		46,71
1 át. alumina..	=643,33		100,00

El óxido de aluminio puro se emplea en los laboratorios de química para formar las diferentes sales con base de alumina. Mezclado con la silice ó en el estado de arcilla, constituye todos los vasos terrosos de la alfarería; se emplea para enfurtir los paños, para hacer el alumbre artificial, etc.

Hidratos de alumina.

1232. Este hidrato se encuentra en la naturaleza. Los mineralogistas le distinguen con el nombre de *gibbsita*; se encuentra en Richemont en el Massachusset. Es una sustancia de color verdoso ó blanquecino, de estructura fibrosa, irradiada, que se presenta comunmente en pequeñas estalatitas dispuestas en forma de hacecitos. Su densidad es de 2,4; está formada de

1 át. alumina.	=643,33	ó bien	65
6 át. agua. ...	=337,44		35
1 át. gibbsita.	=980,77		100

1233. La alumina que se estrae de las sales de alumina por medio de los alcalís, está siempre en el estado de hidrato; pero los caracteres físicos de este hidrato pueden variar

segun las circunstancias de la precipitacion. En cuanto á su composicion es siempre la misma, y este hidrato diferente del que precede, está constantemente formado de

1 át. alumina. =	643,33	ó bien	41,69
16 át. agua. ... =	899,84		58,31
	1543,17		100,00

Este es el estado constante á que se detiene la alumina hidratada cuando se hace su desecacion al aire y á la temperatura de 20 ó 25° c.

Th. de Saussure, á quien se debe el analísis del hidrato de alumina, ha hecho sobre este compuesto unas observaciones muy interesantes, de las que sacaremos mas adelante grande utilidad, y que por consecuencia debemos esponer aqui con cuidado.

Cuando se precipita por medio del amoniaco una disolucion saturada de alumbre, la alumina bien lavada y seca al aire se presenta bajo la forma de una tierra blanca, ligera, friable, muy esponjosa, y que adhiere á la lengua; esta es la *alumina esponjosa* de Saussure. Secándola al aire retiene 58 por 100 de agua, que pierde completamente al calor rojo á una temperatura inferior á la de la fusion de la plata.

Si la precipitacion se ejecuta sobre una disolucion de alumbre muy dilatado en agua, la alumina lavada y seca por su esposicion al aire, se presenta en masa trasparente, amarilla y frágil. Cuando está en fragmentos un poco voluminosos el calor de la mano la hace saltar en astillas, como sucede con el azufre en cañon. Su fractura es lisa y conchoidea, no tiene aspecto terroso, no adhiere á la lengua, no se hin-

cha ni se diluye en el agua. Su volúmen bajo el mismo peso es diez ó doce veces menor que el de la alumina esponjosa. Se asemeja á la goma arábiga ó á una jalea desecada; esta es la *alumina gelatinosa* de Saussure. Secándola al aire retiene como la otra 58 por 100 de agua ; el calor rojo solo desaloja 43 por 100, y una temperatura escesivamente elevada de 130° del pirómetro de Wedgwood , no puede desalojar sino 48,25 por 100, lo restante del agua no puede espulsarse por el calor. En este caso se obtiene por resíduo un hidrato de alumina formado de

1 át. alumina.....=	643,33	ó bien	79,22
3 át. agua. .....=	168,72		20,78
1 át. sub-hidrato.=	812,05		100,00

En el analísis mineral es muy importante evitar la formacion de este hidrato , porque evaluada al 20 por 100 la dósis de alumina , todavia será demasiado alta esta cantidad. Puede muy bien evitarse esta formacion precipitando la alumina de una disolucion suficientemente concentrada , ó bien calcinándola al grado rojo despues de haberla añadido algunas gotas de ácido sulfúrico concentrado. Entonces se destruye el hidrato por la formacion del sulfato, que se descompone á su vez por el calor.

Saussure se aseguró, por otra parte, que la alumina esperimentaba una pérdida determinada y constante para cada temperatura. Con este objeto ha determinado la tabla siguiente, operando sobre la alumina desecada á 25 ó 30° c.

	Temperatura.	Pérdida para 100.
Term. centígrado...	62,5.....	12,2

	125	19,0
	187,5	25,7
	250	27,2
Pirom. de Wedgew.	13	42,3
	29	45,0
	85	46,0
	106	47,5
	133	48,25
	170	48,25

Es muy posible que se encuentren algun dia en estos curiosos resultados, algunas aclaraciones para la teoría de las diversas variedades de arcilla, que tan oscura se halla en la actualidad. Por lo demas, á pesar de lo singulares que sean los hechos que acabamos de recordar, nada tienen de sorprendente en el dia en que se conoce bien la grande influencia que las menores modificaciones moleculares del mismo cuerpo pueden ejercer sobre sus reacciones químicas.

Cloruro de aluminio.

1234. Calentando el aluminio hasta el grado rojo en el cloro se inflama y se produce cloruro de aluminio. Pero este procedimiento de preparacion no es practicable, puesto que se estrae el aluminio del mismo cloruro.

M. Wohler, emplea el procedimiento siguiente: hace una mezcla de alumina bien lavada y seca, con polvo de carbon, azucar y aceite, y la calienta en un crisol cubierto, hasta que las materias orgánicas se hallen completamente descompuestas. El resíduo negro caliente todavia, se pone en un tubo de porcelana, que se coloca en un horno á propósito; por

una de las estremidades del tubo llega una corriente de cloro seco, y en la otra se adapta un balon tubulado, provisto de un tubo. Asi que el aparato se encuentra lleno de cloro, se eleva la temperatura del tubo hasta el grado rojo, y aparece el cloruro. Despues de una hora ú hora y media, se da fin á la operacion; sucede con mucha frecuencia que el tubo de porcelana se obstruye por el cloruro.

El cloruro de aluminio obtenido por este procedimiento se presenta unas veces bajo la forma de agregaciones cristalinas dentelladas, y otras en masas sólidas, duras, de testura cristalina, formando grandes láminas, del aspecto del talco, semitrasparentes, y de un amarillo verdoso pálido. Este cuerpo despide vapores al aire, exhala el olor del ácido hidro-clórico, y se liquida. Se disuelve ademas en el agua produciendo ruido y calor; se volatiliza á una temperatura poco superior á la del agua hirviendo; su grado de fusibilidad se confunde con el de volatilizacion: y por último, se conserva sin alteracion en la naphta.

En el estado de vapor se combina con el hidrógeno sulfurado. Parte del compuesto que se forma se presenta en pequeños cristales laminosos, blancos, trasparentes, nacarados y parte en masa fundida, dura y quebradiza. Se hace delicuescente al aire; el agua le descompone con desprendimiento de gas hidrógeno sulfurado; tambien se descompone en gran parte por el calor. El cloruro de aluminio está compuesto de

1 at. aluminio.	=171,66	ó bien	20,56
3 át. cloro....	=663,96		79,44
1 át. cloruro ..	=835,62		100,00

Este cloruro puede obtenerse disuelto en el agua, tratando la alumina en jalea por el ácido hidro-clórico. La disolucion es incolora; se reduce á masa cuando se le evapora, pero retiene siempre agua. Si se trata de desecarle por medio de un calor avivado, se desprenden vapores de ácido hidroclórico y queda por resíduo la alumina.

Bromuro de aluminio.

1235. M. D'Arcet, hijo, ha obtenido este compuesto, tratando por el bromo una mezcla de alumina y de carbon; esta sustancia se parece mucho al cloruro de aluminio por sus principales propiedades. Es como este cuerpo, cristalino, volátil, humeante al aire libre, soluble en el agua con desprendimiento de calor, etc. Podrá obtenerse sin duda en disolucion tratando el sulfato de alumina por el bromuro de bario.

Su composicion debe ser

1 át. aluminio.	= 171,66	ó bien	10,93
3 át. bromo ...	= 1399,20		89,07
1 át. bromuro.	= 1570,86		100,00

Ioduro de aluminio.

1236. El iodo no se combina con el aluminio, bien se calienten reunidos estos dos cuerpos en estado sólido, bien se haga pasar el iodo en vapor sobre el aluminio enrojecido.

Asi no es posible obtener el ioduro de aluminio seco; pero sí en disolucion tratando la alumina en jalea por el ácido hidro-iódico. Este cuerpo se parece al cloruro y se compone de

1 át. aluminio.	= 171,66	ó bien	6,81
3 át. iodo.	=2350,05		93,19
1 át. ioduro ...	=2521,71		100,00

Sulfuro de aluminio.

1237. Calentando el azufre con el aluminio no le ataca; pero si se le hace llegar en estado de vapor sobre el aluminio enrojecido, se verifica la combinacion con incandescencia.

El sulfuro de aluminio es pulverulento, de un gris subido; toma el brillo metálico por el frotamiento; el agua y el aire húmedo le descomponen con desprendimiento de gas hidrógeno sulfurado.

Este compuesto no puede existir en el estado líquido. Asi cuando se vierte un sulfuro alcalíno disuelto, en la disolucion de una sal de alumina, al momento se forma un precipitado de este óxido, y se produce un desprendimiento de gas hidrógeno sulfurado. En el estado seco este sulfuro está formado de

2 át. aluminio....	=343,32	ó bien	36,26
3 át. azufre.....	=603,48		63,74
1 át. sulfuro	=946,80		100,00

Seleniuro, fosfuro y arseniuro.

1238. Colocando el aluminio en las mismas circunstancias que para su combinacion con el azufre, se une al selenio, al fósforo y al arsénico; y aun puede combinarse con el pri-

mero y el último calentándole directamente con estos dos cuerpos.

Los compuestos que resultan tienen propiedades semejantes á las del sulfuro de aluminio, se conducen de una manera análoga á este, con el agua, produciendo un desprendimiento de gas hidrógeno seleniado, fosforado ó arsenicado.

Sales de alumina.

1239. Estas sales tienen un sabor un poco ácido, astringente y algo dulce. La potasa y la sosa las precipita; pero el precipitado se redisuelve en un esceso de alcalí. El sulfato de potasa y el de amoniaco en disolucion saturada, vertidos sobre una disolucion un poco concentrada de una sal de alumina, producen un precipitado de alumbre bajo la forma de cristales octaédricos ó pulverulentos.

Las sales de alumina secas y puras, mezcladas con un poco de nitrato de cobalto, y calcinadas al soplete fuertemente toman un hermoso color de azul ultramar.

Sulfato de alumina.

1240. El sulfato de alumina es blanco, y posee un sabor astringente; enrojece la tintura del tornasol, es delicuescente, soluble en un peso de agua menor que el suyo. Cristaliza ya en hojas delgadas, blandas y flexibles, de un brillo nacarado, ya en forma de hebras suaves. Espuesto al calor pierde su agua de cristalizacion, y se convierte en polvo. Un calor fuerte le descompone enteramente, el ácido se volatiliza ó descompone en ácido sulfuroso y oxígeno. Este sulfato se obtiene tratando la alumina en jalea por el ácido sulfúrico,

dilatado en dos veces su peso de agua; la combinacion se verifica auxiliada por el calor, se eleva la temperatura del líquido hasta la ebullicion; se filtra el licor se evapora hasta la consistencia de jarabe, y se pone en un frasco para que pueda cristalizar. Este cuerpo debe estar formado de

1 át. alumina	= 643,32	ó bien	29,93	100
3 át. ácido	= 1503,48		70,07	
1 át. sulfato	= 2146,80	ó bien	61,00	100
24 át. agua	= 1349,76		39,00	
1 át. sulfato cristalizado	= 3496,56			

Tal es por lo menos la composicion del sulfato de alumina nativo, que se encuentra en masas mamilares ó fibrosas formadas de pequeños cristales suaves.

Sulfato de alumina tri-básico.

1241. La naturaleza presenta otra especie de sulfato de alumina que los mineralogistas conocen con el nombre de *websterita.* Este es un sub-sulfato, y aun parece que existen muchos de esta clase, en diversos estados de saturacion. La websterita es blanca, se encuentra ordinariamente en riñones ó en granos formados por cristales estremadamente pequeños. Esta sal fué observada primeramente en Hall, en Sajonia, y la designaron muy impropiamente con el nombre de *alumina nativa.* Este error ha durado mucho tiempo, y esto es tanto mas singular, cuanto que la websterita desprende á un calor débil mucho ácido sulfuroso, lo que debiera haber hecho buscar en ella al ácido sulfúrico. Despues se ha encontrado

tambien la websterita en Newhavon cerca de Brighton, en Bernon cerca de Epernay, y aun en Auteuil, cerca de Paris; la websterita se encuentra siempre en la arcilla plástica encima de los terrenos de creta.

Esta sal está formada de

1 at. alumina	= 643,32	ó bien	56,17	100
1 át. ácido	= 501,16		43,83	
1 át. sulfato tri-básico	= 1144,48	ó bien	53,00	100
18 át. agua	= 1004,92		47,00	
1 át. sulf. 3 básico, hidrat.	= 2149,40			

Sulfato de alumina octo-básico.

1242. Este es tambien un compuesto pulverulento muy análogo al precedente por todos los caracteres, pero muy digno de atencion por las circunstancias que concurren al formarse. Esté sulfato se produce en efecto, cuando se descompone el alumbre de base de potasa por medio del acetato de plomo. El licor que sobrenada al sulfato de plomo depositado, contiene acetato de alumina y sulfato de potasa; cuando este licor se calienta se enturbia al llegar á los 100° c. y deposita el sub-sulfato de alumina. Este se redisuelve por el enfriamiento y el licor adquiere de nuevo su claridad. El mismo resultado se obtiene mezclando el alumbre ó el sulfato de potasa con el acetato de alumina puro. Es evidente que este hecho es de la mayor importancia para la teoría de los mordientes que se aplican en la fabricacion de las telas pintadas.

Segun M. Koechlin Schouch, que ha hecho observaciones muy interesantes sobre estos mordientes, el sub-

sulfato que se deposita cuando se calientan, está formado de

8 át. alumina.....	=5146,56	ó bien	77,39
3 át. ácido sulfúrico..	=1503,48		22,61
1 át. sulfato, 8 básico.	=6650,04		100,00

Sulfito de alumina.

1243. El sulfito de alumina es blanco, suave al tacto; su sabor sulfuroso y terroso; es insoluble en el agua; espuesto al aire se convierte por grados en sulfato; por la accion del calor se desprende el ácido, y la alumina queda por resíduo.

Nitrato de alumina.

1244. Esta sal tiene un sabor ácido y astringente; es muy soluble; se convierte por la evaporacion en una masa viscosa de consistencia de miel; es muy dificil obtenerla en cristales; sin embargo, cristaliza en hojas delgadas, suaves al tacto y casi sin brillo. Espuestas al aire adquieren prontamente la humedad. Cuando se calienta este nitrato se desprende el ácido con facilidad y la alumina queda en el estado de pureza.

Se obtiene este compuesto tratando la alumina en jalea por el ácido nítrico, filtrando y evaporando el licor.

Fosfato de alumina.

1245. M. Fourcroy es el único químico que ha descrito esta sal. Saturando el ácido fosfórico por la alumina ha obtenido un polvo blanco, insoluble en el agua. Puede disolverse

este polvo por el ácido fosfórico, y entonces se produce un licor gomoso que se convierte por el calor en un vidrio trasparente.

Arseniato de alumina.

1246. La alumina en jalea se disuelve en el ácido arsénico; evaporando la disolucion produce una masa espesa insoluble en el agua. Esta sal puede obtenerse igualmente por doble descomposicion.

Borato de alumina.

1247. Esta sal apenas es soluble; puede obtenerse mezclando disoluciones de sulfato de alumina y de fosfato de sosa.

Lápislázuli.—Ultramar.

1248. Colocamos aqui como apéndice á los compuestos aluminosos la combinacion mal conocida todavia, que constituye el magnífico color azul que se conoce bajo el nombre de Ultramar.

El lápislázuli es un mineral que se encuentra en las partes septentrionales del Asia. Está en pedazos rodados, mezclados con piritas felspato, granates, etc. Su color es de un azul mas ó menos subido; es compacto y pesa de 2,7 á 2,9.

A una temperatura bastante elevada conserva el lápiz su color, pero al calor blanco se hincha y funde en una masa amarilla. Los ácidos poderosos le hacen perder su color; se desprende hidrógeno sulfurado, y queda una jalea espesa de silice. Este efecto no se produce sin embargo completamente

sino despues de haber calcinado primeramente el lápiz ; pero despues de esta operacion se verifica siempre, y esto debe ser asi, puesto que el lápiz se ha debido calcinar para la estraccion de este hermoso color.

El lápiz está evidentemente formado de dos sustancias distintas. La una muy abundante y verdaderamente incolora consiste únicamente en silice, alumina y sosa. La otra, mas rara y coloreada esencialmente , se compone de azufre unido á otro cuerpo, sobre el cual espondremos mas adelante las hipótesis posibles , porque la esperiencia no ha decidido.

El lápiz natural y el ultramar que se estrae de él , son bastante raros en la actualidad. En otro tiempo, á lo que parece, era mas abundante, porque los pintores por una parte, hacian, por decirlo asi, un abuso de esta sustancia, y por otra Haudieguer de Blancourt , que escribió hácia el 1700, nos dice que él conocia un medio de fabricar el lápiz artificialmente ; pero como en Francia es tan abundante , añade : es mucho mejor no darle á conocer, á fin de que los hombres empleen el tiempo en sus trabajos ordinarios , en vez de perderle en fabricar lo que pueden obtener con mayor facilidad. Esto atestigua lo suficiente que el ultramar era entonces mas estimado por su hermosura que por su rareza. Distamos por otra parte mucho de creer que Haudieguer haya poseido este precioso secreto.

1249. El lapislazuli no se puede emplear inmediatamente en la pintura; necesita de una preparacion preliminar sobre la cual los pintores antiguos dirigian sus mayores cuidados. Esta preparacion se reduce en general á pulverizar el lapiz, á incorporar el polvo con un mastigue resinoso, legiviar la masa con agua caliente que arrastra las particulas azules, á separar estas de las aguas de lavadura por una de-

cantacion cuidadosa, en fin, á desembarazarlas de tódo el mastique adherente por medio de nuevas lavaduras practicadas con una disolucion alcalína.

Haudicguer de Blancourt nos ha dejado detalles muy estensos sobre el tratamiento usado en su tiempo para la preparacion del ultramar.

1250. Se divide desde luego el lapislazuli en pedazos del grueso de una avellana, se lavan bien con agua tibia y se colocan en un crisol que se calienta en un horno de viento. Estos fragmentos candentes se arrojan al agua fria un poco acidulada con vinagre, y se repite seis ó siete veces esta operacion para privar al lapiz de su dureza y facilitar su pulverizacion. En seguida se muele en un mortero de bronce cubierto con una tela que impida la elevacion del polvo en el aire, y se pasa por un tamiz de seda muy fino.

Este método de pulverizacion no es todavia suficiente para el objeto propuesto; es necesario molerlo sobre una piedra de pórfido todo lo que permita esta operacion. Para hacer esta molienda facil y completa es preciso añadir al polvo de lapiz un licor viscoso que aumente el rozamiento de la moleta con la piedra.

Este licor se prepara disolviendo desde luego 60 á 80 gramas de miel de (1202,40 á 1603,20 granos) en 250 gramas (5010,00 granos) de agua pura, se hace hervir este jarabe y limpia bien de todas las espumas. En seguida se toman cinco gramas de sangre de drago (100,20 granos) que se muele en la piedra; con el licor precedente; se hace con esto una pasta fina que se introduce en un frasco sobre él que se añade á continuacion y poco á poco el licor meloso hasta que el todo tome un color violeta. Parece que la sangre de drago tiene por objeto el modificar un poco la tinta del ultra-

mar comunicándola un poco de violado, cuando él no lo tiene naturalmente. Preparado este licor se ponen sobre la piedra 500 gramas (10020 granos) de lapislázuli y se muelen añadiendo poco á poco 100 ó 120 gramas (2004 ó 2404,80 granos) del licor meloso. La molienda dura una ó dos horas; prolongándola por mas tiempo debilita el color del ultramar, lo que es necesario evitar.

La pasta de lapiz que resulta de la molienda se coloca en unos platos barnizados, y se deja secar á la sombra y al abrigo del polvo. Cuando ya se halla bien seca se deslie en una agua muy ligeramente alcalína *(legia dulce)* (1) se deja reposar, se decanta y se pone á secar de nuevo á la sombra.

1251. Cuando el lapiz se encuentra ya en este estado puede incorporarse con el cimento resinoso. En este se distinguen dos especies el *cimento dulce* y el *cimento fuerte;* el primero se emplea al principio, y el segundo al fin de la operacion.

El cimento dulce se compone de

	Gramas.	Granos.
Trementina.....	120.....	2404,80
Colofónia (pez griega)...	120.....	2404,80
Pez blanca.....	180.....	3607,20
Cera amarilla.....	30.....	601,20
Aceite de linaza.....	24.....	480,96

(1) La preparacion del ultramar exige tres clases de legías alcalínas. Estas se obtienen diluyendo 10 puñados de ceniza de sarmientos de viña en 10 kilógramas (21,80 libras) de agua caliente y filtrar la legía. Esta es la *legía fuerte.* Con el resíduo y otras 10 kilogramas de agua caliente se obtiene una *legía media.* En fin, añadiendo la misma cantidad de agua caliente al mismo resíduo se obtiene la legía dulce.

El cimento fuerte se obtiene con

Trementina.....	120.....	2404,80
Colofónia.....	180.....	3607,20
Pez blanca.....	90.....	1803,60
Almaciga.....	90.....	1803,60
Cera amarilla.....	90.....	1803,60
Aceite de linaza.....	45.....	901,80

Para el uno y el otro se purifica el aceite de linaza lavándole muchas veces con agua. Para esto se coloca en un frasco con un volúmen de agua igual al suyo, y se agita fuertemente. Mientras el agua salga turbia se repite esta operacion, hasta que despues de algunas lavaduras se presenta limpia y se da por terminada la purificacion.

Los dos cimentos se preparan del modo siguiente: se funde desde luego la trementina á un fuego muy lento y en un vaso terroso barnizado ; se añade la resina, despues la almaciga , y por último , la pez blanca ; se remueve el todo hasta que se halle perfectamente fundido. Entonces se incorpora la cera que se funde con mucha mayor prontitud , y el cimento se termina por la adicion del aceite de linaza. Este cimento vertido gota á gota en el agua fria , debe fijarse sin que se manifieste nata oleosa. Cuando esta nata se manifiesta es necesario dejarle sobre el fuego y hacerle hervir hasta que haya adquirido la consistencia conveniente.

Cuando el cimento está preparado se echa sobre un tamiz de crin, y se recibe en un barreño de agua fria. Se amasa en seguida y durante mucho tiempo en el agua para privarle de todas las impurezas que este líquido pueda arrastrar, ya sea por disolucion ya de otra manera. En fin , se

conserva debajo del agua, teniendo cuidado de renovar este líquido de tiempo en tiempo: por este medio se le preserva de la accion del aire que no tardaria en endurecerlo.

1252. Para tratar el lapiz, se toman partes iguales de cimento dulce y de lapiz molido en la piedra. Se funde el cimento en un fuego muy ligero y se añade poco á poco el polvo de lapiz por medio de un tamiz muy claro y pequeño. A medida que cae el polvo sobre el cimento se remueve bien para incorporarlo. Cuando esto se ha verificado completamente, se hecha la materia en el agua fria, se amasa bien con las manos untadas de aceite, y cuando la pasta está bien homogénea, se pone en un vaso, se cubre de agua y se deja en reposo durante quince dias.

De esta masa se estrae el ultramar, por medio de lavaduras convenientes. Se encierra en un lienzo, se introduce en el agua tibia, y se le deja reblandecer, se comprime la masa con suavidad; el agua de esta primera lavadura sale puerca, y se separa á un lado para estraer de ella el poco ultramar que contiene. En seguida se vierte sobre la pasta una nueva cantidad de agua tibia y se amasa todavia; en este momento es cuando se desprende poco á poco el ultramar mas hermoso, y viene á sobrenadar en el agua tibia. Esta se decanta de cuarto en cuarto de hora, y se reemplaza por otra cantidad siempre tibia. Las aguas de lavadura arrastran á la vez el ultramar y algunos fragmentos de cimento; estas aguas se pasan por un tamiz que retiene estos fragmentos, y se recogen cargadas de ultramar en unos vasos terrosos vedriados, y alli se abandonan al reposo.

En las cinco ó seis lavaduras primeras, puede estraerse en hermoso ultramar la cuarta parte del peso del lapiz empleado, pero á cada lavadura disminuye la riqueza de su color.

Repitiendo las lavaduras puede obtenerse una cantidad de ultramar semejante á la primera, pero menos rica en color como hemos dicho. En fin, repitiendo las lavaduras la tercera y cuarta vez se obtiene un polvo conocido con el nombre de *cenizas de ultramar*, que á escepcion de la intensidad, posee todas las propiedades de este precioso color.

Ocho horas se emplean en lavar 500 gramas (10020 granos) de lapiz mezclado con el cimento, y diez ó doce horas son suficientes para la decantacion de los diversos ultramares que se han estraido. Si las lavaduras no produjeran todo el éxito que se desea podrá acelerarse la operacion sirviéndose en lugar de agua tibia de un licor alcalíno. Las lejías dulce, debil ó fuerte, pueden emplearse sucesivamente para este efecto.

1253. Cuando se advierte que el ultramar preparado de esta manera no tiene toda la hermosura que se desea, se seca bien, se incorpora con el cimento fuerte y se repite toda la serie de operaciones que acabamos de esponer.

Por último, cuando ya el ultramar se considera como de hermosa calidad, es indispensable proceder á las lavaduras necesarias para privarle de las últimas porciones de cimento. Para esto puede lavarse simplemente con la lejía dulce que hemos indicado.

Puede tambien incorporarse con la yema de huevo formando una pasta, y lavarle en seguida con la lejía dulce. En fin, se recomienda que al fin de las lavaduras se diluya el ultramar decantado en hiel de vaca: se amase bien y se deslia muchas veces en el agua clara.

1254. Mientras que el ultramar no se ha podido producir artificialmente, ha debido considerarse como una materia de poca importancia industrial, pero no se halla en igual caso en

la actualidad; el ultramar puede formarse sin duda por procedimientos susceptibles de modificacion, y entonces puede esperarse que una sustancia tan preciosa como color, no tardará en adquirir usos numerosos. Bien pronto nos convenceremos de esto, si consideramos la naturaleza de sus elementos, el bajo precio á que pueden adquirirse, y la profusion con que se hallan repartidos en la naturaleza. La formacion artificial del ultramar es á no dudarlo la consecuencia de un precioso trabajo de los señores Desormes y Clement, publicado en 1806 y en el cual han dado el analisis de esta sustancia.

1255. Estos observadores notaron las propiedades que siguen, en el ultramar mas hermoso tal como se obtiene separando solo dos ó tres por ciento de ultramar de un buen lapislázuli.

La densidad de este ultramar es de 2,360; por la accion del calor rojo no esperimenta otra alteracion que la combustion de algunas señales de materia oleosa ó resinosa que se adquiere en el procedimiento de estraccion. El ultramar tratado por este grado de calor conserva su matiz, pero adquiere dureza y aridez, y para emplearle es preciso molerlo de nuevo sobre la piedra. Calcinándole hasta el grado rojo blanco produce un esmalte negro cuando no se han quemado primeramente los cuerpos grasos que contiene. En el caso contrario produce un vidrio casi incoloro y trasparente; entonces pierde 12 por 100 de su peso.

Sometido á la accion de la pila pierde su color en el polo positivo, y no se altera en el negativo.

Fundido con el borax deja desprender el azufre y el ácido carbónico; tambien suministra con facilidad un vidrio trasparente.

El oxígeno le altera profundamente ayudado del calor, y le hace pasar al verde mate.

El hidrógeno en caliente se apodera de su azufre, y le hace tomar una tinta rojiza.

El azufre en fusion no le altera; lo mismo sucede con el hidrógeno sulfurado líquido y el agua de cal.

La potasa y la sosa en disolucion obran en caliente sobre el ultramar, pero sin alterar su color. Estas sustancias solo disuelven la alumina que le acompaña constantemente; todos estos cuerpos destruyen el color por el intermedio del calor rojo, y se conducen entonces con el ultramar como con una arcilla cualquiera.

Los ácidos sulfúrico, nítrico é hidro-clórico destruyen con prontitud el color del ultramar produciendo un desprendimiento de hidrógeno sulfurado, y dejan una jalea espesa de silice. El mismo resultado produce el vinagre pero con mucha menos actividad en su accion.

El cloro decolora y disuelve al ultramar con mayor energía que todos los demas cuerpos. Para probarlo basta diluir el ultramar en agua, hacer pasar una corriente de cloro y removerlo constantemente; todo se disuelve por este medio á escepcion de 10 á 15 centésimas de silice.

Los señores Cleman y Desormes á quienes son debidas todas estas observaciones, han hecho el analísis del ultramar con todo el cuidado posible, y sin embargo han esperimentado siempre algunas pérdidas. Los resultados de este analísis son los siguientes

Sílice	55,8
Alumina.....	34,8
Sosa.....	23,2
Azufre	3,1
Carbonato de cal.	3,1
	100,0

1256. Algunos años despues, M. Tassuer observó en Saint-Gobin, en los hornos de sosa una materia azul que examinándola químicamente M. Vanquelin, reconoció ser verdadero ultramar. Desde entonces estas observaciones se han multiplicado, y se ha manifestado la formacion del ultramar en semejantes casos.

M. Kulhmann ha anunciado tambien que en un horno de calcinar sulfato de sosa, se le presentaban en lo interior del horno capas de ultramar diseminadas por varios puntos, sobre los ladrillos, siempre que se trataba de hacer reparaciones en el horno. El ultramar está rodeado de cristales rojos oscuros muy pequeños de sulfuro de sodio; esto demuestra con evidencia, que la formacion de este sulfuro precede á la del ultramar.

Asi, este nuevo hecho que conviene con el que ha observado M. Vanquelin, manifiesta que puede muy bien conseguirse la produccion del ultramar por la simple accion de la arcilla ordinaria, sobre el sulfuro de sodio.

Este último punto de vista es el que conviene examinar para el interés de la industria, porque el procedimiento de M. Gmelin que acabamos de examinar no puede conducir á ningun resultado práctico, á pesar que sea el mas conve-

niente de todos para aclarar la verdadera teoría de la fabricacion del azul ultramar.

1257. La observacion de M. Vanquelin determinó hace poco tiempo á la sociedad de fomento á proponer un premio para la fabricacion de ultramar artificial. Este premio le obtuvo M. Guimet, que no ha manifestado su procedimiento, y que espende en la actualidad el ultramar á 25 francos (95 rs.) la onza, cuando su valor ha llegado en otro tiempo á 200 francos (760 rs.)

M. Gmelin por su parte, ha publicado un procedimiento para la preparacion del ultramar facticio, que vamos á dar á conocer. Este método que segun M. Gmelin tiene un éxito infalible es el siguiente:

1258. Se prepara una cantidad de hidrato de sílice y de alumina; el primero fundiendo una parte de cuarzo bien pulverizado con cuatro de carbonato de potasa, disolviendo la masa fundida en el agua y precipitándola por el ácido muriático; y el segundo, precipitando una disolucion de alumbre puro por el amoniaco. Estas dos tierras deben lavarse cuidadosamente con agua hirviendo. Despues de esta operacion se determina la cantidad de tierra seca que queda despues de haber calentado hasta el grado rojo cierta porcion de los precipitados húmedos. El hidrato de sílice de que se ha servido M. Gmelin, contenia de 100 partes, 56 de sílice seca, y el hidrato de alumina 3,24 de tierra anhidra.

En seguida se disuelve en una disolucion caliente de sosa cáustica toda la cantidad de hidrato de silice que permitan las facultades disolventes del líquido, y se determina la cantidad de tierra disuelta. Entonces se toman sobre 72 partes de esta última (silice anhidra), una cantidad de hidrato de alumina que contiene 70 partes de alumina seca; esta se in-

corpora á la disolucion de la silice, y el todo reunido se evapora removiéndolo sin cesar, hasta que solo quede un polvo húmedo.

Esta combinacion de silice, de alumina y de sosa es la base del ultramar que se tiñe por el sulfato de sodio del modo siguiente:

Se pone en un crisol de Hesse una mezcla de dos partes de azufre y de una de carbonato de sosa anhidro; esta mezcla se calienta poco á poco hasta que al calor rojo medio se halle la masa bien fundida; entonces se va incorporando la mezcla anterior por muy pequeñas porciones á la vez con la masa fundida, teniendo la precaucion de no añadir una cantidad hasta no haber cesado la efervescencia debida al vapor de agua que contenia la anterior. Despues de haber sostenido el crisol una hora á un grado rojo moderado, se separa del fuego y se deja enfriar. El ultramar se encuentra en el crisol mezclado con el azufre en esceso que se separa por medio de un calor moderado. Cuando todas las partes del ultramar no se hallan coloreadas con igualdad pueden separarse las de mejor color por medio de lavaduras en el agua despues de haberlas reducido á polvo muy fino.

1259. No queda la menor duda de que con la silice, la alumina y el sulfuro de sodio puede hacerse el ultramar artificial. Parece que debia hacerse uso de un poli-sulfuro. Las observaciones hechas en los hornos de sosa prueban que puede esperarse un buen éxito con la arcilla de ladrillos, y este es el punto, lo repetimos, que debe llamar toda la atencion de los químicos. En efecto, si con un poli-sulfuro de sodio y arcilla ordinaria se llega á obtener el ultramar, éste será el color azul mas hermoso y el mas durable y barato de cuantos se conocen.

Alumbre.

1260. La sal conocida en el comercio con el nombre de alumbre, es un sulfato doble de alumina y de potasa, ó bien un sulfato doble de alumina y de amoniaco, y las mas veces una mezcla de estas dos sales dobles. Por mucho tiempo se habia considerado como un sulfato simple de alumina; sin embargo, jamás se habia podido llegar á formar cristales de alumbre combinando la alumina y el ácido sulfúrico, y por otra parte se sabia que la presencia de la potasa ó del amoniaco era indispensable para su formacion; en fin, los señores Vanquelin, Chaptal y Descroizilles, han dado la verdadera composicion.

En el dia se sabe de una manera general que la mayor parte de los sulfatos, cuya base contienen tres átomos de oxígeno, pueden unirse á los sulfatos que solo contienen en su base un átomo de este gas. El sulfato de amoniaco juega el mismo papel que estos últimos. Todas estas sales dobles poseen la misma composicion atómica y la misma forma cristalina; de suerte que en algun modo se las considera como especies de un mismo género, y muchas veces se las distingue con el nombre de alumbres de hierro, de cromo, etc.

Se pueden por lo tanto obtener los alumbres uniendo las sales siguientes, con tal que una de ellas haga el papel de ácido, y otra el papel de base.

Acidos.	Bases.
Sulfato de alumina.....	Sulfato de potasa.
id. de sesqui-óxido de hierro.....	id. de sosa.

id. de sesqui-óxido de manganeso..... .	id. de amoniaco.
id. de óxido de cromo, etc.....	id. de protóxido de hierro, etc.

El género alumbre, es pues numeroso en especies. Este género está bien definido por la composicion atómica citada anteriormente. Aqui debemos limitarnos á describir los alumbres producidos por el sulfato de alumina con los sulfatos de potasa, sosa y amoniaco.

1261. *Alumbre de potasa.*—De este alumbre se conocen tres variedades muy diferentes: el *alumbre ordinario*, el *alumbre de Roma* y el *alumbre aluminado.*

El primero es incoloro, tiene un sabor astringente, enrojece el tornasol; su pesantez específica es de 1,71. Cristaliza en octaedros regulares trasparentes y se eflorece ligeramente al aire. El agua á la temperatura ordinaria disuelve 1/15 de su peso; pero de agua hirviendo bastan las tres cuartas partes del peso del alumbre para su disolucion. Espuesto á un calor suave se funde en su agua de cristalizacion, y forma una masa conocida en otro tiempo con el nombre de *alumbre de piedra.* A una temperatura mas elevada se infla considerablemente y pierde su agua de cristalizacion; al mismo tiempo se hace blanco y opaco, muy coherente, susceptible de resistir largo tiempo á la accion del agua, y entonces toma el nombre de *alumbre calcinado.* Bajo esta forma, se emplea para corroer las carnes fungosas. Espuesto al calor rojo se descompone el sulfato de alumina; la alumina queda mezclada con el sulfato de potasa que no se descompone por el calor, en tanto que hay un desprendimiento de oxígeno y ácido sulfuroso. Cuando se somete este alumbre á la accion de un calor casi blanco

y prolongado por mucho tiempo, el sulfato de potasa se descompone á su vez bajo la influencia de la alumina que se combina con la potasa y deja el ácido sulfúrico en libertad.

Cuando se hace hervir una disolucion de alumbre con la alumina en jalea, se produce un sub-sulfato de alumina y de potasa, que es insoluble y que por consecuencia se deposita en forma de polvo blanco. Este es el *alumbre saturado de su tierra*, de los químicos antiguos.

El mismo efecto se obtiene inmediatamente añadiendo un poco de potasa ó de sosa á la disolucion de alumbre: tambien se precipita un sub-sulfato en polvo blanco.

El alumbre de potasa está formado de

1 át. sulfato de potasa..	=1089,07	ó bien alumina	10,82
1 át. sulfato de alumina	=2149,80	potasa	9,94
48 át. agua	=2699,52	ácido sulfúrico	33,77
		agua.....	45,47
	5938,39		
			100,00

El alumbre saturado de su tierra que se llama tambien *alumbre aluminado*, se compone de

1 át. sulfato de potasa.....	=1089,07	ó bien potasa	10,62
3 át. sub-sulfato de alumina tri-básico (Websterita).	=3433,44	alumina.....	35,03
18 át. agua.....	=1004,92	ácido sulfúri.	36,10
		agua.....	18,25
	5527,43		
			100,00

1262. *Alumbre de Roma.*—Este alumbre posee un gran

número de propiedades del precedente, pero difiere sin embargo por caracteres esenciales. En efecto, el alumbre de Roma cristraliza siempre en cubos opacos, mientras que el otro produce constantemente octaedros trasparentes.

Parece que el alumbre de Roma, cuya fabricacion haremos conocer en otra parte es un sulfato de alumina y de potasa en el cual la alumina se halla en pequeño esceso. Este compuesto es permanente tanto que se disuelveen el agua fria, y por una evaporacion lenta ó espontánea vuelve á presentarse bajo su forma cúbica. Pero cuando se disuelve en el agua á 43° c. ó algo mas, ó bien cuando se calientan sus disoluciones haste este punto, se precipita sub-sulfato de alumina, y queda en el líquido alumbre ordinario que cristaliza en octaedros.

No se conoce la composicion del alumbre de Roma; es probable que difiera y tal vez mucho de la del alumbre ordinario, sobre todo con respecto al agua de cristalizacion.

1263. *Alumbre amoniacal.*—El alumbre con base de amoniaco se asemeja enteramente al alumbre con base de potasa; se distingue de este último en que calcinado fuertemente el resíduo solo consta de alumina, y cuando se muele con la cal y un poco de agua se desprende amoniaco que se reconoce por su olor característico.

Este alumbre está compuesto de

1 át. sulfato de amoniaco	= 716,7	ó bien amoniaco	3,89
1 át. sulfato de alumina	= 2149,8	alumina	11,90
48 át. agua	= 2699,5	ácido sulfúrico	36,10
		agua	48,11
	5566,0		
			100,00

El alumbre amoniacal cristaliza en octaedros. No se sabe si podrá formar el alumbre cúbico: es muy probable.

1264. Ya hemos hecho observar que en el comercio se encuentra alumbre de Roma, alumbre de potasa, alumbre de amoniaco y alumbre mezclado que contiene mas ó menos alumbre de potasa y de amoniaco. Todos estos alumbres se emplean en la tintorería, y en la mayor parte de los casos pueden emplearse indiferentemente siempre que se hallen igualmente puros: pero esto no es asi.

Los alumbres del comercio contienen todos una cantidad de sulfato de hierro mas ó menos grande; y tanto mas estimados son cuanto menos cantidad contienen, porque esta sal es muchas veces perniciosa en la tintorería. El alumbre de Roma contiene de esta sustancia segun los señores Thenard y Roard 1/2200, y el de liege 1/1000. Se purifican estos alumbres haciéndolos cristalizar de nuevo ó sometiéndolos á unos tratamientos de que nos ocuparemos mas adelante.

El alumbre de potasa existe en la naturaleza, pero es muy raro. Se encuentra en pequeña cantidad en las fisuras de ciertos schistos. El sub-sulfato de alumina unido al sulfato de potasa existe por el contrario en grande abundancia; esta materia constituye colinas enteras en Tolfa cerca de Civita-Vecchia y en Piombino en Italia. Tambien se ha descubierto al pie de Monte de Oro en Auvergne.

La esplotacion del alumbre forma una rama del comercio tan importante que le consagraremos un capítulo en particular.

1265. *Alumbre de sosa.*—Este no ha podido todavia aplicarse á los usos que hacen la fabricacion de los precedentes tan considerable. Tal vez podrá jugar el mismo papel que ellos, y su gran solubilidad le hará útil en algunas ocasiones.

El alumbre con base de sosa posee en efecto las mismas propiedades que el alumbre con base de potasa, pero es mucho mas soluble. Su sabor, su forma cristalina y sus principales reacciones, son por otra parte las mismas; su densidad es de 1,35. Está compuesto como el alumbre de potasa octaédrico, de un átomo de sulfato de sosa y otro de sulfato de alumina. Es probable que no contenga sino 48 átomos de agua, aunque se ha creido poder fijar la cantidad en 50 átomos.

Véase aqui su composicion tal cual se presenta

4 át. ácido sulfúrico.	=2004,64	ó bien	34,00
1 át. alumina.....	= 643,32		10,52
1 át. sosa.....	= 390,92		6,48
50 át. agua.....	=2812,00		49,00
	5850,88		100,00

Es muy probable que los dos átomos de agua en esceso sean debidos al agua interpuesta.

CAPITULO X.

GLUCINO.—OXIDO.—CLORURO.—BROMURO.—IODURO.—SULFURO.—SELENIURO.—FOSFURO.—ARSENIURO DE GLUCINO.—SALES DE GLUCINA FORMADAS POR LOS ÁCIDOS MINERALES NO METÁLICOS.

Glucino.

1266. El glucino ha sido obtenido por M. Woelhe, usando del mismo procedimiento que habia empleado para

estraer el aluminio y el itrio. La reduccion del cloruro de glucino por el potasio se verifica igualmente con un gran desprendimiento de calor. La masa gris formada por el cloruro de potasio y el glucino, se disuelve con un débil desprendimiento de hidrógeno fétido, y el glucino se separa en polvo de un color negro agrisado que se pone sobre un filtro, se lava y hace secar bien. El glucino se presenta en un polvo de un gris subido que tiene enteramente la apariencia de un metal precipitado en partes muy divididas. Por medio del bruñidor toma un brillo metálico oscuro. A la temperatura ordinaria no se oxida en el agua ni en el aire, ni tampoco en el agua hirviendo.

El glucino no se inflama en el aire sino cuando se calienta al grado rojo; á esta temperatura arde en el gas oxígeno puro con un brillo estraordinario, y sin embargo la glucina que resulta no manifiesta ninguna señal de fusion.

En el ácido sulfúrico concentrado y caliente se disuelve el glucino con desprendimiento de gas sulfuroso. Se disuelve igualmente en los ácidos sulfúrico é hidro-clórico con desprendimiento de hidrógeno, y en el ácido nítrico con desprendimiento de gas nitroso. Tambien se disuelve en una disolucion de potasa cáustica, con desprendimiento de gas hidrógeno; pero el amoniaco que disuelve al aluminio no le ataca.

Oxido de glucino ó glucina.

1267. El descubrimiento de este óxido es debido á M. Vanquelin, que por invitacion de M. Hauy, hizo el análisis del berilo, piedra trasparente, de un color verde y una dureza muy grande. Esta piedra se halla cristalizada en las montañas de Siberia y en otras comarcas, y particularmente

en las cercanías de Limoges; se conoce con el nombre de esmeralda comun.

Preparacion.—La glucina se estrae generalmente de la esmeralda de Limoges, para lo cual, despues de haber reducido la piedra á polvo fino, se funde en un crisol de plata con tres veces su peso de potasa cáustica. Esta masa se diluye en agua, se disuelve en el ácido hidro-clórico y se evapora hasta sequedad. El resíduo se trata por una cantidad de agua suficiente para disolver los cloruros; se filtra para separar la silice, y se vierte en el licor filtrado un esceso de carbonato de amoniaco; por este medio se precipita la cal, el cromo y el hierro en el estado de carbonato, y el carbonato de glucina queda disuelto á favor del esceso de carbonato de amoniaco; el licor se filtra de nuevo; se le hace hervir y al momento se deposita el carbonato de glucina. Este precipitado se lava bien, se seca, y en seguida se calcina para privarle del ácido carbónico y se obtiene la glucina pura.

La glucina es blanca, ligera, suave al tacto, sin sabor ni olor; tiene la propiedad de adherir fuertemente á la lengua, es insoluble en el agua; y no tiene accion sobre los colores azules de los vegetales. Este óxido es infusible á un fuego de forja; no tiene accion sobre el gas oxígeno y absorve el ácido carbónico del aire á la temperatura ordinaria.

Composicion.—Este óxido está formado de

2 át. glucino	=662,56	ó bien	68,83
3 át. oxígeno	=300,00		31,17
1 át. óxido de glucino	=962,56		100,00

Cloruro de glucino.

1268. El cloruro de glucino se prepara de la misma manera que los cloruros de aluminio y de itrio; tiene mucha semejanza con el primero de estos dos cloruros; se sublima en copos nevosos, que tienen un brillo como el de la seda: se funde en gotas morenas, por la accion de un calor suave y es insoluble en el agua.

Bromuro de glucino.

Calentando el glucino en el vapor de bromo, se inflama con facilidad. El bromuro de glucino se sublima en agujas blancas muy largas; es fusible, muy volátil y se disuelve en el agua con un gran desprendimiento de calor.

Ioduro.

Este compuesto es análogo á los dos precedentes y al ioduro de itrio.

Sulfuro de glucino.

1269. El sulfuro de glucino produce al formarse una incandescencia casi tan brillante como la que se verifica durante la combustion de este metal en el gas oxígeno. La combustion se efectua tan pronto como el azufre se ha separado por el calor de la pequeña masa de glucino, y que el metal se encuentra en una atmósfera de azufre. Este sulfuro es una masa de color gris, sin fundir, que se disuelve, aunque con mucha dificultad en el agua, sin desprendimiento de gas hidrógeno sulfurado. Cuando se trata el sulfuro por los ácidos, el hidrógeno sulfurado se desprende con rapidez.

Seleniuro de glucino.

El selenio obra del mismo modo que el azufre sobre el glucino, y el compuesto que resulta tiene propiedades análogas.

Fosfuro de glucino.

1270. El glucino arde en el vapor de fósforo con una luz muy viva. El fosfuro de glucino es gris, pulverulento, y puesto en contacto con el agua, desprende hidrógeno perfosforado.

Arseniuro de glucino.

El glucino con el arsénico produce tambien luz. El arseniuro de glucino es un polvo gris, sin fundir, que desprende gas hidrógeno arsenicado con el agua pura.

Sales de glucina.

1271. Estas sales se distinguen por un sabor dulce y astringente. Los alcalís las precipitan, pero la potasa y la sosa cáustica, ó el carbonato de estas bases, redisuelven el precipitado, aunque los carbonatos le disuelven menos que los alcalís. El amoniaco aisladamente no puede disolverle; pero el carbonato de amoniaco verifica muy bien esta disolucion.

La glucina tiene de comun con la alumina el disolverse como ella en la potasa y en la sosa. Se asemeja á la itria, en que como esta no se disuelve en el amoniaco, y sí en el carbonato de esta base; pero esta facultad de disolverse en el carbonato de amoniaco es cinco veces mayor en la glucina que en la itria.

Por otra parte, el sulfato de glucina no cristaliza, ni se forman cristales de alumbre cuando se mezcla con su disolucion sulfato de potasa.

Sulfato de glucina.

1272. Esta sal se psepara disolviendo la glucina hasta la completa saturacion, en el ácido sulfúrico dilatado en una vez su peso de agua. Evaporando la disolucion produce con mucha dificultad unos cristales mı y pequeños en forma de agujas ; ordinariamente se obtiene en una masa semejante al jarabe muy espeso.

Esta sal es blanca, azucarada, un poco astringente, algo delicuescente y soluble en el agua. Espuesta al fuego esperimenta la fusion acuosa, pierde su agua de cristalizacion y se convierte en polvo. El calor rojo la descompone completamente, el ácido se desprende y la gluciua queda en el estado de pureza.

La composicion de este sulfato es

1 át. glucina.....	= 962,56	ó bien	39,03
3 át. ácido sulfúrico	=1503,48		60,97
1 át. sulfato.....	=2466,04		100,00

Fosfato de glucina.

1273. Esta sal es insoluble, se obtiene por doble descomposicion; se precipita en polvo blanco, no se altera por el aire, y espuesta á un calor fuerte se funde en un vidrio trasparente.

Nitrato de glucina.

El sabor de este nitrato es astringente y azucarado. El nitrato de glucina es tan delicuescente y tan soluble en el agua, que hay mucha dificultad para obtenerlo seco. Evaporando su disolucion se espesa y toma una consistencia glutinosa como la miel: se funde fácilmente por el calor, y en seguida se descompone.

Este nitrato se prepara saturando el ácido nítrico por el óxido.

Carbonato de glucina.

Esta sal es blanca, pulverulenta, grasienta al tacto, insípida y muy ligera. No se disuelve en el agua, ni esperimenta alteracion al aire. Este carbonato se descompone fácilmente por el calor. Se prepara precipitando la glucina de una de sus disoluciones por un carbonato alcalino.

CAPITULO XI.

CIRCONIO.—OXIDO.—CLORURO.—SULFURO DE CIRCONIO.—SALES DE CIRCONIO FORMADAS POR LOS ÁCIDOS MINERALES NO METÁLICOS.

1274. La circona ha sido descubierta por Klaproth en 1789 en una piedra preciosa de la Isla de Ceilan llamada *jargon ó circon.* El mismo químico halló tambien esta sustancia haciendo el analísis del jacinto piedra preciosa que viene de la misma Isla; y en 1795 publico los resultados, segun los cuales, la circona debia estar colocada en el rango

de las tierras, y considerada como una tierra nueva y distinta de las demas. Los descubrimientos de sir H. Davy sobre la composicion de la potasa hacian probable la existencia de un radical metálico en la circona. Obtenido por M. Berzelius este radical parece sin embargo aproximarse mucho mas la silicio que á los demas metales.

El circonio se presenta bajo la forma de un polvo coherente y negro como el carbon. Frotándole con el bruñidor toma un color gris subido y un brillo casi metálico. No es buen conductor de la electricidad. Calentándole al contacto del aire se inflama y pasa al estado de óxido. El clorato y el nitrato de potasa apenas le oxidan aun al grado del calor rojo, el carbonato de potasa por el contrario le convierte con facilidad en óxido por el intermerdio del calor. El borax húmedo le oxida tambien por el calor. El ácido hidro-clórico es el único que ataca al circonio; la potasa disuelta no le altera.

Para obtener el circonio se toma desde luego fluoruro de circonio y potasio; bien seca esta sal se mezcla con el potasio en un pequeño crisol de hierro, al cual se adapta bien una tapadera de hierro tambien; se calienta el crisol hasta el grado rojo, y la reduccion se verifica. La masa negra que resulta se trata por el agua; el circonio se precipita en polvo y el fluoruro de potasio se disuelve. Este precipitado se lava bien sobre un filtro con una disolucion de sal amoniaco, y despues con alcohol, y se seca. No se puede hacer uso del agua pura para lavar en esta ocasion porque haria pasar el circonio al través del filtro.

Oxido de circonio ó circona. Este óxido se estrae de los jacintos que se encuentran con bastante abundancia en las arenas de los arrollos de Expailly (Alto Loira). Se funden en un crisol de plata con tres veces su peso de potasa. La masa

fundida se trata por el ácido hidro-clórico dilatado; se evapora hasta sequedad para que la silice se deposite; despues se trata por el agua y se disuelven los cloruros de circonio y de hierro; se filtra la disolucion, y en ella se vierte amoniaco que precipita la circona y el óxido de hierro en el estado de hidratos.

Cuando estos estan bien lavados se hacen hervir con el ácido oxálico; de aqui resulta un oxalato de hierro soluble y un oxalato de circona insoluble. Separando este último por medio de la filtracion, lavándolo y calcinándolo suficientemente produce la circona perfectamente pura.

La circona es blanca, sin sabor ni olor; insoluble en el agua, infusible al soplete. Cuando se calienta á una temperatura algo elevada se hace insoluble en los ácidos. Su pesantez específica es de 4,3. Está compuesta de

2 át. circonio.	= 840,42	ó bien	73,69
3 át. oxígeno.	= 300,00		26,31
1 át. circona..	= 1140,42		100,00

1275. *Hidrato de circona.* — Este hidrato contiene 1 átomo de circona y 3 átomos de agua. Se disuelve fácilmente en los ácidos dilatados. El carbonato de amoniaco no le disuelve sino con mucha dificultad é incompletamente. Calentándole aun en el agua á la temperatura de 100° pierde su solubilidad en los ácidos. Cuando se eleva su temperatura entra en ignicion antes del grado rojo, y queda enteramente insoluble en los ácidos.

1276. *Cloruro de circonio.*—Calentando el circonio en el cloruro gaseoso se obtiene el cloruro de circonio. Podrá

obtenerse con mayor facilidad tratando la circona y el carbon por el cloro. Haciendo obrar el ácido hidro-clórico sobre la circona hidratada ó su carbonato se obtiene en disolucion el cloruro de circonio. Esta disolucion produce cristales eflorescentes que apenas se disuelven en el ácido hidro-clórico concentrado. Este cloruro pasa fácilmente al estado de cloruro de óxido formado de 1 át. de óxido y de 1 átomo cloruro.

1277. *Sulfuro de circonio.* M. Berzelius ha preparado este sulfuro quemando el circonio en el vapor de azufre; en este caso se presenta una débil ignicion. El sulfuro de circonio tiene un color de canela; el agua ni la mayor parte de los ácidos tienen accion sobre él. El agua régia y el ácido nítrico hidro-fluórico son los únicos que le atacan.

Sales de circona.

1278. Estas sales tienen un sabor astringente desagradable; se precipitan por el sulfato de potasa que se apodera de su ácido para pasar al estado de sulfato de ácido, y la circona se deposita en el de sub-sulfato. La potasa cáustica las precipita sin que el precipitado desaparezca por un esceso de alcalí. Los carbonatos de potasa y sosa no disuelven á la circona hidratada; pero cuando se precipita una sal de circona por un carbonato alcalíno en esceso, el precipitado se redisuelve. Esto es lo que se verifica haciendo caer gota á gota una disolucion de circona en una disolucion de carbonato alcalíno, y removiéndola al mismo tiempo.

1279. *Sulfato de circona.*—Esta sal se presenta en polvo blanco, insoluble en el agua, insípido no se altera por el aire y se descompone fácilmente por el calor. Se disuelve en un esceso de ácido produciendo en tal caso cristales estrella-

dos, trasparentes, solubles en el agua y de un sabor astringente. Se prepara esta sal disolviendo la circona en el ácido sulfúrico y evaporando la disolucion hasta sequedad. Disolviendo en este sulfato el hidrato de circona se forma un sub-sulfato soluble en el agua que se convierte en una masa gomosa por la evaporacion. Esta masa concluye por volverse blanca y opaca. Añadiendo agua á una disolucion de este sub-sulfato se enturbia y deja depositar otro sub-sulfato mas básico.

El sub-sulfato neutro de circona contiene 2 át. de circona y 3 át. de ácido sulfúrico. El sub-sulfato soluble está formado de 4 át. circona y 3 át. ácido sulfúrico. En fin, el sub-sulfato insoluble contiene 2 át. de circona y 1 át. ácido sulfúrico.

1280. *Nitrato de circona.*—El nitrato de circona se obtiene tratando la circona en jalea por el ácido nítrico; esta sal contiene siempre un esceso de ácido; enrojece el tornasol, es astringente y no cristaliza. Evaporando su disolucion se obtiene una materia amarilla, trasparente, escesivamente tenaz, muy viscosa, y que no se deseca sino con mucha dificultad. No se disuelve en el agua sino en muy pequeña cantidad; queda en gran parte bajo la forma de copos gelatinosos y trasparentes.

LIBRO QUINTO.

En este libro nos proponemos examinar la preparacion en grande de algunos productos que se refieren á la historia de los cuerpos que se hallan comprendidos en el libro precedente. Vamos á estudiarlos sobre poco mas ó menos en el mismo órden en que estos cuerpos se hallan colocados.

CAPITULO PRIMERO.

DEL POTASIO Y DE LOS PRODUCTOS COMERCIALES QUE DE EL SE ORIGINAN.

El potasio se encuentra en el comercio en el estado de carbonato, de sulfato, de nitrato de potasa y de cloruro de potasio. El nitrato de potasa se examinará mas adelante por ser uno de los cuerpos que constituyen la pólvora.

El sulfato de potasa es las mas veces un producto accidental, que se obtiene en la fabricacion de los ácidos sulfúrico ó nítrico. El cloruro de potasio no es lo mismo cuando se prepa-

ra, que cuando se obtiene accidentalmente en algunas industrias. Nos ocuparemos sobre todo en describir la fabricacion del carbonato de potasa; pero al mismo tiempo haremos conocer los principales manantiales del cloruro de potasio y del sulfato de potasa.

Potasas.

1281. Las potasas del comercio estan siempre formadas esencialmente de carbonato de potasa mezclado con mayores ó menores cantidades de materias estrañas entre las cuales el cloruro de potasio y el sulfato de potasa juegan muchas veces un papel muy útil. Las potasas provienen siempre de la incineracion de los vegetales y de las lavaduras de las cenizas que resultan de ellos. La legía cargada de todas las sales solubles que contienen las cenizas, y evaporada hasta sequedad suministra el salino, y este espuesto á la accion del calor rojo produce la potasa.

El salino es ordinariamente de un color moreno mas ó menos subido, y debe este color á la presencia del ulmato de potasa, cuya cantidad varia con la temperatura á que ha estado sometido. Calcinándolo hasta el grado rojo, se quema el ácido úlmico; el ulmato de potasa se trasforma en carbonato, y el color moreno del salino desaparece; pero entonces el resíduo toma una tinta roja, verde ó azulada. La primera proviene de la presencia del peróxido de hierro; la segunda y tercera son debidas al manganesiato de potasa que se produce siempre cuando el salino contiene manganeso, y se calienta al contacto del aire hasta la temperatura roja.

La potasa se hace por la calcinacion ligera, porosa y sonora. Avivando mas el fuego se funde y produce unas masas duras y compactas.

Nada hay mas sencillo que la preparacion de la potasa. Se reducen desde luego á cenizas los vegetales que se quieren esplotar. Para esto se practica una gran fosa en la tierra, cuidando que el fondo y las paredes estén bien batidas; se amontonan en ella los árboles ó plantas que se quieren quemar; se pone fuego al monton, y se deja consumir todo á un fuego lento hasta la perfecta incineracion. Si el fuego es demasiado vivo habrá mucha ceniza arrastrada por la corriente de aire fuera del punto de la combustion, y esto causará una pérdida verdadera. Las cenizas que resultan se ponen en un hogar bien cubierto, á fin de preservarlas de las lluvias. Parece que las cenizas viejas son mas fáciles de lavar que las recientes. Las observaciones de M. Berthier esplican este hecho lo suficiente para que sea necesario llamar la atencion sobre él.

Los principios sobre que se funda la legiviacion de las cenizas son exactamente semejantes á los que espondremos cuando tratemos de la legiviacion de los yesones salitrosos. La ceniza se somete á tres lavaduras. La primera produce una legía muy rica, la segunda una mas débil, y la tercera es la menos cargada de todas. Las aguas de lavadura se repasan por nuevas cenizas hasta que marcan 15° del areómetro de Beaumé; en este caso se encuentran ya á propósito para esponerlas á la evaporacion. Para que las lavaduras se verifiquen con prontitud, y para que den un resultado seguro, será necesario emplear el agua caliente. A este efecto se prepara una caldera destinada á calentar el agua de la primera lavadura, y las legías que han de repasar sobre las nuevas cenizas.

Se da principio á la evaporacion de las legias á 15° en unas calderas de chapa de hierro, y se termina en una cal-

dera de fundicion. El resíduo que se obtiene por este medio es el salino, que se despedaza por medio de un escoplo cortante y un mazo, y en seguida se almacena. Sentado esto, la disposicion general de una fábrica se hace facil de comprender. Tres hornos unidos contienen tres calderas de chapa de hierro para la evaporacion, y una de fundicion para desecar el salino. Los humos de estos tres hornos pasan por debajo de una ó dos calderas de chapa de hierro, destinadas á calentar el agua de las legías; al lado de este aparato se encuentran 15 toneles colocados en tres filas: estos sirven para la legiviacion. De suerte, que en un trabajo bien establecido se deseca el salino, se evaporan las aguas fuertes, y se calienta el agua pura ó las aguas débiles que deben servir para las nuevas legiviaciones. Por medio de unos tubos colocados de un modo conveniente entre las calderas en que se calienta el agua y los toneles, pasa el agua caliente á estos últimos siempre que es necesario.

El método de lavado mas sencillo consiste en poner en cada tonel, que debe estar agujereado por su parte inferior un pedazo de teja destinado á mantener la masa de ceniza. Por encima de la tela se estiende una capa de paja que se cubre á su vez con una tela clara. Encima de esta tela se coloca la cantidad de ceniza necesaria para llenar el tonel. La ceniza se diluye poco á poco con el agua, y en seguida se vierte esta sobre la pasta, de manera que se llene el tonel. Se deja reposar durante 12 horas, y despues por medio del agujero se deja correr el líquido. Entonces se añade nueva cantidad de agua que se deja en contacto con las cenizas durante dos ó tres horas, y al cabo de este tiempo se decanta. Esta operacion se repite hasta que las cenizas se hayan disipado. Los licores débiles que se han estraido, se conducen á las cal-

deras de calentar para hacerlos pasar despues de calientes sobre nuevas cenizas, y cuando ya marcan 15° del areómetro de Beaumé se esponen á la evaporacion.

La calcinacion del salino se ejecuta en un horno de reverbero de una forma particular. Este horno tiene dos fogones, de los cuales sale la llama, penetra hasta el fondo del horno y vuelve á salir por la puerta que se introduce el salino. El horno se calienta hasta el grado rojo, y en seguida se carga de salino. Este se deseca poco á poco y sin cambiar de estado cuando no contiene demasiada agua; pero si está muy húmedo se fundirá y no tocará al suelo sino con mucha dificultad. Al principio de la operacion el salino decrepita; esto proviene de la presencia de los cloruros alcalínos. En seguida esperimenta un principio de fusion y se ahueca. Despues contrae adherencia con el suelo; pero apoyando la capa superior de la torta ya sobre la parte anterior, ya sobre el fondo del horno, la llama que obra sobre la capa inferior la hace ahuecarse á su vez, y la obliga bien pronto á despedazarse ella misma.

Al cabo de una hora poco mas ó menos el ácido úlmico y las otras materias vegetales contenidas en el salino, se inflaman. Las superficies espuestas á la llama se ennegrecen, despues vuelven á blanquear, y revolviendo la materia con una pala, de tiempo en tiempo, el salino se encuentra convertido en potasa. Aunque parece muy sencillaesta operacion, sucede con frecuencia que siendo el salino muy rico en cloruros, estos funden antes que se complete la combustion. En este caso los pedazos de potasa presentan en el centro partes morenas que no se han despojado de materia orgánica. Para evitar este inconveniente es preciso conducir la calcinacion con mucha lentitud y hacer de modo que la combustion se termine antes que

se efectue la fusion. El suelo del horno debe ser de piedra arsenisca ó de fundicion. Los suelos de ladrillos pueden servir, pero la potasa los corroe demasiado pronto.—Para calcinar 1200 kilógramas de salino (2616 libras), se consumen dos steres (35,9818 fanegas) de leña. Esta debe escogerse bien seca y que produzca una llama larga. El salino pierde de 10 á 20 por 100 en la calcinacion.

En la química vegetal se hallará el resultado de los numerosos ensayos que se han practicado para apreciar el producto en potasa de diversas plantas ó leñas. En el capítulo consagrado á los ensayos analíticos daremos ademas los medios exactos, por los cuales M. Gay-Lussac ha llegado á determinar la riqueza de las potasas del comercio, bien sea relativamente al carbonato, bien al cloruro ó al sulfato de potasa.

1282. Bajo el nombre de *cenizas graveladas* se distingue mas particularmente la potasa que proviene de la combustion de las heces del vino. Esta operacion, que puede practicarse con ventaja en todos los paises en que abundan las viñas, está fundada en la existencia del bi-tartrato de potasa en dichas heces. Esta sal existe alli en cantidad bastante grande; pero está mezclada con diversas materias orgánicas, con sulfato de potasa y con algunas otras sales. Cuando es practicable es mejor estraer el bi-tartrato de potasa, porque esta sal tiene mucho mas valor que la potasa que puede suministrar.

Cuando se ha estraido el vino de las vasijas que le contienen se reunen todas las heces que ha producido en unos toneles, y alli se dejan reposar. Al cabo de algunos dias se estrae el vino que se ha separado del depósito sólido, y este se coloca en unos sacos que se someten á la presion. En cada saco se ponen 18 kilógramas (32,24 libras) de las heces de-

cantadas. Cuando la materia se ha prensado lo suficiente se saca de los sacos sin quebrar el pan que se forma, y se termina la desecacion al aire. Cada pan se encorva en forma de teja acanelada, y se coloca sobre un plano durante algunos dias. A esta época pueden esponerse al sol todos los panes que estan oreados, y secarlos por este medio hasta que se hallen á punto de poderse romper limpiamente y produciendo ruido. Cada pan debe pesar cerca de tres kilógramas 6,54 libras.

Preparadas las heces de este modo se encuentran en disposicion de poderse quemar. Esta combustion se practica al aire libre sobre una hera bien aplanada, que se rodea de un muro de dos metros (7,14 pies) de diámetro sobre veinte y cinco centímetros (129,25 líneas) de altura. Este muro es de ladrillos ó tejas sin mortero de cal y arena. En el centro de este espacio se dispone un haz de leña menuda, y á su alrededor se colocan unos veinte panes de heces para dar principio á la combustion. Cuando estos estan bien inflamados se añaden otros nuevos. De esta suerte se continúa, aumentando panes y elevando al mismo tiempo la pequeña pared que circunda el ámbito en que se efectua la combustion. Cuando ya se han empleado unos mil panes, se detiene la operacion. La combustion debe dirigirse de modo que no sea demasiado lenta, ni demasiado activa. Se ha observado que esta combustion se practica mejor con las heces frescas, que con aquellas que han esperimentado la fermentacion pútrida.

3000 kilógramas (6540 libras) de heces quemadas por este medio producen 500 kilógramas (1090 libras) de cenizas graveladas. Esta ceniza es ordinariamente blanquecina y está salpicada de pedazos manchados de azul ó verde. Su sabor es abrasador; produce la mitad de su peso de buena potasa.

1283. En fin, se conoce en el comercio bajo el nombre de sosa de Warek, un producto cuya composicion le hace muy digno de figurar entre las potasas. La sosa de Wareck se prepara sobre las costas de la Normandía, por medio de plantas marinas conocidas con el nombre de *goemon* (wareck). Este es un fucus que puede flotar sobre el agua que se esplota, y esta propiedad permite formar con el almadías ó balsas que se conducen con facilidad á los sitios en que debe ser quemada. La combustion se hace en un foso, y á medida que el resíduo de la incineracion entra en fusion, se reune en masa. Esta es la *sosa bruta* que emplean los fabricantes de botellas. Para estraer las sales de Wareck se legivia esta sosa y se evapora el licor. Las aguas madres retienen las sales de iodo, de las cuales se estrae este cuerpo. Las sales que se estraen de las sosas brutas de Wareck por la legiviacion, estan formadas al poco mas ó menos de

Sulfato de potasa...	=19	100
Cloruro de potasio.	=25	
Sal marina.....	=56	

M. Gay-Lussac que las ha analizado muchas veces mira estas proporciones como la composicion media. Estas sales como se advierte son de tan grande interés por su riqueza en potasa que se pueden aplicar á la fabricacion del alumbre y á la del salitre. Las sales de Wareck se reconocen por la presencia de algunas señales de ioduro de potasio.

Estraccion del potasio y del sodio.

1284. El potasio y el sodio se preparan por iguales procedimientos, es decir, por la descomposicion de sus hidratos

mediante el hierro, y por la de sus carbonatos mediante el carbon. A los señores Gay-Lussac y Thenard se debe el descubrimiento del primero de estos procedimientos que se ejecuta poniendo el hidrato en contacto con el hierro al calor blanco. El hidrógeno se desprende, se forma óxido de hierro y se recoge el potasio ó el sodio. Vamos á describir primeramente la preparacion del potasio.

Como la potasa es volátil es preciso hacerla llegar muy poco á poco al hierro candente, aunque en rigor el potasio puede obtenerse por la simple destilacion de una mezcla de hierro é hidrato de potasa colocada en una retorta de hierro, cuya temperatura se eleve hasta el calor blanco. Yo lo he preparado de este modo. Pero en este último caso la potasa volatilizada fijándose en el cuello de la retorta, podria taparla completamente y hacer imposible el desprendimiento de vapores de potasio.

El aparato de los señores Gay-Lussac y Thenard se compone principalmente de un cañon de fusil (Lám. 17, fig. 1) con dos curvaturas. La porcion que debe contener el hierro se coloca en el horno con una ligera inclinacion. En el lado inferior se encorva el cañon hácia abajo y se coloca en el recipiente del potasio. Al lado opuesto por el contrario, se levanta el cañon hácia arriba presentando asi un tubo inclinado, en el cual se introduce la potasa, que puede por este medio correr desde el momento en que se encuentra fundida, y venir á la parte horizontal, á donde se pone en contacto con el hierro que se halla á la temperatura del grado rojo-blanco.

El recipiente del potasio es una especie de tubo inflado formado de dos piezas que enchufan una en otra perfectamente. Por este lado el aparato se termina por un tubo para el gas, y por el otro por un tubo de vidrio que viene á colo-

carse en el mercurio y que hace funciones de tubo de seguridad. Algunas veces se añade al estremo del cañon en que se encuentra la potasa un aparato que suministra gas hidrógeno seco, que se hace pasar lentamente al aparato durante toda la operacion. Por este medio se hace la formacion y el trasporte de los vapores mas facil y abundante, ya sea para la potasa, ya para el mismo potasio. Estando bien concebidas estas disposiciones generales que las figuras 2 y 3 de la lámina 17 harán conocer mejor, nos quedan que dar algunos detalles importantes, tanto sobre la disposicion de las diversas partes del aparato como sobre la marcha de la operacion.

El hierro que se necesita para la descomposicion de la potasa se toma en el estado de torneaduras. Pero como estas suelen estar oxidadas en varios puntos es preciso privarle de estas capas de óxido que podrian destruir una parte del potasio, ó que harian la reaccion menos enérgica disminuyendo las superficies que deben obrar.

Esto se consigue quebrantando á golpe desde luego en un mortero de fundicion los pequeños espirales de que se compone la tormadura. Estas se introducen en seguida en un gran frasco de vidrio con cierta cantidad de vidrio pulverizado groseramente. Se sacude el frasco con ligereza durante algun tiempo, el vidrio molido separa las capas de óxido y este cae en polvo. Se echa todo en el agua, se separa por lavaduras el hierro del óxido y del vidrio, y se le hace secar rápidamente. Durante la desecacion el hierro se oxida un poco; pero algunos golpes con la mano del mortero bastan para separar la pequeña capa de óxido que se ha formado por la accion del agua.

Por otra parte, es preciso emplear el hidrato de potasa bien puro, y que haya estado enrojecido al fuego. Se enloda

el cañon de fusil de B á F con un lodo hecho de cinco partes de arena y una de barro de alfarero. Este lodo se seca á la sombra durante cinco ó seis dias, y despues al sol ó al fuego. Se tapan con mucho cuidado todas las aberturas ó silvatillos que se adviertan con lodo fresco. Las torneaduras de hierro se colocan de B á F y el hidrato de potasa de B á A. En seguida se adaptan el recipiente y los tubos. Se añade la rejilla E destinada á sostener los carbones por los cuales entra la potasa en fusion. Por último se enlodan todas las junturas del horno. A la puerta del cenicero se adapta un tubo que conduce el aire de un buen fuelle de forja.

Dispuesto el aparato de este modo se echan alternativamente carbones encendidos y carbones apagados en el horno hasta llenarlo completamente. En B se pone un lienzo mojado para que impida la fusion del hidrato de potasa; en fin, se sopla lentamente el fuego hasta que la llama pase de la cúpula del horno. A este tiempo se activa el fuego todo lo posible. Cuando se ha llegado al calor blanco se colocan unos carbones encendidos sobre la rejilla inclinada E á fin de poner la potasa en fusion. Esta operacion se empieza por la parte mas baja; á medida que la potasa se funde va llegando á D, y entonces se encuentra en contacto con el hierro á una temperatura muy elevada. El hidrato se descompone y produce hidrógeno que se desprende por el tubo, potasio que se condensa en H y óxido de hierro que queda en D E. Comunmente el hidrógeno se desprende cargado de vapores de potasio bastante abundantes para que se inflamen espontáneamente.

Si la temperatura no es bastante elevada, y la fusion de la potasa se verifica con demasiada prontitud cesará la produccion del gas por L, y se desprenderá por N. En este ca-

so será necesario aumentar el fuego en el horno y disminuirlo en la rejilla E. Si permaneciendo el fuego muy fuerte cesa repentinamente el desprendimiento de gas, es señal evidente de haberse fundido el tubo, y de consiguiente desgraciado la operacion.

100 gramas (2004 granos) de potasa suministran de 15 á 25 de potasio de (300,60 á 501 granos). En el tubo se encuentran los 2/3 de la potasa unidos al óxido de hierro producido y formando una masa muy adherente con el hierro sin oxidar que se ha combinado tambien con una pequeña cantidad de potasio.

Se desmontan las dos piezas del aparato que pertenecen al recipiente del potasio, se separa este metal con un hierro encorvado á propósito y se mete en un vaso que contiene aceite de naptha destilado con la cal viva para privarle del agua. En fin, se reduce el potasio á pequeñas bolitas, y se funde suavemente bajo el aceite de nahta.

El sodio se prepara de la misma manera. Los señores Gay-Lussac y Thenard han hallado que la descomposicion de la sosa era mas facil cuando se mezclaba con ella una ó dos centésimas partes de potasa. Se obtiene á la verdad una aleacion de potasio y de sodio; pero esta aleacion introducida en placas delgadas en un frasco que contenga aceite de nafta hasta su mitad no tarda en convertirse en sodio si se tiene cuidado de renovar de tiempo en tiempo el aire del frasco.

M. Brunner farmaceútico en Berna ha hecho conocer otro procedimiento ensayado ya por Curaudau, pero sin buen resultado. Este procedimiento consiste en poner el carbonato de potasa en contacto con el carbon á un calor blanco. El aparato está representado en la lám. 17, fig. 4, 5, 6, 7 y 8.

Este aparato existe en el colegio de Francia: se han practicado en él muchas operaciones, y siempre con buen éxito. Su composicion consiste en una botella de hierro á la cual se adapta á tornillo un cañon de fusil. Para esto se hace uso de las botellas que se emplean en el trasporte del mercurio. El cañon de fusil se comunica con un recipiente de cobre en el que se pone un poco de nafta. Por medio de una baqueta de fusil que pasa al través de un tapon se desatranca el cañon de fusil durante la operacion. La botella se coloca en un horno de viento; el recipiente se introduce en el agua fria que se tiene cuidado de renovar, los gases se escapan por un tubo recto de un metro (3,17 pies) de longitud y de seis á ocho milímetros (3,102 á 4,136 líneas) de diámetro. Estos tubos se obstruyen muchas veces á pesar de su longitud, por lo cual es necesario tener otros de reserva. Su longitud debe ser muy grande, porque inflamándose espontáneamente los gases que se desprenden, lanzarian golpes de fuego muy vivos, si no se emplearan tubos bastante largos para que tuvieran tiempo de enfriarse.

Para estraer el potasio se prepara desde luego la mezcla de carbon y de carbonato de potasa. M. Brunner recomienda el empleo del cremor de tártaro carbonizado. M. Wohler se ha servido igualmente de esta sustancia (1).

(1) Con el fin de evitar tanteos inútiles, ponemos aqui las dósis ensayadas por M. Brunner.

4 onzas de hidrato en potasa, 6 onzas de virutas de hierro y 1 onza de carbon producen dos adarmes y medio de potasio.

8 onzas de carbonato de potasa, 6 onzas de torneaduras de hierro y 2 onzas de carbon dan la misma cantidad de potasio.

M. Brunner ha desechado el empleo del hierro, por producir menos cantidad de potasio. Yo puedo decir, que, en seis operaciones que he practicado con mezclas análogas, solo en una he podido obtener potasio, porque el

Para obtenerla se ponen en un crisol 2 ó 3 kilógramas (4,36 ó 60,53 libras) de cremor de tártaro que se calienta al grado rojo hasta que no se desprenda ningun gas. El residuo está formado al poco mas ó menos de cuatro partes de carbonato de potasa por una de carbon. Se añade todavia 1/20 de su peso de carbon. Se pone en la retorta medio kilógrama (1,09 libras) de esta mezcla, se atornilla el cañon de fusil y se calienta hasta el grado rojo blanco. Al cabo de una media hora el agua y el hidrógeno carbonado que se desprenden desde luego son reemplazados por el óxido de carbono y de potasio. Este se reconoce fácilmente por el color verde de su vapor. La retorta parece toda verde en su interior. A esta época es necesario adaptar el recipiente. Se juzga la marcha de la operacion por la rapidez de la corriente de gas que se escapa por el tubo de vidrio. Este es el óxido de carbono que arrastra carbonato croconato de potasa (1) y potasio. Cuando

las otras cinco se han agujereado las retortas, lo que no me ha sucedido jamás cuando he suprimido el hierro.

6 onzas de carbonato de potasa y 3 onzas de carbon han producido 3 adarmes de potasio.

En fin, 24 onzas de tartrato moreno carbonizado han producido 5 adarmes de potasio.

(1) M. Gmelin ha llamado croconato de potasa á un producto particular que se forma en esta preparacion. Este cuerpo hace parte de la materia morena que obstruye el cañon de fusil.

Para obtenerle se disuelve este producto en el agua, y se separa por la filtracion carbon muy dividido. El licor que resulta produce por una evaporacion espontánea unos cristales en agujas de color de naranja. Este es el croconato de potasa. Se purifica por medio de nuevas cristalizaciones. Esta sal parece mas bien un croconuro de potasio formado de

1 át. potasio ..=	Crocógeno.
5 át. carbono.=	
4 át. oxígeno.=	

La mayor parte de los croconuros son amarillos; muchos insolubles. El de

la corriente es demasiado rápida se cierra la puerta del cenicero para moderar el fuego; cuando es demasiado lenta se desantraca el cañon de fusil, y si esta operacion no surte efecto y el fuego es vivo puede temerse que la retorta se ha fundido ó agujereado.

El único inconveniente que presenta esta operacion consiste en la facilidad con que se obstruye el cañon de fusil, por una mezcla de carbonato, croconato de potasa y carburo de potasio que se condensan. Por medio de la baqueta puede destaparse muy bien dos ó tres veces, pero en seguida es preciso terminar la operacion. Cuando se trata de destapar el cañon de fusil es necesario hacerlo con precaucion. Algunas veces se produce una esplosion que lanza con fuerza la baqueta, y algunos fragmentos de materia inflamada en la direccion del eje del cañon del fusil. La operacion debe pues dirigir se de manera que no pueda perjudicar.

Cada operacion produce de 15 á 40 gramas (300,60 á 801,60 granos) de potasio. El resíduo que está lejos de haberse apurado puede servir para nueva operacion. Las retortas pueden servir muchas veces. M. Bunner recomienda que se enloden ligeramente con una capa de buena arcilla. M. Wohler, no habla de esta precaucion, que á mi me parece mas perjudicial que útil. Por lo menos en caso de enlodarlas debe ser con una capa muy delgada, puesta con un pincel.

Por el mismo procedimiento puede estraerse el sodio.

potasio es insoluble en el alcohol, pero basta tratarle con una cantidad de ácido sulfúrico, insuficiente para su completa descomposicion, y de alcohol para obtener el ácido hidro-crocónico. Este es soluble en el alcohol y en el agua, cristalizable, de un color amarillo anaranjado, trasparente, ioduro, áspero al gusto y susceptible de descomponerse por el fuego.

CAPITULO II.

ESPLOTACION DE LA SAL MARINA.

Acabamos de ver que todos los productos comerciales de que el potasio forma la base provienen de la incineracion de los vegetales. No se hallan en igual caso los productos comerciales que tienen por base al sodio. Este metal en el estado de cloruro constituye inmensos depósitos, que probablemente no serán apurados jamas. Tales son la mayor parte de las minas de sal gema, casi todos los manantiales salados y por último los mares cuyas aguas nos ofrecen por todas partes mas de dos centésimas de sal marina.

La sal marina en razon de su abundancia y de su bajo precio ha llegado á ser el punto de partida de la fabricacion de casi todos los productos que contienen al sodio. Estos consisten sobre todo en sal marina, en sulfato de sosa y en carbonato de sosa mas ó menos puro. Vamos á examinar sucesivamente la fabricacion de estos diversos productos empezando por la sal marina.

La sal marina se estrae de las minas de sal, de los manantiales salados y de las aguas del mar. La esplotacion puede hacerse por diversos procedimientos. 1.°, cuando la sal de las minas es muy pura puede desde luego introducirse en el comercio. 2.°, en el caso contrario se disuelve y purifica por la cristalizacion. La evaporacion se hace por medio del fuego. 3.°, los manantiales salados se esplotan ya por una evaporacion rápida por medio del fuego, ya por una evaporacion mas lenta al aire libre, ya en fin por estos dos procedimientos combinados. 4.°, el agua del mar se evapora al aire

libre en los saladares. 5.°, en los paises frios se concentra por las heladas. 6.°, en el departamento de la Mancha se sirven de arenas saladas para saturar el agua del mar que evaporan en seguida por medio del fuego.

Sal gema.

1285. Las minas que contienen la sal depositada en grandes masas espotables se encuentran sobre muchos puntos del globo. Muchas veces esta sal está bastante pura para espenderse inmediatamente á los consumidores, y otras exige primeramente una purificacion

La sal de Cardona en Cataluña, la de Wielizka en Polonia se encuentran en el primer caso. Se tallan las masas de sal en forma de barril, se encierran en los toneles y se introducen en el comercio. No sucede lo mismo con la sal de la mina situada en las cercanías de Northwich en el condado de Chester. Esta sal es pura por sí, pero contiene unas pequeñas cavidades llenas de una disolucion saturada de cloruro de magnesio, mezclado con un poco de cloruro de calcio. Asi cuando se pulveriza ó disuelve la sal pura se mezcla con estos dos cuerpos que la hacen delicuescente y la comunican un sabor desagradable. Este hecho notable observado por M. W. Nicol basta para esplicar la necesidad que hay de redisolver esta sal y purificarla por la cristalizacion. Este trabajo se hace en Liverpool á donde se emplea el agua del mar para redisolver la sal bruta. Se evapora despues la disolucion, y se hace cristalizar.

M. A. Boúe me ha remitido una variedad de sal gema que esplica los fenómenos de inflamacion que aunque raros se han observado alguna vez en la mina de Wielizcka, y que

por las circunstancias que concurren se asemejan al fuego de las minas de ulla. Esta es una variedad de sal que decrepita al introducirla en el agua y durante el tiempo de su disolucion. Este fenómeno es debido al desprendimiento de un gas muy condensado, y que me ha parecido hidrógeno casi puro. Es evidente que á medida que las paredes de las cavidades que le contienen se debilitan por la disolucion de la sal, el gas venciendo con su fuerza espansiva, las revienta produciendo el ruido que se advierte. La sal dotada de esta propiedad viene de Wielizcka, pero probablemente se hallará tambien en otras partes.

Manantiales salados.

1286. La esplotacion de los manantiales salados se hace por unos procecedimientos que pueden variar segun las ocasiones, pero que se reducen en general á dos: la evaporacion al aire libre en aparatos convenientes, y la evaporacion ayudada del fuego. Estas aguas contienen en general cloruro de sodio, cloruro de magnesio, sulfato de magnesia, sulfato de cal, carbonato de cal y algunas veces carbonato de hierro disuelto en el ácido carbónico.

Cuando el agua del manantial contiene carbonato de hierro disuelto por el ácido carbónico en esceso deja depositar óxido de hierro en gran cantidad en el momento de su salida del seno de la tierra ó de los tubos de conduccion que la llevan al sitio de esplotacion ; de suerte que cuando llega á dicho sitio va ya despojada de casi toda esta sustancia. Una parte del carbonato de cal disuelto por el ácido carbónico se deposita al mismo tiempo. En el lodo que resulta de estos dos depósitos crecen algunas veces plantas conferves que se pu-

dren despues de su muerte, y comunican al agua un olor fétido que desaparece con la evaporacion.

Cuando el agua ha llegado al sitio de la esplotacion se conduce su evaporacion del modo siguiente. Se llaman edificios de graduacion á unos cobertizos largos y elevados abiertos al aire libre, y en los cuales se disponen dos aparatos destinados á dividir tanto cuanto se pueda el agua que se ha de evaporar. Unas veces se sirven de haces de espinos dispuestos en paralelopípedos rectangullares, y otras se emplean cuerdas ó tablas. El agua que se quiere concentrar se vierte sobre los haces donde se divide en capas infinitamente delgadas, corre de una rama á otra y se encuentra durante todo su tránsito en contacto con el aire que circula al través de todos los haces. Cuando se hace uso de las cuerdas se tienden verticalmente debajo de los cobertizos, y el agua corre á lo largo de estas cuerdas. Por este medio se divide tambien mucho y ofrece al aire numerosos puntos de contacto. Cuando se emplean las tablas se disponen debajo del cobertizo dos filas de cubetas de madera de poca profundidad. Estas cubetas estan ligeramente inclinadas ya en un sentido ya en otro. En la parte inclinada tienen un agujero que permite al agua que se ha vertido sobre la cubeta superior caer sobre la que tiene debajo, y asi sucesivamente. El aire pasa por entre las cubetas y tocando á la capa delgada de agua salada que se encuentra, se satura de vapor acuoso, y facilita la evaporacion.

El método de los haces de espinos se ha empleado desde luego en Lombardía; despues se han introducido en Sajonia; y en 1559 fueron adoptados en las salinas de Baviera. Desde esta época todas las esplotaciones colocadas en condiciones convenientes las han adoptado; pero ya se forman en una

sola fila, ya en dos ó en tres. Estos cobertizos se construyen siempre con una armadura de madera sostenida muchas veces con pilares de fábricas; estan cubiertos de un techo de tablas que resguarda á los haces, evitando le mezcla de las aguas saladas, con las que producen las lluvias. Tienen una longitud de 250 á 350 metros (892,50 á 1249,50 pies) sobre 8 ó 10 metros (28,56 ó 43,10 pies) de ancho. Su posicion debe estudiarse con cuidado, con respecto á la direccion habitual del viento dominante en la comarca en que se establecen. Bien se deja conocer que el viento deberá tocar perpendicularmente á su longitud, y que el método de distribuir las aguas debe ser susceptible de cambios prontos, en relacion á los que la misma direccion del viento esperimente. Esta condicion se puede llenar, colocando en la parte superior del cobertizo una canal guarnecida de entalladuras en sus dos bordes. Unas tablillas movibles y colocadas en la canal, provistas de entalladuras semejantes, pueden resbalar á lo largo de estos bordes. Cuando por un lado las entalladuras de las tablillas y de la canal se corresponden, el agua corre por estas entalladuras y el costado opuesto no deja pasar nada. Por medio de palancas dispuestas para este efecto se puede en un instante cerrar un lado y abrir el otro haciendo resbalar las tablillas.

La longitud de los cobertizos se divide en dos ó muchas partes; la primera recibe las aguas del manantial, la segunda las que se han dejado pasar sobre la primera, y asi sucesivamente; la estension de cada una de estas divisiones, su reunion en el mismo, ó su separacion en muchos cobertizos son determinadas por circunstancias puramente locales; estas dependen de la naturaleza de las aguas, de la disposicion del terreno, y en fin, de la distribucion posible de la fuerza motriz. Las bombas que elevan el agua se colocan

ordinariamente en medio de este edificio ; toman el agua en los recipientes situados en su parte inferior y la llevan á las canales , que la vierten sobre los haces. Estas bombas se mueven las mas veces por medio de una rueda hidráulica.

La marcha de la evaporacion puede representarse segun los resultados siguientes , obtenidos en Moutiers.

Caidas de agua.	Superficie total de los haces recorrida por el agua.	Densidad del agua.	Agua evaporada.
.....	.....	1,010.....	0,0
1.ª y 2.ª.....	5158.....	1,023.....	0,540
3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.ª..	2720.....	1,072.....	0,333
10ª.....	550.....	1,140.....	0,062

Evaporacion total....=0,935
Agua restante á 1,140 de densidad..=0,065

Agua empleada á 1010 de densidad.=1,000

Se advierte segun esta tabla , estractada de una memoria muy profunda de M. Berthier, que va á servirnos de guia en todo este capítulo , que han sido necesarias diez caidas de agua para llegar esta de la densidad de 1,010 á la de 1,140; esto suponiendo las circunstancias mas favorables para la evaporacion , porque muchas veces hay precision de repetir mucho las caidas de agua antes de pasar de un departamento á otro. Otra consecuencia muy importante y bien conocida se deduce tambien de estos resultados, y es que el retardo ocasionado por el aumento de densidad en la evaporacion apenas es sensible. En efecto , el agua ejecuta las dos primeras caidas , las siete siguientes ó la décima en el mismo espacio

de tiempo; y los números que en estos tres casos representan la evaporacion sobre superficies iguales, son como 10, 12 y 11. Asi, aun parece creciente la evaporacion, pero esto es debido á las pérdidas que se esperimentan por dispersion. Las cantidades de agua evaporada deben sin duda disminuir, mas estos números bastan para demostrar que esta disminucion se verifica en una relacion poco sensible.

El agua concentrada por este medio á una densidad de 1,140 ó muy aproximada á este término, se la hace pasar á unos vastos recipientes. Estos son unos especies de estanques de fábrica, cubiertos y muy estensos. El agua deposita en ellos todas las materias que tiene en suspension; y desde aqui se conduce á los sitios destinados para terminar su evaporacion con prontitud por el intermedio del fuego.

Cuando el manantial salado contiene carbonato de cal y de hierro, deposita carbonato de cal y peróxido de hierro hasta que marca 3°,5 del areómetro de Beaumé, que corresponde á 1,023 de densidad. Teniendo el sulfato de cal un máximo de solubilidad en las aguas saladas que corresponde á la densidad de 1,033, es evidente que hasta partir desde esta época no podrán depositarse cantidades proporcionales al agua evaporada. Véase aqui segun M. Berthier, los números que espresan esta solubilidad.

Grados de Beaumé.	Sulfato de cal disuelto.
0°	0,0033
2°	0,0043
5°	0,00605 máximun.
15°	0,0043
27°	0,0000

Atendiendo á esto, el depósito que se hace durante los primeros momentos de la graduacion, debe consistir siempre en sulfato de cal mezclado con peróxido de hierro y carbonato de cal; en seguida se deposita sulfato de cal puro; pero las relaciones entre estas sustancias deben variar con la naturaleza del agua salada.

La tabla siguiente que espresa las cantidades de agua que se evaporan por la graduacion desde 1°,6 de Beaumé hasta 26° permite calcular todos los efectos de los cobertizos. Esta tabla ha sido construida por M. Berthier, segun sus esperimentos.

Grados de Beaumé.	Peso del agua restante.	Peso del agua evaporada.	Sulfato de cal depositado.
1°,6	10000	»	»
2°,0	8400	1600	»
3°,0	5620	2780	»
4 ,0	4040	1580	4
5 ,0	3150	890	3,5
10 ,0	1486	1664	10,5
15 ,0	941	545	4,5
20 ,0	703	238	2,6
25 ,0	551	152	0,95
260 ,0	526	25	0,1

Para hacer uso de esta tabla basta saber que en un tiempo comun se evaporan 60 kilógramas de agua (130,80 libras) en veinte y cuatro horas por cada metro cuadrado (12,889 pies cuadrados) de superficie guarnecidos de haces. Falta ahora hacer un cálculo de localidad para saber á que grado debe detenerse la graduacion del aire: 14° y 20° son los dos límites entre los cuales se halla contenido este término. Puede detenerse á 14° cuando hay proporcion de com-

bustibles á un precio muy bajo, y á 20° cuando por el contrario el combustible es muy costoso. Para fijar este punto, será necesario conocer la cantidad de agua que se dispersa durante la graduacion. Entonces podrá compararse el precio de la sal perdida y el del combustible necesario para reemplazar el efecto del aire.

1287. El agua contenida en los estanques pasa inmediatamente á las calderas á donde se evapora por el calor. Estas calderas ó estufas son muy vastas. Se construyen con planchas de hierro batido de 4 á 5 milímetros de espesor (2,668 á 2,585 líneas) reunidas por pasadores remachados. Estas calderas estan sostenidas por pilares de fundicion colocados debajo, y cuya disposicion puede variar. Se calientan con leña ó con ulla. En algunas fábricas de Alemania solo se construye un fogon para cada dos calderas. La que recibe el fuego directamente es la caldera en que se concluye la evaporacion, y á donde queda depositaada la sal, la que sigue es la caldera de schlotar. (1) Estas calderas estan cubiertas de un techo de tablas terminado por un cono abierto por el cual se escapan los vapores.

El trabajo presenta aqui tres épocas distintas: la *scholotacion*, la *preparacion* de la sal y la *desecacion* de la sal agotada. Estas tres operaciones marchan reunidas y ordinariamente por medio de un solo fogon.

Para schlotar, es decir, para privar al agua salada de todo el sulfato doble que puede producir, se conduce el agua de los estanques que marca 18.° de Beaume ó 1,140 de densidad

(1) En Alemania se designan con el nombre de Sbhbot, un depósito abundante que se forma cuando el agua salada entra en ebullicion. Este depósito está principalmente formado de un doble sulfato de cal y de sosa.

á la caldera, y se la hace esperimentar la ebullicion. Al momento se forma por este medio una espuma que proviene de la coagulacion de las materias estractivas. Algunas veces se añade un poco de sangre de vaca para facilitar la separacion pero por lo comun se suprime esta adicion. Como el agua salada entonces está saturada las mas veces de sulfato de cal; la schlotacion empieza inmediatamente. El sulfato doble se deposita arrastrando sal marina, y como adhiere á las calderas, se separa con unas palas largas, y deposita en unos cajones cuadrados de chapa de hierro que se hallan colocados sobre la caldera. Al cabo de 15 ó 20 horas de fuego la sal empieza á depositarse por sí misma. Sin embargo, todavia no se procede á la salinacion. Se añade nueva cantidad de agua de los estanques, y se schlota todavia durante ocho ó diez horas. Cuando la caldera está llena de agua á 27° de Beaume ó á 1,23 de densidad se halla en buena disposicion parasalinar.

Entonces se conduce á la caldera de salinacion, á donde se calienta con suavidad. La sal cristaliza á la superficie del líquido; se separa un poco de espuma que se forma; se reune la sal, se escurre en unas tolvas, y de alli pasa al ejugador. La salinacion que dura muchos dias, solo se detiene cuando la sal se presenta impura. Por resíduo queda un agua madre espesa, viscosa, que exhala mucho olor; esta se vierte en un recipiente particular. Los analísis de M. Berthier prueban que la pureza de la sal va decreciendo como se puede presumir.

Las aguas madres contienen mucho cloruro de magnesio, sal marina y sulfato de magnesia. Contienen ademas con frecuencia ioduros y bromuros de magnesio que se empiezan ya á esplotar. En fin contienen siempre una materia orgánica que parece provenir de los haces.

Como el sulfato de magnesia y la sal marina se descomponen en sulfato de sosa y en cloruro de magnesio á una temperatura baja, se benefician estas aguas madres colocándolas en un recipiente á donde permanecen sin tocarlas durante el invierno. Alli se forman tres depósitos sucesivos; el último se compone de sulfato de sosa casi puro; esta sal se separa y se introduce en el comercio. Ademas de estos tres depósitos quedan todavia las aguas madres.

La presencia del cloruro de magnesio es causa de grandes pérdidas; este cuerpo produce sales delicuescentes y desagradables al gusto. En una salina bien dirigida es necesario separarle. Esto se consigue haciendo uso de una observacion de Grenn de la cual M. Becthier ha conseguido hacer una aplicacion muy ingeniosa para la purificacion de las aguas salinas. Green ha hecho observar que el sulfato de sosa y el cloruro de calcio se descomponen mútuamente, y producen sal marina y sulfato de cal. Ha demostrado ademas que la cal descompone al cloruro de magnesio, y que resulta de esta descomposicion cloruro de calcio y magnesio. De suerte que si se se ponen en el agua

1 át. sulfato de sosa.....	se obtendrá	1 át. sulfato de cal.
1 át. cloruro de magnesio.		1 át. sal marina
1 át. cal.....		1 át. magnesia

En la mayor parte de los manantiales salados existe sulfato de sosa y cloruro de magnesio, pero en general menos cantidad de este último que la necesaria. Si se añade, pues, al agua salada bastante cal para descomponer el cloruro de magnesio, quedará una mezcla de sulfato de sosa, de sal marina y de sulfato de cal. Despues del schlotage se podrá eva-

porar la disolucion salina hasta sequedad sin dejar agua madre. Cuando hay aguas madres á disposicion puede hacerse uso de ellas para añadir al agua el cloruro de magnesio necesario á la completa descomposicion del sulfato de sosa, y entonces despues del depósito de sulfato de cal se obtendrá por una evaporacion precipitada la sal marina de una pureza perfecta. Estas observaciones de M. Berthier deben ofrecer á la aplicacion en grande una multitud de ventajas que son fáciles de prever sobre todo en lo relativo á la economía del combustible, puesto que por este medio pueden hacerse muy rápidas las evaporaciones.

Durante la evaporacion de la sal se adhiere al fondo de las calderas un poco de scloh que es preciso arrancar á golpe de martillo al cabo de doce ó quince cociones. Bien se observa que esta formacion es incómoda, porque disminuye en las calderas la buena conductibilidad del calor, y porque siempre sufren algun deterioro al tiempo de arrancarle. Este depósito se conoce con el nombre de *hojas*.

En Moutiers emplean unos edificios de graduacion particulares para reemplazar en estío la evaporacion por el fuego. Este es el edificio de cuerdas por medio de las cuales es facil obtener la sal cristalizada. Este edificio tiene 90 metros (321,30 pies) de longitud de los cuales 70 estan guarnecidos de cuerdas. En la parte superior del edificio hay colocados unos canales de 13 centímetros de ancho, (67,21 líneas) dejando entre sí unos espacios de igual dimension. Unas cuerdas sin fin pasan por unos agujeros que hay practicados en estos canales, y estan fijas á unas vigas que pasan por debajo del edificio. Estas cuerdas tienen 7 á 8 milímetros de diámetro (3,619 á 4,136 líneas). Hay veinte y cuatro divisiones, y en los intervalos de cada una de ellas se encuentran doce

canales que contienen veinte y tres cuerdas cada uno, lo que componen cuarenta y seis largos de cuerda para cada canal. Como cada cuerda tiene 8 metros y 1/4 (29,45 pies) de longitud se observa que son necesarios para construir un edificio de esta clase 100,000 metros (357000,00 pies) de cuerda.

El agua se eleva por medio de una noria cuyos arcabuces la vierten en una canal que corre por toda la longitud del edificio y la distribuye en todas las canales que se encuentran entre cada separacion, y de estas pasa á las canales que contienen las cuerdas. Estas canales estan provistas de escotaduras por las cuales el agua corre sobre las cuerdas. La evaporacion es por este medio mucho mas rápida que en los edificios de haces de espino.

En estío se conduce el agua saturada hirviendo sobre estas cuerdas; se la hace pasar por ellas muchas veces, y la sal marina se deposita. Cuando el agua se presenta viscosa y espesa se conduce al recipiente de las aguas madres. La sal cristaliza sobre estas cuerdas que se cubren de una capa mas espesa cada vez. Cuando las cuerdas tienen cerca de 6 centímetros de diámetro (31,02 líneas) se las despoja de la sal. Para esto se rompe esta sustancia por medio de una máquina particular, la sal cae al suelo, y alli se recoge.

La cristalizacion de la sal que dura para cada cocion cinco ó seis dias en las calderas se hace en diez y siete horas sobre las cuerdas. La sal es mas pura por este último método; pero las aguas madres son mas abundantes.

En el edificio de cuerdas se obtienen dos clases de sales. La primera se forma en los estanques cuando el agua ha permanecido en ellos algun tiempo antes de elevarla sobre e edificio. Esta se presenta en gruesos cristales muy blancos.

La segunda y mas abundante se produce sobre las mismas cuerdas. Estas sales son de una pureza notable segun los analísis de M. Berthier.

	Sal de los estanques.	Sal de las cuerdas.
Sulfato de magnesia...	0,40.....	0,58
Id. de sosa.....	0,75.....	2,00
Cloruro de magnesio .	0,18.....	0,25
Sal marina.....	98,67.....	97,17
	100,00	100,00

Rara vez se introduce en el comercio una sal marina tan pura como esta. Pero como este procedimiento solo se ha puesto en uso en Montiers, no espondremos aqui sino la salinacion en calderas.

Despues de numerosos analísis practicados sobre las muestras tomadas en todas las principales épocas de la salinacion en calderas, M. Berthier ha reasumido la teoría de la manera siguiente:

Es necesario schlotar á un fuego muy activo para determinar la formacion del schlot, y de consiguiente la separacion de una gran cantidad de sulfato de sosa. Despues de la schlotacion es conveniente continuar la operacion á un fuego lento para impedir que el sulfato de magnesia y el cloruro de magnesio cristalize con la sal marina. Al principio de la salinacion se deposita poco sulfato de sosa; la cantidad va aumentando lentamente, y toda esta sal se encuentra depositada antes de terminada la operacion. La última sal que se obtiene solo contiene sulfato de magnesia.

Los analísis siguientes harán ver que estos preceptos no son otra cosa que una deduccion inmediata de los hechos.

Analísis de los productos de las salinas de Moutiers, por M. Berthier.

Productos antes de la graduacion.	Depósito tomado en el manantial.	Depósito tomado cerca de los edificios.	Agua á 1°,6 tomada al pie del primer edificio.
Peróxido de hierro...	85,0	5,0	0,000
Carbonato de cal.....	5,0	93,0	0,050
Restos orgánicos.....	4,0	2,0	0,000
Sulfato de cal.....	.....	.....	0,270
Id. de magnesia.....	.....	.....	0,056
Id. de sosa.....	.....	.....	0,130
Sal marina.....	.....	.....	1,060
Cloruro de magnesio.	.....	.....	0,032
Agua.....	6,0	0,0	98,402
TOTAL.	100,0	100,0	100,000

Productos de la graduacion.	Primer depósito de los espinos.	Depósito medio de los espinos.	Ultimo depósito de los espinos.	Agua de los estanques á 18,15
Carbonato de cal.	6,60	0,00	0,00	0,00
Sal marina.....	0,05	0,24	0,25	16,00
Sulfato de cal....	93,35	99,76	99,75	0,30
Id. de magnesia.	.....	.....	.....	0,80
Id. de sosa.....	.....	.....	.....	2,65
Cloruro de magnesio.....	.....	.....	.....	0,46
Agua.....	.....	.....	.....	79,79
TOTAL.	100,00	100,00	100,00	100,00

Productos de la schlotacion.	Primer schlote.	Schlote medio.	Ultimo schlote.	Agua saturada á 26°.
Sulfato de cal.....	28,0	41,10	10,10	0,00
Id. de sosa.....	24,5	52,65	25,68	2,81
Sal marina.....	47,5	6,25	64,22	25,50
Sulfato de magnesia.	.....	.....	.....	1,48
Cloruro de magnesio.	.....	.....	.....	1,07
Agua.....	.....	.....	.....	69,14
TOTAL.	100,0	100,00	100,00	100,00

Productos de la salinacion de las calderas.	Primera sal.	Sal media.	Ultima sal.	Aguas madres.	Hojas.
Sulfato de cal.....	1,56	0,00	0,00	0,00	10,65
Id. de sosa.....	3,80	5,55	0,00	0,00	18,66
Sal marina	94,64	93,59	85,50	20,80	57,34
Sulfato de magnesia.....	.....	0,25	12,50	9,50	3,00
Cloruro de magnesia.....	.....	0,61	2,00	4,85	0,75
Agua.....	.....	.....	.....	64,85	9,60
TOTAL.	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Productos del tratamiento de las aguas madres de la salinacion.	Primer depósito.	Segundo depósito.	Ultimo depósito.	Aguas madres definitivas.
Sulfato de magnesia.	11,74	0,25	0,00	4,20
Sulfato de sosa.....	46,36	56,50	95,00	6,00
Cloruro de magnesia.	0,60	0,25	0,00	5,40
Sal marina.....	41,30	43,00	5,00	19,90
Agua.....	.....	.....	.....	64,50
TOTAL.	100,00	100,00	100,00	100,00

Nos falta indicar las relaciones de estas diversas sustancias en el trabajo en grande. Estas relaciones varian de un manantial á otro sin duda, pero tal vez menos de lo que se podria presumir. Véanse aqui los resultados de una cocion practicada por M. Berthier en Montiers sobre 469 quintales métricos (102242 libras) de agua á 20° que contenian 105 quintales métricos (22890 libras) de sustancias salinas. Se han empleado en esta cocion 50 steres (899,5450 fanegas) de leña de pino ó de alarce partido en rajas á saber: 25 para schlotar y 25 para salinar.

	Quintales métricos	
Schlot.....	3,4	105,0 (22890 libras)
Sal.....	79,0	
Hojas.....	2,1	
Agua madre.....	5,1	
Pérdida..	15,4	

La pérdida es demasiado grande; en el trabajo corriente se evalua en 1/7 ó 1/8. Es evidente que no han podido recogerse todas las aguas madres, puesto que segun los resul-

tados medios de un año, suministran aquellas aguas en sulfato de sosa la décima parte del peso de la sal marina obtenida. Es necesario por lo tanto contar 16 á 20 de agua madre que producirán 8 de sulfato de sosa.

En Montiers se consumian entonces 1 stere (17,9909 fanegas) de leña para evaporar 7,5 quintales métricos (1635 libras) de agua á 20° de Beaumé, cantidad verdaderamente enorme puesto que cada kilógrama de leña apenas formaba 2,5 de vapor. Las calderas construidas por Cliss en Rosenbeim, en Baviera, son mucho mas ventajosas; evaporan cerca de 3,5 kilógramas (7,630 libras) de agua con una kilógrama (2,18 libras) de leña. En la lámina 24 se hallan todos los detalles relativos á este asunto. En estos últimos tiempos M. Clement Dessormes ha construido en Dienze unos aparatos que no dejan nada que desear bajo la relacion de la economía del combustible.

No debe perderse de vista lo que hemos dicho del empleo de la cal para purificar el agua salada. Es evidente que sirviéndose de este medio se simplifica mucho la marcha del trabajo desembarazándose de una multitud de productos accidentales; en fin, se obtiene en menos tiempo y con una grande economía de combustible una cantidad mayor de sal marina puesto que se recoge toda la que el agua contiene y aun algo mas.

Estas reflexiones son no solamente aplicables á los manantiales salados sino tambien evidentemente á todas las esplotaciones de sal marina. Asi cuando se disuelve la sal gema para hacerla cristalizar se vuelve á encontrar precisamente en las mismas condiciones, y cuando se esplota el agua del mar se reproducen tambien, de suerte que por medio de los detalles en que acabamos de entrar podremos abreviar mucho

el examen de los otros procedimientos que no hacen sino reproducir los mismos fenómenos.

Lagunas saladas.

1288. Estas son ordinariamente unos recipientes cóncavos que se construyen á las orillas del mar en muchos puntos y en ellos se hace al aire libre la evaporacion del agua del mar. Esta contiene

Sal marina	2,50	100
Cloruro de magnesio	0,35	
Sulfato de magnesia	0,58	
Carbonato de cal y de magnesia	0,02	
Sulfato de cal	0,01	
Agua	96,54	

La cantidad de agua evaporada es como se advierte muy grande; pero en las lagunas saladas colocadas en un sitio á propósito la evaporacion es tan rápida que se obtiene la sal á un precio escesivamente módico. Las lagunas de que la lámina 20 da una idea general se colocan en una playa unida situada á la orilla del mar y resguardada de las mareas. El agua del mar se conduce desde luego á un recipiente llamado *primer estanque*, núm. 13, que debe recibir dos pies de agua lo menos y seis lo mas. En este recipiente empieza el agua su evaporacion, y se despoja de los cuerpos que tiene en suspension. Por medio de un tubo, núm. 12, se la hace pasar á una fila de estanques, núm. 11. Desde aqui por otro tubo subterráneo, núm. 9, pasa á un canal, núm. 5, que rodea todas las lagunas, y cuya longitud suele tener hasta 4000 metros (14280 pies). Este canal conduce el agua á nuevos estanques conocidos con el nombre de *tablas*, núm. 8. De estos pasa á

una série de estanques semejantes, núm. 4, y de aqui en fin á las *eras*, núm. 1, donde se termina su evaporacion. A este sitio llega por otros canales, núm. 7, que vierten cada uno el agua en cuatro eras por unos conductos subterráneos que se abren y cierran segun conviene. El agua llega ya muy concentrada á las eras, y no tarda en dejar á la sal libre. El depósito de sal se anuncia ordinariamente por una tinta rojiza que se desenvuelve en el agua. La sal cristaliza á la superficie del agua, se quiebra la costra, y desde el momento que se forma una capa bastante gruesa se reune la sal en un monton sobre el camino que separa las eras, y que se conoce con el nombre de *via*. En algunas lagunas eu vez de quebrar la costra de sal reunen la nata que forma con un rastro de mango largo.

El trabajo de las lagunas saladas empieza por el mes de marzo y se termina en setiembre. Para poner las lagunas en estado de servicio se empieza por limpiarlas; para esto se cierra la comunicacion entre los estanques, núm. 4, y las tablas, y se abre el conducto subterráneo, núm. 6. Las aguas del núm. 4 corren y arrastran con ellas todos los depósitos. Se echan en estos estanques, núm. 4, todas las aguas que contienen las eras, y se limpian estas. Entonces se cierra la comunicacion entre los estanques, núm. 11, y las tablas, y se vacian estas últimas en el núm. 4. Cuando estan limpias las tablas se hace otro tanto con los estanques, núm. 11, pero ordinariamente se suprime esta última parte.

Limpias ya las lagunas pueden ponerse en actividad. El agua del primer estanque se conduce á los estanques, número 11, de alli al canal, núm. 5, á las tablas, núm. 8, á los canales núm. 4 y 7, y por último á las eras núm. 1. Para conducirlas á las eras se practica al final de los canales, núm. 7,

con una estaca de madera un agujero que abre la comunicacion con la era. Cuando ha entrado en esta una pulgada ó mas de agua se cierra el agujero. El agua que llega á las eras está desde luego poco saturada, porque no ha permanecido bastante tiempo en los estanques anteriores, y porque la estacion no es todavia bastante calorosa. En este tiempo son necesarios ocho dias para que la sal se produzca en la era. Pero en la buena estacion, y cuando las aguas han sufrido una evaporacion conveniente antes de llegar á la era se recoge la sal dos ó tres veces á la semana, y algunas veces todos los dias.

La sal se recoge en montones cónicos llamados *pilones*, núm. 10, ó en montones piramidales, núm. 2.

Estos montones se cubren de paja ó yerba seca que los preserva de la lluvia. La sal conservada de este modo se enjuga y purifica por sí misma, porque las sales delicuescentes que contiene atraen la humedad, poco á poco se liquidan, y corren fuera del monton.

Estraccion de la sal por el hielo.

1289. Este método está fundado en la propiedad que el agua saturada de sal marina posee de congelarse á un grado mucho mas bajo que el agua pura. De aqui resulta que el agua poco salada que se espone en grandes masas á un frio de algunos grados bajo cero se divide en dos partes, á saber: en agua pura ó casi pura que se hiela, y en agua mas cargada de sal que permanece líquida.

Por este medio puede separarse el hielo y obtener las aguas mas concentradas, para lo cual se repite esta operacion cuantas veces se juzgue conveniente. Este procedimiento es

aplicable en los paises frios y en los templados; pero regularmente solo se pone en práctica en el norte, y en ciertas ocasiones se aplica en la esplotacion de algunos manantiales salados en los paises templados.

Para que este procedimiento produzca buen resultado será preciso purificar las aguas saladas por medio de la cal. En efecto, la baja temperatura á que se esponen destruye todo el sulfato de magnesia que se trasforma en sulfato de sosa y en cloruro de magnesio, descomponiendo este una cantidad proporcional de sal marina. La evaporacion del resíduo que ha quedado despues de la congelacion suministra una sal muy pura, si antes se ha purificado el agua salada por la cal, y cuando se ha suprimido esta operacion produce por el contrario una sal de mala calidad.

Puede juzgarse de estas circunstancias por los resultados siguientes obtenidos por M. Hesse sobre algunas sales de las salinas que se hallan en las cercanías de Irkoutsk, gobierno de la Rusia asiática, y sobre la de la mar de Okhotsk que se estrae concentrándola por el hielo.

	Sal de la mar de Okhotsk.	Id. de las salinas de Oustkout.	Id. de las salinas de Irkoutsk.	Id. de las salinas de Seleuginsk
Sal marina.....	77,60	74,84	91,49	74,71
Sulfato de sosa...	13,60	15,21	2,76	13,80
Cloruro de aluminio (1).....	6,20	1,17	2,60	6,50
Id. de cal.....	0,94	5,21	1,10	1,44
Id. de magnesia..	1,66	3,57	2,05	3,55
	100,00	100,00	100,00	100,00

Es de toda evidencia que estas sales son muy impuras, y que es preciso atribuirlo á la baja temperatura que las aguas han esperimentado. Tratando las aguas por la cal se descompondrán las sales de magnesia y de alumina, se evitará la formacion de los cloruros de magnesio y de aluminio, y de consiguiente la de una cantidad proporcional de sulfato de sosa. Estas sales estarán entonces puras y se evitarán las pérdidas que esperimentan en el almacen por la delicuescencia de los cloruros de aluminio, de calcio y de magnesio.

Se harán desaparecer al mismo tiempo los inconvenientes que tienen para la salud, si como imagina M. Hesse son los cloruros los que causan las enfermedades escorbúticas tan frecuentes en estas comarcas.

(1) Esta es la primera vez que se observa el cloruro de aluminio en la sal marina. M. Hesse asegura que este cuerpo existe en la mar de Okhotsk.

Sal igni-fera.

1290. Esta es la que se prepara en el Avranchin en baja-Normandía. Esta esplotacion se hácia desde el año de 1600 por los mismos procedimientos que se aplican en la actualidad.

En el pais, la tradicion hace remontar esta introduccion hasta el siglo IX.

La sal ignífera es bastante pura. Esta es la única ventaja que ofrece el procedimiento por el cual se obtiene, en desquite de una multitud de inconvenientes. Las salinas del Avranchir no han podido prosperar sino bajo la proteccion de unos reglamentos establecidos en 1768 y abolidos por la revolucion francesa; en la actualidad son poco productivas y poco numerosas.

En estas salinas se emplea la arena salada que se recoge á las orillas del mar, para saturar de sal su misma agua: esta se evapora en seguida por medio del fuego. La recoleccion de la arena se hace por medio de un rastro de seis pies de largo, guarnecido por su parte de abajo con un hierro cortante y conducido por un caballo. Un hombre dirige el rastro y le suspende ó comprime contra el suelo segun conviene. Hay que tener gran cuidado con no reunir sino la arena que se halle completamente seca, y se repite la operacion dos ó tres veces al dia sobre el mismo sitio, segun que la desecacion de la arena se hace mas ó menos pronto. Bien se concibe que esta arena mojada por el agua del mar, queda impregnada de sal por la evaporacion, y al mismo tiempo, que los dias mas calorosos del estío son mas á propósito para la recoleccion.

Esta arena se conduce cerca de la salina; se deposita en

un foso circular de 20 á 25 pies de diámetro y de 7 á 8 de profundidad; se eleva sobre este foso un monton ó pila que se cubre con cuidado de una capa de arcilla para resguardarla de las lluvias. Por otra parte, se practica en la playa un foso que se llena de agua del mar.

Para esplotar la arena salada, se llena una caja cuadrada de madera, de un pie de profundidad y 9 pies de costado. Esta caja está sostenida sobre un macizo de piedra asperon ó de arcilla; su fondo está formado por tablas reunidas con los costados. Sobre estas tablas se coloca una capa de paja que se vuelve á cubrir á su vez con nuevas tablas, formando el todo como se advierte un verdadero filtro. En uno de los costados de la caja se practica un agujero que comunica con un conducto destinado á llevar el agua á un recipiente. La caja se llena de arena salada y se vierten sucesivamente de 7 á 800 litros de (1387, 9600 á 1586, 2400 cuartillos) de agua del mar. Esta cantidad se filtra en dos horas, y adquiere por este medio una densidad de 1, 14 y algunas veces de 1, 17.

El resíduo arenoso le emplean los agricultores para el beneficio de las tierras. El agua saturada que toma el nombre de *morena*, se conduce al sitio donde debe evaporarse; se recibe separadamente la primera de estas aguas, despues las mas débiles. Los salineros aprecian el grado de estas aguas, por medio de tres bolitas de cera lastradas con plomo, y consideran como la mas favorable para la evaporacion aquella cuya densidad es de 1,16.

Esta agua se evapora en unas vacías de plomo, cuya capacidad fijada por la ley es exactamente de 20 litros (39, 6560 cuartillos). Estas vacías se distinguen con el nombre de *plomos*; tienen la forma de un cuadrilongo y son poco profundas: las vacías son tres, y se colocan todas en un horno que tiene

tres divisiones y está construido con una masa de arena salada y agua morena: no tiene regilla ni chimenea. Se calienta con leña, y el humo se escapa por los intervalos que se dejan entre la vacía y las paredes del horno.

Cuando el agua morena empieza á hervir se eleva en espuma; el salinero para impedir que se vierta, la agita con una barilla. Al cabo de un cuarto de hora, llena de nuevo las calderas con agua morena fria, lo que determina la formacion de una espuma, que se tiene cuidado de recoger. Despues de este tiempo se deja marchar la evaporacion hasta que la sal empiece á depositarse, y en este momento se añade un litro (1,9828 cuartillos) de agua morena para determinar el depósito de nuevas espumas que se separan como las anteriores. En fin, se evaporan las aguas hasta sequedad, durante cuyo tiempo se agita sin cesar la sal que se deposita, para evitar la fusion de los plomos. La masa salina que se encuentra necesariamente muy impura, pero en un estado de division muy favorable para su purificacion, se coloca en una cesta que se suspende sobre los plomos, durante toda la operacion siguiente. La sal se encuentra por este medio espuesta á la accion de una gran cantidad de vapor de agua, y se despoja de la mayor parte de las sales delicuescentes con que está mezclada. En seguida se deposita en un almacen cuyo suelo está formado de arena legiviada, bien batida, aqui se termina la purificacion por sí misma. Durante los dos primeros meses de su almacenage, pierde la sal todavia 20 á 28 por 100. Entonces queda la sal muy blanca dividida y como nevosa.

Cada operacion ó cocion dura dos horas: se practican nueve al dia cuando menos; y algunas veces diez ó doce. Se evaporan de 7 á 800 litros de (1387, 9600 á 1586, 2400 cuartillos) de agua morena que suministran de 150 á 225 kilógra-

mas de (327 á 490, 50 libras) de sal, segun la riqueza de la arena empleada se consumen durante la operacion de 20 á 25 haces de leña cuyo valor es 6 á 7 francos de (22,8 á 26,6 reales).

Bien se concibe que será necesario dirigir la operacion con mucha destreza al concluir la evaporacion para evitar el que los plomos se fundan. Para esto se renueva sin cesar, y tan pronto como se ha separado toda la sal de la vacía, se añade sin detencion nueva cantidad de agua morena. Con motivo del repentino cambio de temperatura que el plomo esperimenta tantas veces, y á causa de la blandura de este metal, se encuentran las calderas verdaderamente ensanchadas al fin del dia, y hay precision de reajustarlas; para lo cual es preciso cambiarlas para que el trabajo no se detenga.

Las cenizas muy ricas en sal y los despojos de los hornos que duran cuarenta ó cincuenta dias se venden para el abono de las tierras.

En el cuadro siguiente ofrecemos el analísis de algunas sales del comercio, como ejemplo de las variaciones que esta sustancia puede esperimentar. Es necesario tener siempre presente que algunas sales contienen bromuro y ioduro de magnesio en cantidades bastante notables para ser verdaderamente nocivas.

Cuadro del analísis de algunas variedades comerciales de sal marina.

Origen de la sal.	Sal marina.	Sulfato de magnesia.	Cloruro de magnesio.	Sulfato de cal.	Materias insolubles.	Agua higrométrica
SECUN M. ENRIQUE.						
Sal de Saint-ubes	96,0	0,45	0,30	2,35	0,9	0,0
Id. de Oleron	96,4	0,45	0,20	1,95	1,0	0,0
Id. de Escocia del agua del mar	93,5	1,75	2,85	1,50	0,4	0,0
Id. de Ligmington	93,7	3,50	1,10	1,50	0,2	0,0
Sal gema de Chester	98,3	0,00	0,05	0.65	1,0	0,0
Id. de Chester para la salacion	98,6	0,00	1,10	1,20	0,1	0.0
SEGUN M. BERTHIER.						
Sal de Saint-ubes de primera calidad.	95,19	1,69	0,00	0,56	0,0	2,45
Id. de id. de segunda	89,19	6,20	0,00	0,81	0,2	3,60
Id. de id. de tercera	80,09	7,27	0,00	3,57	0,2	8,36
Id. de Figueras	91,14	3,54	0,70	0,33	0,0	4,20
Id. de Bouc	95,11	1,30	0,23	0,91	0,1	2,35
Id. de Croisic	87,97	1,56	0,50	1,65	0,8	7,50

CAPITULO III.

SOSA ARTIFICIAL.

1291. Ya hemos espuesto como se obtiene la sosa llamada natural, y segun las indicaciones generales que hemos hecho sobre el orígen de los productos comerciales que contienen al sodio, es facil advertir que la sosa artificial solo puede estraerse de la sal marina. La Francia tan pobre en sosa natural posee por el contrario unos manantiales inagotables de sal marina. Asi desde el instante en que las guerras de la revolucion suprimieron la importacion da las sosas españolas, pusieron en practica todo género de ensayos para estraer la sosa de la *sal marina*. El éxito de estas tentativas ha quitado á la España un ramo de industria que producia veinte millones lo menos al año. Leblanc, cirujano francés, tuvo la gloria de presentar á su patria el procedimiento por el cual se obtiene la sosa artificial; su descubrimiento hará época en la historia de las artes.

Cuando por causa de la guerra se suprimió el comercio entre España y Francia, la comision francesa de salud pública hizo reunir á los químicos franceses para encomendarles un punto de tanta importancia, empeñándolos á que dieran á conocer los procedimientos á propósito para producir la sosa. De todos cuantos se examinaron en aquella época solo ha permanecido el de Leblanc; pero entre los otros hay algunos que merecen darse á conocer. Estos métodos pueden dividirse en dos clases: los unos tienen por objeto la estraccion directa de la sosa por medio de sal marina, los otros están fundados sobre la conversion del sulfato de sosa en sosa.

Sal marina y cal.—Muchos químicos, entre otros Proust, Pelletier y Deyeux, habian observado sobre las paredes húmedas unas eflorescencias do carbonato de sosa, que consideraban como el resultado de la descomposicion de la sal marina por la cal viva. La sosa que provenia de esta descomposicion se carbonataba por su contacto con el aire. Antes de la revolucion, este procedimiento, cuyo descubrimiento es debido á Schéele, fué puesto en práctica por Guyton y Garny por el lado de Croisic en baja Picardía. Apagada la cal viva por el método ordinario, se formaba una pasta con una disolucion de sal marina. Abandonada esta pasta al aire, y sostenida con humedad, se cubria de eflorecencias de carbonato de sosa. Este procedimiento no ha sido seguido por ningun otro.

Sal marina y óxido de plomo. Este procedimiento descubierto igualmente por Schéele se empleaba en Inglaterra hacia mucho tiempo para obtener un hermoso color amarillo, cuando fué puesto en práctica por los Señores Chapptal y Bérard para la estraccion de la sosa. Para ejecutarlo, se toman 50 kilógramas (109 libras) de litargirio pulverizado que se introduce en una cubeta de madera. Por otro lado se disuelven 12,5 kilógramas (27,250 libras) de sal marina en 50 kilógramas de agua. El litarginio se diluye con una parte de esta disolucion, de manera que forme una pasta líquida. Esta se deja reposar durante algunas horas, y desde que la superficie empieza á blanquear, es preciso remover la masa sin cuya operacion se quedaria muy dura. Se continúa agitando de este modo; se añade el resto de la disolucion, y aun en caso necesario un poco de agua. Al cabo de un dia, la reaccion se halla terminada. Despues de este tiempo se deja todavia un dia en reposo, despues se lava. Las lavaduras arrastran sosa

cáustica y sal marina sin descomponer. El resíduo está formado de un compuesto de cloruro y de óxido de plomo que presenta un hermoso color amarillo por la fusion. En este procedimiento la descomposicion de la sal marina es completa, pero el precio subido del litargirio la hace impracticable en alto grado.

Los otros procedimientos exigen todos que se trasforme primeramente la sal marina en sulfato de sosa, cuya trasformacion puede ejecutarse por diversos medios.

Sal marina y sulfato de hierro. Esta descomposicion suministra peróxido de hierro, sulfato de sosa, cloro y ácido sulfuroso, cuando las dos materias mezcladas recientemente han sido sometidas á la accion del fuego. El fenómeno puede hacerse mas productivo en sulfato de sosa, mezclando los dos cuerpos en polvo y en la relacion de 73 de sal marina y 172 de sulfato de hierro, dejando la mezcla en monton y rocada con un poco de agua durante algunos dias, y calentándola en seguida hasta el grado rojo. Desde luego se forma en frio sulfato de sosa y cloruro de hierro. El cloruro se trasforma por el calor, en virtud de la descomposicion del agua, en ácido hidro-clorico que se desprende, y en óxido de hierro que queda mezclado con el sulfato de sosa. Operando de esta manera se desprende poco ácido sulfuroso y poco cloro. La calcinacion se hace muy bien en un horno de reverbero. Tratando por el agua la masa restante, se disuelve en gran parte, dejando un resíduo de peróxido de hierro. El agua solo contiene sulfato de sosa que es facil purificar por la cristalizacion, y aun por simple evaporacion. En algunas fábricas del Norte se obtiene el sulfato de sosa por este mismo procedimiento.

Sal marina y pirita.—Conteniendo un atomo de bisulfuro

de hierro, dos atomos de azufre, podrá producir dos átomos de ácido súlfurico y de consiguiente descomponer dos átomos de sal marina; esto equivale á decir que cien partes de pirita bastarán para trasformar en sulfato doscientas partes de sal marina. En los esperimentos ensayados por órden de la comision de salud pública, se emplearon para cien partes de pirita sesenta solamente de sal marina; pero se aseguraron de que la pirita estaba lejos de haberse empleado enteramente. Las materias mezcladas deben someterse á una tostion moderada en un horno de rebervero. El residuo legiviado produce el sulfato de sosa. El azufre en este procedimiento se trasforma bajo la influencia del calor, del aire, y del sodio en ácido súlfurico. El sodio que pasa al estado de sosa se combina con este ácido. En fin, el cloro de la sal marina, combinándose con el hidrógeno del agua ó con los gases que produce el combustible, pasa al estado de ácido hidroclórico. Se obtiene ademas ácido sulfuroso, que proviene de una porcion del azufre incompletamente quemado. La mezcla puede tostarse en monton bien sea despues de haberla mezclado con la ulla, bien estratificándola con los haces de leña. No creo que este procedimiento se haya practicado jamás en grande. Es muy probable que en ciertas localidades pueda producir resultados ventajosos.

1292. Cuando el sulfato de sosa está preparado es necesario trasformarle en sosa, para lo cual existen otros muchos procedimientos.

Sulfuro de sodio y ácido carbónico. Nada hay mas facil que la trasformacion del sulfato de sosa en sulfuro de sodio; con la misma facilidad puede hacerse pasar éste al estado de bi-carbonato de sosa, y por último es sumamente sencillo trasformar el bi-carbonato de sosa en carbonato neutro. Pe-

ro cada uno podrá calcular las ventajas que puede ofrecer este procedimiento en una esplotacion en grande.

Para obtener el sulfuro de sodio se toma el sulfato de sosa, se mezcla muy bien con carbon y se calienta la mezcla hasta el grado rojo. Al momento se desprende gas óxido de carbono y queda el sulfuro de sodio. Para veinte partes de sulfato de sosa es necesario emplear lo menos tres de carbon. El resíduo disuelto en el agua no puede convertirse enteramente en carbonato de sosa, sino á favor de un gran esceso de ácido carbonico. La descomposicion del agua se verifica bajo la influencia del ácido carbónico. El oxígeno del agua oxida al sodio que pasa al estado de carbonato de sosa, el hidrógeno se une al azufre y se trasforma en hidrógeno sulfurado (1); pero como es indispensable el emplear un esceso de ácido carbónico, lo que se produce es un bi-carbonato de sosa. El ácido carbónico puede obtenerse bien sea quemando polvo de carbon en un tubo en que se obligue á pasar una corriente de aire, bien calcinando piedra de cal ó una mezcla de creta y arcilla en unos tubos de fundicion. En este último caso se forma la cal hidráulica artificial. El ácido carbónico que se produce se le hace pasar sobre el sulfuro de sodio disuelto en el agua. El éxito será el mismo sin duda operando sobre el sulfuro de sodio húmedo y muy dividido, y de este modo se evitará toda presion. Al cabo de algun

(1) Haciendo pasar á este último gas por un fogon se quema y trasforma en ácido sulfuroso que puede lanzarse al aire sin gran inconveniente, lo que no puede hacerse con el hidrógeno sulfurado á causa del mal olor que produce. Quemando de este modo un tercio del hidrógeno sulfurado, y haciendo pasar el gas sulfuroso formado y los dos tercios de hidrógeno sulfurado á una cámara que permanezca húmeda, puede obtenerse casi en su totalidad el azufre que contienen estos gases.

tiempo el sulfuro de sodio se trasforma en bi-carbonato. Entonces se purifica por la cristalizacion, y se calcina ligeramente en un horno de rebervero para hacerle pasar al estado de carbonato neutro.

Indicamos aqui este procedimiento, aunque probablemente no puede tener buen éxito sino en circunstancias muy particulares.

Sulfato de sosa, hierro y carbon.—El P. Malherve, benedictino, se propuso por medio de estas sustancias obtener la sosa en 1778. Este procedimiento se empleó ya en Jabela durante la revolucion. M. Alban practicó el esperimento delante de los comisarios del comité de salud pública empleando 100 kilógramas (218 libras) de sulfato de sosa calcinado, 20 kilógramas (43, 60 libras) de carbon en polvo, 11 kilógramas (23,98 libras) de brasas del horno y 33 kilógramas (71,94 libras) de recortaduras de chapa de hierro ó de hoja de lata. Se mezcló desde luego el sulfato de sosa y el carbon en polvo, y se calentó la mezcla en un horno de reverbero de manera que pudiera convertirse el sulfato en sulfuro de sodio. Cuando éste se hallaba bien líquido se incorporaron 20 kilógramas de hierro, y se batieron fuertemente y en diversos tiempos. La masa se infló é hirvió y el hierro se disolvió bien pronto. En seguida se añadieron 8 kilógramas (17,44) libras de brasas que ocasionaron un desprendimiento de hidrógeno sulfurado. Algun tiempo despues se unió á la mezcla lo restante del hierro, y el resto de la brasa se continuó batiéndolo muchas veces y con mucho cuidado, mientras duró el desprendimiento de hidrógeno sulfurado. Cuando cesó casi del todo este desprendimiento, y la masa estaba en fusion tranquila, se hizo correr la materia fuera del horno. Pesó 107 kilógramas (233,26 libras). Esta materia esta-

ba formada de sosa pura y anhidra, y de sulfuro de hierro. Era de un hermoso color negro, cáustica, de fractura estriada y metálica, absorvió la humedad del aire con produccion de calor, y se cubria de eflorescencias amarillas de óxido de hierro. Tratándola por el agua se obtuvo bastante cantidad de sosa para formar 100 kilógramas (218 libras de carbonato de sosa).

La teoría de la operacion dista mucho de ser clara. Es probable que se forme un sulfuro doble de sodio y de hierro, y que no se obtenga sino la mitad de la sosa que la materia empleada podria producir. Este particular exige nuevos esperimentos. Nos estenderiamos menos sobre este procedimiento si no se hubiera demostrado que podia sustituirse al hierro una mezcla de mineral de hierro y de carbon en proporciones convenientes.

Procedimiento de Leblanc.

1293. Este es el que generalmente se sigue en Francia. Está fundado en la trasformacion en sosa que el sulfato de sosa esperimenta cuando se le calcina con proporciones convenientes de carbon y creta. Véase aqui el cuadro de esta reaccion notable sobre la cual los esperimentos han conducido al resultado que la teoría mas desenvuelta hubiera podido indicar.

Productos empleados.

2 át. sulfato de sosa seca.	=1784	ó bien	41
3 át. carbonato de cal.....	=1893		44
18 át. carbon.....	= 675		15
	4352		100

Productos obtenidos.

2 át. carbonato de sosa seco	=1332	ó bien	30
1 át. cal..... / 2 át. sulfuro de calcio. } combinados.	=1270		29,5
20 át. óxido de carbono	=1750		40,5
	4352		100,0

Por este cuadro se advierte que cuando se calcinan partes iguales de sulfato de sosa seco y de creta con la dósis indicada de carbon se forman productos de los cuales puede esplicarse el orígen suponiendo desde luego que el sulfato de sosa y una parte de la creta se trasformen en sulfato de cal y en carbonato de sosa. Como al disolver la materia el eagua se reproducirá el sulfato de sosa y la creta, se añade el carbon para descomponer el sulfato de cal. Pero es necesario observar tambien que si se pusieran dos átomos de creta solamente, y el sulfato de cal se trasformara en sulfuro de calcio por el carbon disolviendo en el agua este sulfuro, se descompondria por el carbonato de sosa, y se tendria tambien creta reformada y sulfuro de sodio. Esto no sucede cuando se emplean tres átomos de creta, porque entonces queda un

átomo de cal libre, y éste combinado con los dos átomos de sulfuro de calcio produce un compuesto insoluble en el agua fria. Asi el carbonato de sosa formado se disuelve solo, y se libra enteramente de la reaccion del sulfuro producido.

Se advierte por esto que todo el secreto de esta fabricacion, que tan grande influencia ha ejercido sobre el comercio francés reposa sobre el empleo de las proporciones convenientes y atómicas entre la creta y el sulfato de sosa. En cuanto al carbon puede variar la dósis; efectivamente es necesario poner mas del que el cálculo indica para reemplazar al que se quema durante la operacion; por otra parte un esceso de carbon no puede producir otro efecto que hacer cáustica una parte de la sosa, inconveniente de poca importancia á la verdad.

Concebido esto véase la dósis empleada por Leblanc y os productos obtenidos.

1000 sulfato de sosa seco,
1000 creta,
550 carbon,

2550 mezcla empleada,
1530 sosa bruta obtenida,
900 carbonato de sosa cristalizado queproviene de esta,
1000 residuo insoluble depositado por la sosa bruta.

La fabricacion de la sosa, mediante el sulfato de sosa, por el procedimiento de Leblanc, es, pues, una operacion clara y en algun tanto sin dificultad. No sucede lo mismo con la fabricacion del sulfato de sosa, operacion muy facil en sí, pero rodeada de graves embarazos, en razon á la enorme

cantidad de ácido hidro-clórico que se produce, para la cuales imposible hallar empleo, y que por otra parte ofrece una dificultad su condesacion que no se puede verificar sin grandes gastos. Es necesario, pues, distinguir en la fabricacion de la sosa, las manufacturas que recogen el ácido hidro-clórico y las que le dejan perder.

En Francia se obtiene siempre el sulfato de sosa por la accion del ácido sulfúrico sobre la sal marina. Esta circunstancia esplica la posicion de las principales manufacturas de sosa; en Marsella es á donde han encontrado la sal marina en abundancia, y á donde el azufre necesario á la fabricacion del ácido sulfúrico , llega con tanta facilidad, que todas las fábricas de sosa se han fijado en este punto.

Cuando se quiere recojer el ácido hidro-clórico, pueden emplearse los aparatos ya descritos (57); pero en las grandes fábricas mejor montadas, se emplean disposiciones tales que permiten producir mayores cantidades de sulfato de sosa, aunque por otra parte tienen el inconveniente de no condensar sino una parte del ácido formado. La mas sencilla de estas disposiciones consiste en calentar la mezcla de sal marina y de ácido sulfúrico en un horno de reverbero, y dirigir el humo al través de una serie de condensadores, á cuya salida es lanzado á la chimenea de un horno de sosa que le sirve de tiro. Cuando se emplea este aparato, es de toda precision el hacer la trasformacion del sulfato en sosa en un horno particular. En las fábricas principales, se encuentra generalmente demasiado poca salida del ácido hidro-clórico para poderlo recoger con ventaja. Entonces se busca el medio de condensarlo á fin de evitar los perjuicios que podria causar á la vegetacion de las tierras vecinas. El mas sencillo que se conoce para esto, consiste en dirigir los humos á una cá-

mara espaciosa llena de pedazos de carbonato de cal; de allí pasan á un canal largo, cuyas paredes estan formadas tambien por pedazos de cloruro de cal, y cuando la localidad lo permite se lleva este canal á una colina haciéndole servir al mismo tiempo de chimenea. En el caso contrario es preciso elevar en su estremidad una chimenea de tiro para la salida del humo. Cuando se puede disponer de masas convenientes para esta condensacion, puede efectuarse desde luego sin dificultad. Basta para esto, como lo propone M. Clement, hacer pasar los gases al través de una torre llena de guijarros que se rocían sin cesar por un filetito de agua.

Pero es preciso confesarlo: en el procedimiento ordinario de fabricacion, la condensacion presenta unas dificultades casi insuperables. En efecto, en el mismo horno se elabora la sosa bruta y el sulfato de sosa. El tiro que exige la fabricacion de la sosa es tan grande, que es por decirlo asi imposible de aplicar con buen éxito á ninguno de los medios de condensacion, sin perjudicar al buen resultado de la operacion. Por otro lado, este sistema presenta unas ventajas, que los detalles siguientes nos permitirán apreciar.

El horno doble es un horno de reverbero cuyo suelo está dividido en dos departamentos de figura elíptica, y la bóveda muy rebajada. La primera seccion del suelo tiene diez pies de longitud por ocho de ancho; esta separacion está destinada á la fabricacion de la sosa. La segunda tiene ocho pies de longitud por siete de largo. Esta está reservada à la formacion del sulfato. El suelo para la sosa está construido de ladrillos, y para el sulfato de piedra arenisca. Este solo dura algunos meses, porque se corroe con el ácido sulfúrico. Las dimensiones del fogon son cuatro pies de largo por dos de ancho.

En un horno semejante se descomponen en veinte y cuatro horas 1600 kilóg. (3488 libras) de sal marina por medio de 2000 kilóg. (4360 libras) de ácido sulfúrico á 50° y resultan 2000 kilógramas de sulfato de sosa seco.

Al mismo tiempo las 2000 kilógramas de sulfato de sosa, mezcladas con 2060 (4490, 80 libras) ó 2100 kilóg. (4578 libras) de creta y 1000 ó 1060 kilóg. (2180 ó 2310,80 libras) de carbon, se trasforman en sosa y producen 2800 kilóg. (6104 libras) de buena calidad. Cada operacion dura dos horas y se opera sobre 400 kilógramas (872 libras) de mezcla de sosa.

Estos datos prácticos estan de acuerdo con el cálculo. Bajo este aspecto, falta poco que practicar. Pero lo que demuestra la gran ventaja que presenta el empleo de los hornos dobles, es que el consumo de combustible que es de 12 hectólitros (21,58908 fanegas), de ulla en veinte y cuatro horas para un horno sencillo, no se aumenta sensiblemente para un horno doble.

La trasformacion de la sal marina en sulfato no presenta ningun fenómeno particular. Se coloca la sal marina en el horno, y se hace caer el ácido por medio de una abertura practicada en la bóveda del horno. En cuanto á la trasformacion de sulfato en sosa, ofrece algunas particularidades dignas de atencion. Se coloca en el suelo la mezcla bien molida, por medio de una puerta lateral; en el primer momento el viento del horno arrastra una parte de la materia pulverulenta, pero bien pronto la mezcla empieza á fundirse, se aglutina y apelota; se revuelve bien con una pala de hierro, y asi que la materia entra en fusion, se desprenden una multitud de burbujas de óxido de carbono que se inflaman por el contacto del aire. El agua que se encuentra en las materias em-

pleadas se descompone y da orígen ademas á la formacion del gas hidrógeno carbonado ó sulfurado. Durante este fenómeno es necesario remover la materia con mucha fuerza; asi que se detiene el desprendimiento, la masa se presenta muy líquida y la operacion se encuentra próxima á su fin. Entonces se introduce en la materia una barra de hierro, se retira en seguida y se examina la costra que ha quedado adherida á ella. Cuando esta costra que se quiebra al enfriarse, presenta un grano bien unido, puede mirarse la operacion como terminada. Hácia esta época la conduccion del fuego exige mucha vigilancia. Si es demasiado fuerte la sosa quedará cocida y la cal no se descompondrá, y si es demasiado débil, dejará endurecer la materia. Esta se retira del horno y se echa en tierra donde se solidifica por el enfriamiento: se quiebra en pedazos y se almacena. Esta sosa bruta contiene muchas veces un poco de sulfuro de sodio, pero el contacto del aire le hace pasar bien pronto al estado de hipo-sulfito.

Cuando se quiere estraer de estas sosas brutas el carbonato de sosa que contienen, se pulverizan y legivian á la manera de los yesones salitrosos. Las legías se evaporan en un aparato formado de cuatro calderas; la primera, es decir, la mas distante del fogon, sirve para calentar la legía; las dos siguientes estan destinadas á su concentracion; en fin la que está colocada encima del fogon recibe los licores muy concentrados ya, y en ella se evaporan hasta sequedad. La desecacion de la sal se termina en un horno de rebervero semejante al que se emplea para calcinar el salino. El producto que se obtiene lleva en el comercio el nombre de *sal de sosa*.

Se conoce mas particularmente bajo el nombre de *carbonato de sosa*, la sal cristalizada. Esta se prepara haciendo cristalizar las legías precedentes en un tiempo frio. Evapo-

rando las aguas madres hasta sequedad producen sal de sosa.

CAPITULO IV.

Potasa facticia.

1294. Hace algunos años que se vende en París bajo este nombre un producto destinado á imitar la potasa de América, y que emplean con preferencia los que se dedican al blanqueo de las telas.

La potasa facticia no contiene, por decirlo asi, sino sosa. Su preparacion solo tiene por objeto el suministrar al comercio una materia alcalína, semejante por el aspecto á la potasa de América, y de un sabor muy cáustico. Fácilmente se concibe que estos resultados pueden realizarse por diversos procedimientos mas ó menos ventajosos.

Las mezclas que deben producir la potasa facticia se calcinan en un horno de rebervero análogo al que se emplea para calcinar el salino; se calientan hasta que el producto se halle fundido al punto conveniente, para poderlo verter en los moldes donde se solidifica.

Por lo demas, nada hay mas variable que estas mezclas; ordinariamente se emplea, sin embargo, 100 partes de sosa, 50 de sal marina, y 1 de sulfato de cobre; la sosa entra desde luego en fusion: se añade á esta el sulfato de cobre, que debe colorear el producto, y cuando este se halla bien mezclado, se añade á la masa un poco de nitrato de potasa; se pone por último la sal marina en el horno, se remueve bien todo, y se estrae tan luego como la fusion se halla bien adelantada.

La merma en esta fabricacion es poco importante; no pasa de 5 á 8 por 100 de las materias empleadas.

Es evidente que si esta potasa facticia puede convenir al blanqueo no será empleada por los salitreros ni por los fabricantes de cristales; estos deben desechar toda potasa que no forme alumbre con el sulfato de alumina, y la pretendida potasa facticia se halla en este caso, puesto que solo contiene sal marina, sosa cáustica y carbonato de sosa.

CAPITULO V.

Bi-carbonato de potasa y de sosa.

1295. Estos dos bi-carbonatos y el de sosa en particular han venido á ser el objeto de una fabricacion poco importante á la verdad, pero digna de algun interés. El bi-carbonato de sosa se emplea para formar las pastillas que facilitan la digestion, y que imitan en algun tanto los efectos de las aguas de Vichi. M. D' Arcet ha hecho sobre este punto observaciones muy curiosas que han dado hace algun tiempo cierta actividad á la preparacion del bi-carbonato de sosa. Para formar esta sal se han imaginado diversos aparatos, algunos de ellos muy ingeniosos, pero todos han venido á ser inútiles á consecuencia de los resultados publicados por M. Smith y verificados por M. Boullay.

En efecto, si se toman unos cristales de carbonato de sosa ordinario, y bajo una débil presion se ponen en contacto con el gas ácido carbónico, la sal perderá bien pronto su trasparencia, conservará su forma, pero se presentará porosa y friable. Tomando una testura hojosa la sal pierde una gran parte de su agua de cristalizacion que se manifiesta sobre las paredes del vaso. Cuando cesa la absorcion del ácido carbónico se retira la masa del aparato, se diluye en una pequeña

cantidad de agua haciendo escurrir la restante; en fin, se comprime la sal y se seca al contacto del aire.

Preparado de este modo el bi-carbonato de sosa está perfectamente puro, y se compone de

1 át. sosa.....	= 390	ó bien	37,1
4 át. ácido.....	= 550		52,4
2 át. agua.....	= 112		10,5
1 át. bi-carbonato de sosa.	= 1052		100,0

Nada hay mas facil que realizar estos resultados; basta colocar en unas cajas de madera el carbonato cristalizado, llevar el gas carbónico bien lavado y ejercer una presion no permitiendo que el gas se escape, sino despues de que esta presion sea susceptible de elevar una columna de agua de uno ó dos pies de altura; es necesario advertir que deben colocarse muchas cajas en seguida unas de otras, y que se hará siempre llegar el gas sobre aquellas que se aproximen al término de la saturacion, forzándole á que atraviese últimamente las que contengan al carbonato de sosa menos atacado.

El bi-carbonato de potasa se producirá sin duda de la misma manera haciendo uso del carbonato de potasa en masas húmedas y porosas, en cuya forma es muy facil obtenerle.

CAPITULO VI.

Arcillas.

1296. La arcilla es una mezcla natural de silice y de

alumina en proporciones variables. Estas mezclas tienen algunos caracteres comunes tomados mas bien en las propiedades físicas que las señalan en las artes un uso particular, que no en su composicion.

Se diluyen en el agua con bastante facilidad, y se reducen á una papilla. Dando á esta la consistencia de una pasta sólida presenta untuosidad. Tiene la tenacidad suficiente para dejarse alargar en diversas direcciones sin romperse. Esta propiedad existe con mas ó menos intensidad en todas las arcillas. Desecando esta pasta conserva solidez; espuesta al calor rojo adquiere todavia mas, y se hace tan dura que puede producir chispas por el choque del acero. Entonces ha perdido la propiedad de diluirse en el agua, y poder formar pasta con este líquido.

Estos dos caracteres convienen á todas las arcillas, si bien todas no los presentan en el mismo grado de intensidad.

Las arcillas por sí mismas son infusibles, pero adquieren la propiedad de fundirse por la accion de la potasa, de la sosa, de la barita, de la cal, de los óxidos de plomo, de hierro, de manganeso, y por la de otro gran número de cuerpos. En la naturaleza se encuentran mezclas arcillosas que contienen cal, óxidos de hierro ó de manganeso, y la presencia de estas sustancias las hacen fusibles cuando estan en cantidad suficiente.

No solamente la accion del fuego endurece las arcillas y todas las mezclas terrosas en que predomina esta sustancia por sus propiedades, sino que ademas las hace esperimentar una disminucion de volúmen llamada tanteo, que varia segun las circunstancias. Al disminuir de volúmen pierden una parte de su peso lo que debe atribuirse en parte á la pérdida del agua que retienen con una fuerza muy considerable, y que

no abandonan en su totalidad sino por la accion de un fuego muy violento.

Las arcillas deben á esta afinidad para con el agua otra propiedad que se nota en la mayor parte de sus variedades: esta es la facultad de absorver á este líquido con mucha velocidad, produciendo una especie de silvido, y la de adherir á la lengua apoderándose con prontitud de la humedad que esta contiene repartida en su superficie. Se dice de las arcillas y de las otras piedras que tienen esta propiedad, que se agarran á la lengua. En fin, la mayor parte de las arcillas son suaves al tacto, se dejan cortar con el cuchillo y aun pulir con el dedo.

Las materias que alteran la pureza de las arcillas son la silice, el óxido de hierro, el carbonato de cal, la magnesia, el sulfuro de hierro y los combustibles vegetales descompuestos en parte. La silice las comunica la aspereza; algunas veces las priva de su propiedad pegajosa y de su tenacidad. El óxido de hierro las colora y hace fusibles, bien sea antes, bien despues de la accion del fuego. El sulfuro de hierro al descomponerse introduce en ellas al óxido de hierro.

El carbonato de cal en cantidad suficiente las comunica la propiedad de hacer efervescencia con los ácidos y de poderse fundir con suma facilidad. En fin, la magnesia las imprime algunas veces un carácter particular de untuosidad.

Véanse aqui las principales variedades de arcilla.

1.° *Collirita.* Esta es una arcilla infusible, blanca, bastante tenaz, y que deja rezumar el agua por la presion; pero retiene siempre á este líquido con una fuerza increible. Por la disecacion se separa en prismas basalticos como el almidon. Es absolutamente infusible, y se diluye sin efervescencia en el ácido nítrico. Absorve el agua produciendo un sil-

vido y presenta trasparencia cuando se introduce en este líquido á la manera de los opalos, en su totalidad ó en parte. Esta arcilla está compuesta de

1 át. alumina.=	643,33	ó bien	42,46
1 át. silice....=	192,60		13,14
12 át. agua...=	675,00		44,40
1 át. collirita.=	1510,93		100,00

2.° *Kaolin.* Los kaolines son friables, ásperos al tacto, y se reducen dificilmente á pasta con el agua. Separados de las partes estrañas con que estan mezclados ordinariamente son absolutamente infusibles al fuego de los hornos de porcelana, y no adquieren nada de color; se endurecen como las otras arcillas y tal vez mas, pero no adquieren agregacion al menos cuando estan puros. Los verdaderos kaolines son casi todos de un hermoso blanco, algunos tiran al amarillo y al rojo de carne; muchos de estos últimos adquieren por el fuego una tinta gris que no permite se los pueda emplear para la fabricacion de la rica porcelana; la mayor parte de ellos presentan particulillas de mica que manifiestan su orígen. Casi todas estas arcillas son evidentemente debidas á la descomposicion de la Pegmatita roca, compuesta de felspato y de cuarzo.

Véase el analísis de algunos kaolines por M. Berthier.

	Saint-Iricix cerca de Limoges.	Schueeberg en Sajonia.
Silice..... =	46,8.....	43,6
Alumina..... =	37,3.....	37,7
Potasa..... =	2,5.....	0,0
Peróxido de hierro. =	0,0.....	1,5
Agua..... =	13,0.....	12,6
	99,6	95,4

El kaolin de San Iricix, lavado y seco contiene, pues, 56 de sílice y 44 de alumina, lo que le aproxima mucho al silicato de alumina que contiene tanto oxígeno en la base como en el ácido. Este estará formado de 48 de alumina y 52 de silice. Rose ha analizado un kaolin que le ha ofrecido esta composicion.

3.° *Arcilla plástica.* Esta arcilla es compacta, ductil y casi untuosa al tacto; tambien se deja pulir con los dedos. Cuando está seca toma un aspecto muy legaminoso con el agua, y forma una pasta tenaz; algunas veces adquiere en el agua un poco de traslucencia. Es infusible al fuego de un horno de porcelana, y toma una gran solidez.

Entre estas arcillas las unas quedan blancas ó pierden su color al fuego de porcelana; las otras adquieren un rojo bastante subido algunas veces.

Bajo el aspecto de la composicion, la arcilla plástica se divide en dos variedades muy distintas. Véanse aqui algunos ejemplos, segun M. Berthier.

Arcilla plástica.	Sílice.	Alumina.	Peróxido de hierro.	Usos.
De Torges les Eaux.	73	27	señal	Crisoles para fundir el vidrio.
De Saint-Amand....	73,3	24	2,7	Arenisca.
De Stourbridge.....	73,4	24,6	2,0	Crisoles para vidrio y acero.
De Montereau.....	73	27	señal	

En esta variedad, la sílice contiene tres veces el oxígeno de la base. En la siguiente no contiene sino el doble aproximadamente.

Arcilla plástica.	Sílice.	Alumina.	Peróxido de hierro.	Usos.
De Abondant.....	59	41	señal	Porcelana.
De Devonshire.....	57	43	señal	Loza fina inglesa.
De Audennes, cerca de Namur.....	64,3	33,3	2,5	Crisoles para laton.

4.° *Arcilla sméctica ó tierra de bataneros.* Esta arcilla es grasienta al tacto, y se deja pulir con la uña; se deslie con prontitud en el agua, y forma una especie de papilla, pero no adquiere una gran ductilidad, muchas veces contiene magnesia; algunos de sus caracteres esteriores parecen debidos á la presencia de esta tierra que comunica ordinariamente una clase de untuosidad á las piedras, de cuya composicion hace parte en cierta cantidad.

Los colores de esta arcilla son muy variables. La mas ordinaria es de un gris amarillento y de verde oliva; las hay

tambien morenas y de color rojo de carne; su fractura es muy variable; unas veces se presenta escabrosa, otras schistosa y algunas conchoidea.

Esta arcilla es bastante compacta y se pega muy poco á la lengua. Muchas variedades de arcilla smectica se ennegrecen por el primer fuego y toman en seguida el color blanco, lo que indica la presencia de una materia conbustible. En fin, todas estas arcillas se funden á un fuego mas violento.

5.° *Arcilla figulina.*—La mayor parte de estas arcillas tienen las propiedades esteriores de las arcillas clásticas; muchas son como ellas suaves al tacto, y forman con el agua una pasta bastante tenaz; pero son en general menos compactas y mas friables; se diluyen en el agua con la mayor facilidad. Muchas tambien, estan muy coloreadas y lejos de perder este color por la cocion adquiere un rojo mas vivo; en fin, tienen una fractura irregular con muchas desigualdades y de ninguna manera laminosa. Aunque estas arcillas son suaves al tacto, no tienen la untuosidad de las arcillas de bataneros. Algunas hacen una ligera efervescencia con los ácidos, y estas se aproximan de tal manera á las margas que se confunden con ellas y es sumamente dificil el distinguirlas. La cal y el hierro que contienen estas arcillas es lo que las hace fusibles á un calor muchas veces muy inferior al que las arcillas precedentes pueden soportar sin alteracion. Estas arcillas se emplean en la fabricacion de la loza y vasos terrosos, ordinarios de pasta rogiza y porosa.

Véase el analísis de dos arcillas de esta clase.

	Arcillas de Provins segun M. Aubert.	Arcilla de Livernoon (Lot) segun M. Berthier.
Silice	57	60
Alumina	37	30
Peróxido de hierro	1,7	7,6
Cal	4,0	2,4
	99,7	100,0

5.° *Arcilla marga.*—Esta varía en consistencia, pero no es jamás tan dura que no se deje diluir en el agua; mas bien por el contrario, es ordinariamente muy friable, y aun algunas veces pulverulenta. El paso de la humedad al estado seco basta muchas veces para desunir sus partes. Poniéndola en el agua reducida á polvo forma una pasta con este líquido, que no obtiene ligazon alguna. Produce una efervescencia violenta con el ácido nítrico, y muchas veces este ácido disuelve mas de la mitad de la mezcla. La marga se funde con facilidad al soplete. Su fractura es siempre terrosa, su testura muchas veces presenta hojas, y en este caso no se distingue de la arcilla hojosa sino por la accion del ácido nítrico y por su facil fusibilidad.

Véase la composicion de algunas margas analizadas por Mr. Buison.

	De Belleville cerca de París.	De Viroslay cerca de Versalles.
Silice	46	29
Alumina	17	11
Peróxido de hierro.	6	6
Carbonato de cal...	28	52
	97	98

CAPITULO VII.

ALUMBRE.

1297.—Ya hemos hecho conocer suficientemente la composicion y las propiedades del alumbre; falta solo ocuparnos de la preparacion en grande de esta sal. Hasta el siglo XV todo el alumbre que se consumia en Europa venia de levante. En el dia se fabrica en *Rocca* y en Edesse el alumbre llamado de *Rocca*. Juan de Castro Genovés, que habia tenido la ocasion de ver la fabricacion del alumbre en Siria, se sorprendió al ver la abundancia de acebos que habia en las inmediaciones de la Tolfa, habiendo observado la misma circunstancia en Siria; esto le movió á buscar en la Tolfa el mineral del alumbre, que no tardó en descubrir. Desde aquel momento adquirió Italia la fabricacion del alumbre. Mas adelante en el siglo diez y seis, se descubrió el arte de estraer el alumbre por medio de los schistos piritosos. En fin, durante la revolucion francesa, los progresos de la ciencia han permitido fabricar el alumbre por varios medios. Mr. Chaptal fué el primero que realizó esta fabricacion en la época an-

tedicha. El alumbre puede obtenerse por uno de los procedimientos, que aun estan en actividad en diversos puntos. En los paises volcánicos suele alguna vez encontrarse el alumbre formado enteramente que sin duda alguna resulta de la reaccion del ácido sulfúrico sobre las lavas que contienen á la vez la cantidad necesaria de potasa y alumina para la formacion de esta sal; siendo producido el ácido sulfúrico por la combustion del azufre al contacto del aire húmedo. Este alumbre puede tambien provenir de la calcinacion del mineral conocido con el nombre de aluminita, cuya calcinacion puede verificarse fácilmente por el calor del volcan. Pero sea como quiera, el alumbre se encuentra ya formado enteramente en la Solfatara; tambien se encuentra en este estado en Auvergue, etc. Entre estos alumbres nativos, es necesario distinguir el de la gruta de alumbre del cabo de Misena, cerca de Nápoles: una eflorescencia contínua le produce sobre las paredes de la gruta en forma de pequeños filamentos suaves mezclados con granos cristalinos. En la Solfatara, este alumbre viene á eflorecer á la superficie del suelo; sus eflorescencias se aumentan formando con el terreno paredes, grutas ó tomando todas las disposiciones que puedan aumentar su superficie. Para estraer este alumbre, se toman todas las porciones de terreno que parecen bastante cargadas, y se legivian. Las aguas de lavaduras se someten á la evaporacion en unas calderas de plomo que se empotran en el suelo, cuya temperatura se hace ascender á 40.° En la primera cristalizacion se obtienen los cristales de alumbre impuros, que se redisuelven y hacen cristalizar de nuevo.

Este procedimiento no produce sino unas cantidades de alumbre tan pequeñas, que es inútil por lo tanto insistir en él. La mayor parte del alumbre del comercio resulta de los

tratamientos siguientes: 1.° Se prepara el sulfato de alumina, ya sea por la accion directa del ácido sulfúrico sobre la arcilla, ya por la tostion de una mezcla de sulfuro de hierro y de schisto aluminoso. En seguida se trasforma el sulfato de alumina en alumbre por la adicion de una cantidad conveniente de sulfato de amoniaco ó de sulfato de potasa; 2.° se toma el mineral de la Tolfa, se calcina y por medio de lavaduras se estrae todo el alumbre formado. Estos son los procedimientos que vamos á describir.

1298. El sulfato de alumina se prepara directamente por un procedimiento muy sencillo. Se toman para esto unas arcillas que se hallen privadas en lo posible de carbonato de cal y de peróxido de hierro. Se calcina en un horno de reverbero tanto para desalojar el agua como para peroxidar el hierro y hacer á la alumina mas atacable por los ácidos. Todas estas condiciones son favorables para la fabricacion del sulfato de alumina que se quiere producir. La espulsion del agua hace á la arcilla porosa y á propósito para absorver el ácido sulfúrico por la atraccion capilar. La peroxidacion del hierro hace á este cuerpo menos soluble en el ácido sulfúrico. En fin, la silice de la arcilla reaccionando sobre la alumina la hace perder su agregacion, y mas facil de atacar por el ácido sulfúrico. Es necesario por lo tanto, calcinar la arcilla; pero es necesario tambien no calcinarla demasiado, porque en este caso se haria muy densa y esperimentaria un principio de fusion que haria la accion del ácido muy dificil. La calcinacion de la arcilla se practica en un horno de reverbero, cuya llama sirve á continuacion para calentar dos calderas de evaporacion y una vacía destinada á poner el ácido sulfurico en contacto con las arcillas calcinadas. Cuando la arcilla se pulveriza fácilmente se pone término á la calcinacion.

La arcilla se reduce en seguida á polvo con mucho cuidado; este polvo se pasa por un tamiz de tela metálica para asegurarse de su tenuidad, porque en ella consiste el buen éxito de la operacion siguiente.

Cuando la arcilla está reducida á polvo se pone en contacto con el ácido sulfúrico. Se toman 100 partes de arcilla y 45 de ácido sulfúrico de las cámaras á 45° de Beaume. Esta mezcla se coloca en una vacía de piedra cubierta de una bóveda. Los humos del horno de reverbero pasan por debajo de esta bóveda, y calientan la mezcla pastosa á 70° aproximadamente. Al cabo de algunos dias, durante los cuales se tiene cuidado de removerlo sin cesar, se retira la mezcla y se deposita en un sitio caliente, y alli se abandona durante uno ó dos meses.

Al cabo de este tiempo se lava para estraer el sulfato de alumina formado; se diluye la materia en unos toneles que se llenan de agua, se deja reposar y se decanta. Las primeras lavaduras que marcan de 15 á 18° se someten á la evaporacion. Las otras sirven para legiviar nuevas materias hasta que llegan al grado de concentracion antedicho.

Cuando por la evaporacion se han concentrado las lavaduras á 20° de Beaume, se conducen á una vacía adonde se aclaran por el reposo. En seguida se decantan para evaporarlas de nuevo hasta 25 ó 40°, segun se desea trasformar el sulfato de alumina en alumbre por el sulfato de amoniaco ó por el de potasa.

El sulfato de alumina se obtiene por otro procedimiento muy diverso en las localidades que producen el sulfuro de hierro diseminado en los schistos aluminosos. Solo por una calcinacion detenida, practicada al contacto del aire, se trasforma el sulfuro de hierro en sulfatos de protóxido y de ses-

qui-óxido de hierro. Pero aqui la presencia de la alumina hace los resultados diferentes. El sulfato de sesqui-óxido de hierro se trasforma en sulfato de alumina, y el sesqui-oxido queda libre, ó al menos pasa al estado de sub-sulfato; de tal modo que teniendo cuidado de prolongar la operacion suficientemente para que la mayor parte del hierro quede peroxidado, no se obtiene, por decirlo asi, sino sulfato de alumina.

El schisto aluminoso mas á propósito es ordinariameute negruzco, afelpado, áspero, friable y de fractura laminosa. Las mas veces se encuentran en él cristales de sulfato de alumina y de hierro ó alumbre de pluma. Se estrae el schisto y se abandona mas ó menos tiempo al contacto del aire, y en seguida se tuesta. Algunos schistos como el de Freinwalde no necesitan la tostion; basta esponer la materia al aire libre durante un año. Klaproth juzgó que en este schisto no se hallaba el azufre en el estado de pirita. En la mayor parte de los casos se hace necesaria la tóstion. Esta operacion se practica en monton sobre una hera limpia y bien preparada, cuyo suelo tiene una pendiente que viene á terminar una canal por medio de la cual corren las aguas de las lluvias á un estanque. Se dispone desde luego en el suelo de la hera una capa de haces de leña de tres pies de largos por uno de diámetro sobre una superficie de 100 pies de longitud por 6 ó 7 de ancho. Esta capa se cubre con otra de schisto de dos pies de espesor. Se da fuego á los haces en el centro del monton, y se dirige la combustion practicando en varios puntos con el azadon unas comunicaciones para el aire, haciendo de este modo la combustion mas general. En seguida se dispone una nueva capa de haces y sobre ella otra de schistos; se da lugar á que el fuego se comunique á estas capas para continuar la elevacion

del monton que debe constar de ocho á diez de estas capas y terminar por una de esquisto muy menuda, destinada á preservar el monton de las aguas de lluvia. La combustion dura seis semanas ó dos meses á lo mas. Cuando el schisto está cargado lo suficiente de betun ó de ulla basta la capa primera de haces para efectuar la combustion; en este caso se va cargando de schisto á medida que la llama se presenta por los diversos puntos del monton.

La presencia de las cenizas que provienen de la leña complican los productos de esta operacion. La potasa que contienen, origina el sulfato de potasa, y de consiguiente el alumbre de potasa.

En esta tostion puede reemplazarse la leña por la ulla. En tal caso se forma tambien alumbre por medio del amoniaco que proviene de la ulla, obteniendo de este modo sulfato de amoniaco, y de consiguiente alumbre con base de amoniaco.

El producto de la tostion es muy complicado. Durante la combustion se desprende gas sulfuroso y azufre, que se pierden para la formacion del alumbre; pero á pesar de esta pérdida, el residuo retiene mucho ácido sulfúrico combinado bajo diversas formas. Ademas debe contener al schisto y al sulfuro de hierro sin alterar, peróxido de hierro, sub-sulfato de peróxido de hierro, sub-sulfato de alumina y probablemente alumbre aluminado; todos estos productos son insolubles. Debe contener tambien sulfato de alumina, sulfato de alumina y de potasa, sulfato de alumina y de amoniaco, sulfatos de protóxido y de peróxido de hierro, sulfato de protóxido de hierro y de alumina, y en fin sulfato de peróxido de hierro y de potasa; productos que se disuelven todos. Estos, no se concentran probablemente al mismo tiempo, pero pue-

den resultar todos de la tostion, y variar en cantidad segun la duracion y la temperatura que se ha empleado.

Entre los productos solubles se trata de recoger sobre todo el alumbre y el sulfato de alumina. Para esto se someten los schistos tostados á tres ó cuatro lavaduras, que se efectuan por decantacion cuando la materia está muy dividida, y por filtracion á la manera de los yesones salitrosos, cuando se halla suficientemente grosera. En todo caso, las aguas mas débiles que resultan de las lavaduras, se repasan sobre los nuevos schistos tostados para enriquecerlas por este medio, haciéndolas adquirir una densidad de 10 á 12°.

Estas aguas evaporadas hasta 36° se abandonan en seguida al reposo durante cinco ó seis horas. Por este medio se precipitan sub-sales insolubles, sobre todo sub-sales de peróxido de hierro. De aqui pasan las aguas á los cristalizadores donde abandonan la mayor parte del alumbre formado que contienen. De aqui se sacan para concentrarlas de nuevo hasta el grado necesario á la cristalizacion del sulfato de hierro. Se dejan enfriar y el sulfato de protóxido de hierro cristaliza en parte. Se vuelven á tomar las aguas madres, se concentran otra vez, y se obtiene por el enfriamiento una nueva cantidad de sulfato de hierro. En fin, sometiéndolas tercera vez á la concentracion cristaliza este sulfato todavia. Cuando el licor no produce ya sulfato de hierro sino con mucha dificultad, á causa de su espesura debida á la presencia del sulfato de alumina, se concentra hasta el punto de reducirse á masa por el enfriamiento. En este estado es como ordinariamente sale de estas fábricas para pasar á manos de los fabricantes de alumbre. Con respecto al alumbre obtenido primeramente, se redisuelve, se hace cristalizar de nuevo y se introduce en el comercio.

Cuando ya se ha obtenido el sulfato de alumina por uno ú otro de estos procedimientos, se trasforma en alumbre, ya sea combinándole con el sulfato de potasa, ya con el de amoniaco, ó ya en fin con una y otra de estas sales á la vez. (1)

El sulfato de amoniaco empleado para hacer el alumbre, proviene del tratamiento de los productos de la destilacion de las materias animales. El sulfato de potasa resulta de la fabricacion del ácido sulfúrico ó bien de la del ácido nítrico.

En todos casos debe determinarse por un ensayo la riqueza de estos sulfatos, asi como la del sulfato de alumina que se quiere tratar (2).

(1) Parece que no se ha probado el aplicar en grande en las fábricas francesas el procedimiento puesto en uso en Freienwalde. Este consiste en tratar la mezcla de sulfato de hierro por el cloruro de potasio. Por este medio se produce tambien alumbre de potasa que cristaliza, y cloruro de hierro que permanece en las aguas madres, en razon de su delicuescencia que es muy grande. Si este procedimiento fuera susceptible de ponerse en práctica ventajosamente en Francia, se hallaria en las sales de Wareck una primara materia muy favorable. Tal vez se pueda por medio de la sal marina operar una descomposicion análoga, y formar por este medio el alumbre de sosa.

(2) Para esto se determina la cantidad de cloruro de vario que el sulfato de amoniaco puede precipitar. Se hace uso de una disolucion de cloruro de bario graduada, y se opera á la manera de un ensayo alcalimétrico.

Para el sulfato de potasa, se toman 5 ó 6 gramas de este (100,20 ó 120,24 granos), que se mezclan con la mitad de su peso de carbonato de amoniaco y se calienta la mezcla hasta el grado rojo durante un cuarto de hora. Esta operacion separa el esceso de ácido sulfúrico, si existe, y hace pasar el sulfato de potasa al estado neutro. La sal se disuelve en seguida en el agua, y se aprecia por el cloruro de bario.

En fin, para analizar el sulfato de alumina se disuelven en el agua 5 gramas (100,20 granos) de esta sal, y se vierte en la disolucion un esceso de amoniaco. Se recoge el precipitado, se lava bien y trata por la potasa cáustica, que disuelve la alumina y deja el óxido de hierro. La disolucion aluminosa se trata por el ácido hidro-clórico en pequeño esceso, y despues se precipita por un esceso de amoniaco. De este modo se obtiene alumina pura que se pesa despues de bien lavada y espuesta al calor rojo: su peso permite calcular el del sulfato de alumina.

Despues del ensayo de las dos materias, se calculan los pesos de cada una de ellas que debe entrar en la composicion de la mezcla destinada á formar el alumbre. La operacion que se practica en seguida, tiene por objeto el obtener desde luego el alumbre en forma de pequeños cristales ó en polvo, á fin de que con pocas lavaduras se puedan facilmente desembarazar de todas las sales estrañas.

En fin, purificados estos cristales, se trasforman por una cristalizacion conveniente en grandes masas de alumbre.

Segun esto, es evidente que la mezcla de las sales debe hacerse en unos licores bastante concentrados para que haya una precipitacion repentina del alumbre formado. Cuando se hace uso del sulfato de potasa, se hace la disolucion en el agua hirviendo; cuando se emplea el sulfato de amoniaco se disuelve en frio; en fin, cuando se emplean las dos sales, se disuelven en el agua tibia tomando cuatro partes de sulfato de amoniaco para una de sulfato de potasa. Estas disoluciones se vierten por partes en el sulfato de alumina disuelto en el agua tibia, agitando esta contínuamente: el alumbre se forma en seguida y se deposita en polvo. Se deja reposar la masa y se decanta el agua madre. Evaporada esta en una caldera de fondo plano semejante á la que se emplea para la refinacion del salitre, produce con tal que se agite sin cesar con unas batideras, un alumbre tan pulverulento como el primero. Se reunen los dos alumbres en unas cajas semejantes á las que se usan para el lavado del salitre, y se lavan desde luego con aguas saturadas casi enteramente de sulfato de hierro, despues con aguas que contienen cada vez menos cantidad de esta sal. Estas aguas están siempre saturadas de alumbre. Por último se terminan las lavaduras con agua saturada de alumbre casi puro, y despues con una pequeña

cantidad de agua pura. Evaporada la primera lavadura de sulfato de hierro por la cristalizacion, las otras sirven para lavar nueva cantidad de alumbre: la última produce la disolucion de alumbre puro que se necesita.

Para dar al alumbre la forma comercial, se disuelve en el agua, de manera que su disolucion marque 48 á 50.° de Beaume. Esta disolucion hirviendo se conduce á los cristalizadores, donde se obtiene en masa por el enfriamiento. Los cristalizadores están formados de tres piezas; un fondo circular revestido con una lámina de plomo, y unas paredes susceptibles de desarmarse en dos partes por medio de unos paradores y un ensamblage. Estos cristalizadores tienen la forma de un cono truncado cuyo fondo forma la gran base. Cuando la cristalizacion ha terminado, se hace salir el agua madre, se desmonta el cristalizador y se quiebran las masas; el alumbre en este estado puede servir para casi todas las operaciones de la tintorería. Sin embargo, como todavia contiene un poco de sulfato de hierro, producirá sobre la seda unos amarillos mates. Para este empleo y algunos otros, se hace el alumbre *á la prueba de prusiato*, que debe en efecto quedar incoloro, y no azulear, cuando se rocían sus cristales reducidos á polvo con una disolucion de ciano-ferruro de potasio.

Para obtener este alumbre, se redisuelve el precedente, y se mantiene la disolucion á 30.° de Beaume. Vertido este licor en los cristalizadores deposita cristales poco voluminosos de una pureza perfecta. Las aguas madres que son muy abundantes sirven para rehacer el alumbre ordinario (1).

(1) Como es muy raro que las aguas que se emplean en estas disoluciones no contengan un poco de carbonato de cal, hay siempre un poco de alumbre

1299. Muy diferente es el procedimiento por el cual se obtiene el alumbre de Roma. Para este se hace uso de la *alunita*, mineral cuya exacta composicion nos ha hecho conocer Mr. Cordier. Esta sustancia está formada de

2 át.	sulfato de potasa.....	= 2178	ó bien	18,53
2 át.	sulfato de alumina....	= 4293		38,50
5 át.	hidrato de alumina...	= 4903		42,97
1 át.	alunita.....	= 11374		100,00

Para trasformar este compuesto en alumbre, es necesario separarle los cinco átomos de hidrato de alumina.

Pero esta composicion, que es la de la alunita pura, pocas veces se halla realizada en la alunita ordinaria. Esta contiene en el estado de mezcla diversas sustancias de las cuales es necesario tener cuenta. Véase el resultado del analísis de algunas alunitas.

Composicion de las alunitas.	De la Tolfa segun Vauquelin.	De la Tolfa segun Klaproth.	de la Hungría segun Klaproth.	De Montione segun Descostils.	De Mont Dore, segun M. Cordur.
Acido sulfúrico.....	25,0	16,5	0,5	35.6	27,3
Alumina.....	43,9	19,0	5,15	40,0	31,8
Potasa.....	3,1	4,0	2,10	13,8	5,8
Agua.....	4,0	3,0	7,10	10,0	3,7
Silíce.....	4,0	56,5	62,3	»	28,4
Oxido de hierro....	»	»	»	»	1,4
Pérdida.....	»	1,0	1,7	»	1,6

descompuesto, y se precipita alumbre aluminado. La pérdida que resulta por esta causa debe variar; pero segun Mr. Payen, puede llegar hasta 2[1000, del alumbre puro obtenido á cada disolucion. Las mas veces puede preverse y calcularse, segun la composicion del agua empleada.

En la mayor parte de las alunitas, existen, ademas de los principios esenciales de la piedra, sílice, un poco de óxido de hierro algunas veces, y con mucha frecuencia alumina en esceso.

La alunita pura está cristalizada ó en masa cristalina; cuando está impura, es amorfa, y en vez de ser blanca, está teñida de un color rojizo ó amarillento. Su densidad es de 2,7 cuando está pura. Esponiéndola á la accion del calor, pierde su agua á una temperatura muy inferior á la del grado rojo. Cuando llega á enrojecerse, el sulfato de alumina se descompone en alumina, ácido sulfuroso y oxígeno. Al calor blanco, se descompone tambien el sulfato de potasa, en ácido sulfuroso y oxígeno, y la potasa se combina ya sea con la alumina, ya con la sílice. El agua no tiene accion sobre la alunita; pero cuando esta ha perdido su agua por la calcinacion, este líquido la ataca facilmente, y disuelve al alumbre. Cuando por último la alunita ha estado espuesta á un calor fuerte, el agua no tiene ya accion sobre ella.

Segun estos resultados, es fácil concebir cómo se trata la alunita para estraer el alumbre. Dividida la mina en fracmentos se calcina, ya sea en monton, ya en hornos semejantes á los de calcinar la cal ó en hornos de reverbero; en este último caso se rompe la mina en fracmentos mas menudos. Esta calcinacion presenta una dificultad que solo puede salvarse haciendo uso de los hornos de reverbero. En efecto, la piedra debe estar caliente hasta el punto de perder su agua, y no hasta el punto en que el sulfato de alumina se descompone, y con mayor razon hasta aquel en que el sulfato de potasa empieza a sufrir alteracion. En la tostion que se ejecuta en monton ó en los hornos de cal, hay una precision de emplear la piedra en masas bastante voluminosas, y siendo

muy imperfecta su conductibilidad, resulta que las partes centrales no pueden adquirir calor hasta que las esteriores no se hallan enrojecidas. De aqui resulta una pérdida que no puede tener lugar cuando se calcina la materia pulverizada en hornos de reverbero.

Calcinada ya la alunita se coloca en seguida sobre una hera bien batida rodeada de una canal que comunica con un recipiente. Se rocian con agua las capas de alunita que se depositan, y con ellas se forma un monton mas ó menos considerable. La masa se reduce poco á poco á pasta, y al cabo de uno ó dos meses puede someterse á la legiviacion. Esta operacion que debe hacerse por los métodos ordinarios produce aguas saturadas de alumbre y un resíduo cenagoso. Evaporando los licores en las calderas de plomo producen el alumbre octaédrico, cubo-octaédrico ó cúbico segun las circunstancias de temperatura. En los primeros momentos de la cristalizacion el alumbre es octaédrico, y pasa en seguida al cubo-octaédrico, y por último al cubo á medida que el licor se va enfriando.

Leblanc se aseguró efectivamente que si se hacia hervir agua y alumina se obtenia por la evaporacion del licor filtrado una sustancia que el agua fria disolvia en parte. La nueva disolucion suministraba cristales cúbicos por una evaporacion espontánea. Despues de estas observaciones imaginó tratar por la alumina una disolucion fria de alumbre, y produjo todavia cristales cúbicos cuando la sometió á una evaporacion espontánea. Una pequeña cantidad de alumina basta para producir este efecto; empleando un gran esceso produciria alumbre aluminado. M. D' Arcet ha observado por su parte que el alumbre cúbico disuelto en el agua á una temperatura inferior á 40° c. no se altera y puede reproducirse por la

cristalizacion. Pero si la temperatura del agua es mas elevada, el alumbre cúbico se descompone, hay precipitacion de alumina, y el licor no produce ya sino cristales octaédricos.

Se concibe segun esto que el alumbre de Roma que se disuelve en presencia de una gran cantidad de alumina, debe ser el alumbre cúbico. Cuando por la evaporacion ha llegado el licor á una temperatura elevada se forma un depósito de alumbre aluminado, y el alumbre queda octaédrico. Pero á medida que la temperatura desciende el alumbre aluminado se redisuelve y el alumbre cúbico se reforma.

Es muy facil por lo tanto, añadiendo al alumbre ordinario un poco de alumina el trasformarlo en alumbre cúbico, con tal que la temperatura del licor no pase de 40°, y que la evaporacion se verique espontáneamente.

CAPITULO VIII.

De las diversas piedras de cal y de los morteros que resultan de su empleo.

1300. La fabricacion de la cal y de los morteros data de una época muy remota. Los antiguos y en particular los romanos conocian con respecto á este punto unos procedimientos, cuya eficacia atestiguan sus monumentos todavia. Sin embargo, parece dificil establecer por el momento una teoría segura de la formacion de estos morteros, aunque las recientes observaciones permiten establecer los principios de práctica suficiente para el mayor número de casos. La mayor parte de estas observaciones son debidas á M. Vicat que se ha prestado solícito á publicar los resultados é indicar las

aplicaciones con una generosidad rara y digna de los mayores elogios. Los señores John y Berthier se han ocupado igualmente de este particular con el éxito apetecible, y la atencion escitada por sus recientes esperimentos ha conducido á muchos ingenieros á unos descubrimientos dignos de la mayor atencion. Vamos á manifestar la reunion de estos trabajos.

Se da el nombre de piedra caliza ó de cal á toda materia mineral que contiene cuando menos la mitad de su peso de carbonato de cal, y que despues de calcinada para espulsar el ácido carbónico goza de la propiedad de absorver el agua con desprendimiento de calor ó sin él, de dilatarse pasando al estado, y de hidrato de solidificarse al cabo de algun tiempo de esposicion al aire ó debajo del agua.

El empleo de la cal en los morteros ó en los cimentos exige siempre esta calcinacion primera, destinada á trasformar el carbonato de cal en cal libre conocida ordinariamente con el nombre de *cal viva* ó *cal cáustica*.

La cantidad de cal que se consume es inmensa, y por lo tanto es necesario introducir los procedimientos mas economicos en su fabricacion. Por otra parte, la solidez y duracion de los edificios mas importantes depende de tal manera de la calidad de la cal que se ha empleado en su construcion, que no será demasiado todo cuidado en la eleccion de las materias que se emplean para producir esta sustancia y en las condiciones de la calcinacion que pueden alterar su calidad.

Calcinacion de la cal.

1301. La calcinacion de la cal puede efectuarse de diversos modos: exige algunas condiciones; pero sencillas y fáci-

les de realizar. El carbonato de cal debe calcinarse hasta el grado rojo para que se desprenda su ácido, y mantenerse á esta temperatura durante muchas horas, para que la descomposicion séa completa. En general, el tiempo necesario para la completa espulsion del ácido, será tanco mayor, cuanto mayor sea el volúmen de los pedazos de mineral, la densidad de éstos y el estado de sequedad en que se encuentren. La operacion será mas corta, con las piedras de cal de pequeño volúmen, ligeras y húmedas. Se concibe en efecto, que las partes interiores de los fracmentos, solo reciben el calor al través de una cubierta poco conductriz, y que por otra parte el ácido carbónico esperimenta una especie de presion que tiene que vencer para escaparse. La influencia del agua puede esplicarse de dos maneras, sin que por otra parte sea muy dudosa. O bien este líquido obra sobre el carbonato, formando un hidrato efímero y sustituyendo al ácido carbónico por un tiempo muy corto, puesto que el hidrato de cal se descompone tambien por el calor rojo; ó bien descomponiéndose el agua por el carbon que se emplea como combustible, se trasforma en diversos gases de que hace parte el hidrógeno carbonado. Este gas reaccionando sobre el ácido carbónico del carbonato, tiende á hacerle pasar al estado de óxido de carbono, facilitando de este modo su separacion del carbonato de cal.

Así la piedra de cal recien estraida de la cantera, y por consecuencia húmeda todavia, debe ser mas fácil de calcinar que la piedra casi seca. La mayor parte de los horneros de cal conocen bien este hecho, y por esto cuando la piedra hace mucho tiempo que se halla fuera de la cantera, tienen el cuidado de humedecerla antes de cargar sus hornos.

La cal que debe obtenerse será generalmente, tanto me-

jor cuanto mas densa sea la piedra empleada. La densidad de las buenas piedras de cal naturales varía de 2,500 á 2,700. En los alrededores de las canteras de mármol, los horneros de cal emplean como piedra caliza, los pedazos de mármol que no pueden servir para el trabajo de los talleres, y los desperdicios y pequeños fracmentos que se producen al tiempo de la esplotacion de los pedazos grandes. La cal preparada con esta materia es la mas pura que puede prepararse en grande.

1302. La calcinacion de la cal puede efectuarse sin *horno*, con *horno intermitente* ó con *horno contínuo*. Como combustible puede usarse la leña, la ulla, la antrácita ó la turba. Estas dos últimas sustancias son las mas económicas, así son preferidas por todos, siempre que se encuentran en cantidad conveniente.

Muchos ensayos se han practido para perfeccionar la construccion de los hornos de cal; la sociedad de fomento en Francia, ha estimulado al descubrimiento de estas mejoras proponiendo un precio bastante considerable. Los señores Deblinne y Donop, ingenieros y fabricantes distinguidos, han merecido esta recompensa. La forma de los hornos que les ha parecido preferible relativamente al empleo de la turba, es con muy ligeras modificaciones casi la misma que se ha reconocido por la mejor en Prusia, para la calcinacion de la cal por el carbon de tierra.

Por lo demas, este horno es intermitente, y no difiere del horno de cal antiguo, sino por las proporciones interiores del fogon y del espacio reservado para la cal.

1303. *Cocion en monton.* Los caleros del pais de Gales, en algunos terrenos, disponen la piedra calcárea en grandes montones, sin hacerla pedazos tan pequeños como para el

procedimiento ordinario, y la calcinan por el mismo método que se usa para la leña. Para impedir que la llama se escape por arriba y por los costados del monton, se envuelve este con tierra ó céspedes, y se regulariza el calor de manera, que á pesar del gran volúmen de los pedazos de piedra calcárea, quede toda la masa perfectamente calcinada. La cal que se obtiene por este procedimiento, se prefiere constantemente en igualdad de precio á la que se prepara por los hornos. Hace mucho tiempo que en el Yorkshire, el Shropshire y en Escocia, está puesto en uso este método de preparar la cal.

Hace poco tiempo que en Ath, en Bélgica, se han servido con muy buen éxito del mismo método. La piedra calcárea mezclada con la ulla y formando conos truncados de 5 metros (17,85 pies) de diámetro en la base, y de 3, 5 metros (12,495 pies) en la parte superior, exige seis á ocho dias para cada calcinacion completa. Por lo demas la operacion se conduce exactamente, como cuando se trata de hacer carbon de leña. La misma disposicion para la chimenea central, el mismo arreglo para encender el monton, los mismos cuidados para la capa de arcilla ó de tierra que preserva al monton de las corrientes de aire desarregladas; en fin, los mismos medios para abrigar el monton de los vientos que perturban el tiro regularizado del aire.

Este procedimiento es indudablemente el mejor, cuando se trata de hacer la cal con mucha prontitud, como sucede cuando hay precision de ejecutar construcciones considerables con mucha rapidez.

1304. *Hornos intermitentes.* La forma de los hornos intermitentes de cal y el modo de dirigirlos varía poco. Las mas veces los caleros se contentan con practicar un agugero circular é irregular en los costados de un cerrillo, y guarnecer en

seguida las paredes con piedras que colocan unas sobre otras sin argamasa alguna, ó revisten el interior con un mortero de tierra, y en fin lo que es mejor con un muro de ladrillos refractarios.

Esta cámara oval, se estrecha por su parte superior, se cierra enteramente al aire y solo se deja una salida para los vapores y los humos. La piedra calcárea se coloca de manera que forme bobéda sobre el fogon y que dege unos intersticios entre los pedazos; la *cocion* se hace con haces ó ramas de diversas leñas. No nos detendremos mucho en estas construcciones, porque no presentan buenos resultados bajo el punto de vista del combustible, de la cantidad de los productos y de su calidad.

La lámina 27, fig. 1, representa el corte de uno de estos hornos. Está compuesto de un espacio destinado á recibir la piedra de cal y el combustible, de un conducto para el aire y de una abertura lateral para introducir la leña.

El horno A, ovoidal, truncado en sus dos estremos, tiene 4 metros (14,28 pies) de altura, 3 metros (10,71 pies) de diámetro en el medio 1,5 metros (5,355 pies) de boca y 2 metros, (7,14 pies) en el fondo.

V, es el conducto abovedado que lleva el aire sobre el combustible por el agugero C.

D, es la abertura por donde se introduce la leña.

La piedra de cal está colocada de manera que forma bóveda encima del hogar. Se introducen algunos haces de retama sobre este, se dá fuego, y se tapa la abertura D por medio de un haz. Así que este se ha encendido, se pone sobre el hogar y se reemplaza por otro. Al cabo de doce horas se encuentra terminada la calcinacion, se cubre la cal, se deja enfriar y se descarga el horno.

En los hornos, aun los mejor construidos, en que se emplea leña rajada, la mas á propósito para esta clase de operacion, si bien la mas cara, es necesario por término medio 1,85 stére (33 y $\frac{1}{4}$ fanegas), para producir 2 metros cúbicos (92,4530 pies cúbicos) de cal de buena calidad, proviniendo de una piedra dura. Haciendo uso de los *haces*, se queman cerca de 2,5 stéres unas (45 fanegas) para cada metro cúbico (46,2265 pies cúbicos) de cal obtenida.

El consumo de leña puede ser un punto muy importante en los sitios en que no abunda este combustible; de aquí resulta una pérdida para la agricultura, porque no hallándose la cal entonces á un precio bastante bajo, no puede emplearse para la preparacion de los abonos de la tierra. Algunas veces es ventajoso emplear manojos de la agramadura del cáñamo, tamaras ó despojos de las cortas que se hacen en los bosques; pero estos combustibles ligeros, exigen cuidados contínuos, y el fogon debe tener grande dimension para contenerlos.

1305. Cuando se tiene turba en abundancia puede emplearse del mismo modo que la leña. Véase la descripcion del horno que ha parecido mas conveniente para esta combustibilidad: la hemos tomado de M. Payen.

Este horno de cal construido por los señores Deblinne y Donnop, está representado en la fig. 2 y 3, por un corte vertical y otro horizontal á la altura de la regilla; las mismas letras indican en estos dos cortes las mismas partes del horno.

A, nicho de delante para el servicio del fogon y para estraer la cal del horno.

B, puerta por donde se introduce el combustible, y para distribuirle sobre la regilla.

C, regilla del horno compuesta de barras movibles apoyadas sobre las entalladuras de una barra de hierro, circular, y sostenida por una barra trasversal D introducida en la fábrica del horno.

Esta regilla es preferible á los fogones de claraboya formados por ladrillos, que están sujetos á deteriorarse muy pronto, y no dejan un acceso igual al aire, ni huecos fáciles para la caida de las cenizas.

C', parte inferior del cenicero á donde caen las cenizas del combustible.

EE, apoyo formado de *ladrillos* destinado á sostener la piedra calcárea que se espone á la calcinacion.

FF, pies derechos que siguen á la curba tangencialmente.

FG y GH, rayos de la curba de las paredes, que apoyan sobre los pies derechos.

K, ojo del horno por el cual se introduce la piedra de cal, y que da salida á los productos gaseosos de la calcinacion.

L, cubierta interior de ladrillos, que es preciso reparar cuando el fuego los deteriora ó altera.

M, fábrica de mampostería.

Cuando se ha concluido la construcion de un horno, es preciso dejarle secar espontáneamente; se enciende en seguida un poco de fuego, que se aumenta gradualmente, para que la contraccion del mortero pueda efectuarse sin causar grandes hendiduras, como sucederia por una desecacion rápida. Cuando la fábrica se ha secado lo suficiente, se disponen en lo interior del horno los fracmentos de piedra de cal bajo la forma de una bóveda hemisférica, con los pedazos mayores, y distribuyendo los intersticios lo mejor posible, para dar

á la llama un fácil acceso. Esto se consigue facilmente formando la bóveda de piedras grandes encadenadas de tal modo que dejen unos espacios de 2 á 3 pulgadas; entre las piedras se introducen unas cuñas para mantener su separacion. Una vez acabada la bóveda se añaden las piedras calizas mezcladas unas con otras dejando siempre entre ellas la mayor cantidad posible de intérvalos. Es de toda precision el reunir los pedazos mas groseros enmedio de la masa, por hallarse en aquel punto el grado de temperatura mas elevado: las piedras de un grueso mediano se encuentran mas cerca de las paredes laterales; por último las mas pequeñas se reservan para llenar la parte superior del horno.

Cuando el horno está ya cargado, se enciende sobre la regilla un fuego medio sofocado que se mantiene durante 10 ó 12 horas: el humo ennegrece las piedras y sale en abundancia por el alto del horno. Esta operacion que se llama ahumado, tiene por objeto el dejar á toda la masa el tiempo suficiente para calentarse poco á poco. Si se calentara apresuradamente los pedazos de piedra compacta, podrian destallar por la espansion rápida de los vapores ocasionando la caida de las piedras que forman la bóveda, y de consiguiente el hundimiento de toda la masa de piedras calcáreas que encierra el horno.

En seguida se aumenta el fuego pero siempre gradualmente. Cuando el horno ha llegado al rojo casi blanco desde la base hasta el tercio de la altura, es necesario sostener el fuego de una manera igual, y tener buen cuidado de que no se verifique un enfriamiento parcial. Si por ejemplo, una corriente de aire frio viene á ennegrecer la piedra ya enrojecida, podrá desgraciarse la hornada completamente.

La llama va ascendiendo poco á poco hasta salir por la

parte superior del horno. Algunas horas antes de terminada la operacion se observa un amontonamiento en cerca de la sesta parte de la altura total de la carga, y salir la llama por encima de la plataforma, produciendo á penas humo: este es un indicio seguro de que la calcinacion está próxima á su término. Entonces debe disminuirse gradualmente la intensidad del fuego hasta el fin de la operacion.

La turba presenta unas ventajas marcadas comparativamente con la leña. En el horno que acabamos de describir se puede calcinar un volúmen de cal con dos volúmenes de turba; es decir, que 2 steres (35,9818 fanegas) de turba, bastan para calcinar 1 metro cúbico (46,2265 pies cúbicos) de cal, muy bien calcinada: la ventaja de la turba sobre la leña no es por lo tanto dudosa. Si no se pudiera obtener otra turba que la *espumosa*, será necesario emplear 3 steres (53,9727 fanegas) para cada metro cúbico de la cal obtenida.

1306. *Hornos contínuos*. Los hornos intermitentes tienen todos inconvenientes reales, muy bien marcados por Runford. Este observador hizo construir en Dublin un horno de ensayo, que produjo un buen éxito; pero sin embargo, no parece que se ha adoptado el género de construccion de que se sirvió. Este horno representado en la fig. 4, será indudablemente de muy buen éxito agrandando ó multiplicando los fogones de un modo conveniente: ha sido construido esclusivamente para quemar ulla.

Este horno se compone de un fogon A, de llama vuelta, y por consecuencia abundante en humo; de un cono B donde se efectua la calcinacion de la cal. Esta se termina á la derecha á donde desemboca la columna de llama. Partiendo desde este punto en descenso, la cal se va enfriando y todo el calor que pierde se utiliza para la misma operacion. La cal se retira de

tiempo en tiempo por la abertura D, mientras se va cargando por la boca C.

Este horno modificado es el que se emplea en Kudersdorf, en Prusia, para la calcinacion de la piedra de cal, con una mezcla de leña y de turba, en la proporcion de una parte de la primera, por cuatro de la otra. La produccion de este horno es de 90 hectólitros (161,91810 fanegas) poco mas ó menos, cada 24 horas; hay 5 departamentos indicados por las letras *cc* en la elevacion, en el corte vertical y en el corte horizontal de las figuras 5, 6, 7, *aa*, cubierta de ladrillos refractarios que forma las paredes interiores; *bb*, intervalo que se llena de cenizas y da la vuelta alrededor de la segunda cubierta de ladrillos ordinarios; *ee* fábrica de mampostería; *dd*, salidas para la cal.

1307. Cerca de París, en Bélgica, en el pais de Liege, y en Inglaterra se sirven de hornos *corrientes* que se calientan con ulla ó coke, pero que no tienen fogones distintos.

Las paredes interiores de estos hornos segun M. Kulmann, tienen en las cercanías de Lille, la forma de un cono truncado, invertido, como se representa en la figura 10 y 11.

Estos hornos se cargan por lechos alternativos de piedra de cal y de carbon humedecido, en la proporcion de 4 partes de piedra en volúmen, y una de carbon de tierra, ó 1,5 de coke; estas cantidades pueden variar segun la naturaleza de la cal y la calidad del carbon. El horno se carga hasta el nivel del borde superior, que aun puede pasarse de este término seis pulgadas ó un pie. Las piedras tienen un volúmen de veinte y cinco á treinta centímetros cúbicos de (3451,099 á 4140,960 líneas cúbicas) y pesan medio ó un kilógrama (1,09 ó 2,18 libras). Para dar principio al fuego, se ponen algunos haces de leña en el horno y se cubren de ulla, se en-

cienden y se añaden en seguida capas sucesivas de piedra de cal, y ulla, hasta llenar el horno. Cuando toda la masa se halla caliente por el fuego que sea puesto debajo del horno, y que debe aumentarse gradualmente, el combustible se enciende de uno en otro y calcina los pedazos de piedra que tiene en contacto.

Se reconoce que la calcinacion se haya avanzada lo suficiente, por la grande disminucion de humo, porque la cocion ha llegado á su fin cuando se advierte que el fuego tiene poca actividad por la parte de arriba. Entonces se estraen cerca de los dos tercios de la hornada, y se añade por la parte superior en forma de capas una cantidad correspondiente de piedra y de carbon. Esta operacion se repite tres veces al dia, y se continua sin interrupcion de esta manera, retirando la cal, á medida que se vaya calcinando, hasta que el horno tenga necesidad de alguna reparacion. Las dimensiones de estos hornos son muy variables, pero su altura es siempre doble del diámetro de la boca. El que se halla representado en la figura 10 y 11 suministra 12 hectólitros (21,58908 fanegas) de cal por dia. En Valencienes, hay unos hornos alimentados por la calcárea que cubre la ullera que pueden producir 100 hectólitros (179,90900 fanegas) de cal por dia.

El horno que representa figura 8 y 9, se conduce de una manera mas contínua todavia. Se carga sin cesar por la boca y se retira siempre la cal por las ocho aberturas inferiores. El horno cilíndrico representado en la citada lámina, produce 100 metros cúbicos (4622,6500 pies cúbicos) de cal por dia. Termina por la parte de abajo en una forma esférica. La fábrica de este horno, es enteramente de ladrillos. Segun Mr. Demesmay, que ha publicado su descripcion, se le da

fuego como al precedente, y se emplea la ulla en la misma dosis. Pero àsi que el horno está lleno y la parte de arriba se empieza á enrojecer, se retira la cal alternativamente por cada una de las ocho aberturas inferiores. La masa de piedras baja por su propio peso, y á medida que desciende se añaden nuevas capas por la parte de arriba del horno. Cuando no hay necesidad de estraer mas cal, se cierran los ocho conductos inferiores, la parte de arriba se cubre con piedras y arcilla, y la masa queda candente durante mas de ocho dias. Cuando se quiere volver á poner en actividad, basta destapar todas las aberturas. El fuego solo se estingue una vez al año para reparar las degradaciones del horno.

Los hornos *corrientes ó de fuego contínuo*, en los cuales el combustible se introduce mezclado con la cal, solo pueden calentarse con carbon de tierra, y no producen ordinariamente la cal igualmente calcinada; entre ella se encuentran muchos pedazos que hay precision de separar.

Caractéres de las diversas cales.

1308. La cal obtenida por estos diversos procedimientos presenta unas propiedades que varian segun las materias que se emplean para su confeccion. Si se hiciera siempre uso del carbonato de cal puro, se obtendría constantemente cal igualmente pura, y dotada de caractéres invariables. Pero las piedras de cal naturales difieren por su composicion; muchas veces contienen carbonato de magnesia, carbonato de manganesa, carbonato de hierro, arcilla etc. y la presencia de estas sustancias altera las propiedades de la cal de una manera notable y algunas veces muy útil. Ya la cal obtenida goza la facultad de adquirir por una larga esposicion debajo

del agua, una dureza comparable á la de las mejores piedras de edificar; ya por el contrario conserva bajo esta influencia su estado primitivo de agregacion, sin esperimentar un endurecimiento pronunciado. Estas últimas las describiremos con el nombre de *cales aéreas*, y las primeras el de *cales hidráulicas*.

Entre las cales aéreas se distingue la *cal grasa*, que es casi pura, y la *cal árida* que contiene á la magnesia en cantidad considerable.

Las cales hidráulicas pueden dividirse en *cales muy hidráulicas* y *cales poco hidráulicas*. La composicion de las primeras se aproxima mucho á la de una calidad preciosa de cal hidráulica que describiremos bajo el nombre de *cimento romano*, que generalmente se aplica en la actualidad á este producto.

Se concibe bien que las cales hidráulicas son preferibles para las construciones sumergidas en el agua, mientras que las cales aéreas no pueden emplearse sino para las construcciones espuestas al aire. En cuanto á la materia que se designa bajo el nombre de *cimento*, es una variedad de cal inestimable que adquiere igualmente debajo del agua que al aire una dureza notable, y en un corto espacio de tiempo.

1309. Examinemos desde luego la composicion y los caractéres de las cales no hidráulicas. En primer lugar se coloca la cal pura que proviene del mármol blanco ó de la creta. Pero los caractéres de estas pueden encontrarse tambien en algunas mezclas hechas entre ciertos límites, como lo establecen los exactos esperimentos de M. Berthier, sobre cierto número de piedras de cal, de las cuales espondremos aqui los caractéres, la situacion y analísis segun este hábil químico.

Se advierte con respeto á estas dos tablas, 1.° que las piedras calcáreas que están al poco mas ó menos puras, producen siempre cal grasa, conforme lo habian anunciado los señores Vicat y John, y 2.° que las piedras calcáreas muy mezcladas, pero que no contienen arcilla, producen cal árida, pero no hidráulica.

CALCAREAS DE CALES GRASAS.	1	2	3	4	5	6
Carbonato de cal.	97,0	96,5	98,5	95,0	94,0	87,2
Carbonato de magnesia.	2,0	2,0	.....	1,3	1,6	10,0
Carbonato de hierro.	.....	.....	.....	1,5		
Oxido de Hierro.	1,0	1,5	1,5	2,2	3,9	2,8
CALES QUE PRODUCEN.						
Cal.	96,4	95,4	97,2	93,5	91,6	86,0
Magnesia.	1,8	1,8	.....	1,0	1,5	9,0
Arcilla.	1,8	2,8	2,8	4,0	6,9	5,0
Oxido de hierro etc.	.....	.....	.....	1,5		

(1) Calcárea de agua dulce de Chateau-Landon, cerca de Nemours (Siena y Marna); compacta, amarillenta, un poco celular, sonora; produce cal muy grasa.

(2) Calcárea de Saint-Jacques; compacta, amarillenta; forma la base de las montañas de Jura; produce una cal muy grasa.

(3) Calcárea grosera de Paris; produce una cal muy grasa.

(4) Calcárea que forma el techo de la mina de hierro de la Voute (Ardeche); compacta blanca amarillenta; es de una formacion contemporánea á la calcárea de Juda; suministra una cal grasa.

(5) Calcárea de Lagneaux (Ain); compacta, de un gris

amarillento poco subido; produce la cal grasa tan empleada en Lyon.

(6) Calcárea de agua dulce de Vichy (Allier); compacta, celular, blanca amarillenta; produce muy buena cal, pero medianamente grasa.

CALCÁREAS DE CAL ÁRIDA.	1	2
Carbonato de cal	74,5	60,9
Carbonato de magnesia	23,0	30,3
Carbonato de hierro		3,0
Carbonato de manganeso		6,0
Arcilla (Silíce alumina)		
Oxido de hierro	1,2	
CALES QUE PRODUCEN.		
Cal	78,0	60,0
Magnesia	20,0	26,2
Arcilla	2,0	
Oxido de hierro. etc		13,8

(1) Calcárea de las cercanías de París, que parece pertenecer á la formacion de agua dulce; compacta, amarillenta; produce cal árida, pero no hidráulica.

(2) Calcárea de Villafranca (Aveyron); Laminar, de color de ocre; la cal que se ha obtenido de esta calcárea en un ensayo en pequeño se ha encontrado muy árida, sin ser hidráulica.

1310. Cuando se vierte agua sobre la cal que proviene de la creta, del mármol, ó de las cales grasas mencionadas anteriormente, hay un desprendimiento considerable de calor, la masa se dilata con un crugido muy marcado, aumenta

mucho de volúmen, se reduce á polvo y por la adiccion de un poco de agua forma una masilla pastosa. Se distinguen mas particularmente bajo el nombre de cales grasas aquellas que producen pastas fuertes y legaminosas.

Las cales áridas producen menos calor; aumentan menos de volúmen y ofrecen una pasta de poca ligazon.

Las unas y las otras reducidas á pasta y colocadas debajo del agua, pueden conservarse durante muchos siglos en el estado pastoso. Pero si despues de haberse reducido á este estado, se esponen al aire en un sitio abrigado, pierden una parte del agua que habian adquirido, y se apoderan poco á poco del ácido carbónico contenido en la atmósfera. Entonces adquieren una dureza muy notable, y tanta, que aun se hacen susceptibles de adquirir un hermoso pulimento. Estos caractéres, son mas pronunciados en las cales grasas, que en las otras.

Es evidente segun los analísis de M. Berthier, que las cales grasas contienen lo menos 90 por 100 de cal pura, y que la presencia de la magnesia, de la sílice, de la alumina y del óxido de hierro, cuando la reunion de estas materias no pasa de 10 por 100 altera poco sus propiedades. Cuando la magnesia asciende á 20 ó 25 por 100 la cal se hace árida, sin adquir por lo tanto los caractéres de las cales hidráulicas de que hablaremos mas adelante. Fácil es advertir que la cal se hace árida por la magnesia, porque esta última tierra no goza la propiedad de formar pasta con el agua: se deslíe pero sin formar ninguna trabazon con este liquido, mientras que la cal pura origina una papilla tenaz, bastante análoga á la que resulta de las arcillas ordinarias.

De los morteros de cal no hidráulica.

1311. Todos estos morteros son mas ó menos buenos para las construcciones espuestas al aire; pero para comprender mejor las condiciones mas favorables á la solidez de estas construcciones, es necesario examinar los cambios que esperimentan bajo la influencia del aire.

El agua de cal espuesta al aire absorve rápidamente al ácido carbónico, y toda la cal que el líquido contiene se precipita al estado de carbonato insoluble, teniendo cuidado de remover el licor; pero abandonándolo á sí mismo en un lugar tranquilo, el carbonato de cal formado, produce á la superficie del licor una película bastante espesa y helada que se divide en placas anchas por la agitacion. La absorcion del ácido carbónico se verifica con mayor lentitud si se hace uso de la cal en papilla, porque las películas de carbonato envuelven una porcion de la cal y la preservan del contacto del ácido carbónico ambiente. En fin, si la cal está seca, la obsorcion solo se efectúa con mucha lentitud, en razon de la poca energía del ácido carbónico.

Examinemos ahora lo que se verifica en la formacion y empleo de los morteros.

1312. El mortero ordinario resulta de la mezcla de las cales precedentes, con una arena cuarzosa grosera. Esta mezcla se hace en diversas proporciones, segun la naturaleza de la cal y la de la arena. Pueden hacerse entrar para una parte de cal, desde una hasta cuatro ó cinco de arena. Se empieza por establecer en el suelo una era bien limpia y batida, arrimada las mas veces á una pared, y cerrada por un circuito semi-circular que se eleva algunas pulgadas del

suelo. Este circuito está formado de arena mojada unida por un poco de tierra arcillosa. Se coloca sobre la hera la cantidad de cal que se quiere trasformar en mortero, y se rocía con agua para desleirla. Bien pronto la cal se calienta, se divide en fracmentos, se deslie mas ó menos completamente y por una adicion conveniente de agua, se forma una papilla bien líquida; esta se amasa despues con la arena para formar el mortero. Para que la mezcla quede bien hecha es necesario agitar la materia en todos sentidos y deshacer bien las pequeñas bolas que se forman de cal ó de arena. Este resultado puede obtenerse por diversos medios mas ó menos sencillos. Unas veces se colocan estas materias en una hera y se baten en todos sentidos por medio de una batidera larga de hierro con el mango de palo, que maneja el obrero del modo mas á propósito. Otras veces se hace uso de unos medios mas rápidos que pueden tambien variarse mucho. Se puede por ejemplo colocar el mortero en un hoyo circular poco profundo, en cuyo centro hay un ege vertical, que da vueltas por medio de un manubrio. Este ege está atravesado horizontalmente por dos barillas de hierro que dividen la materia y la revuelven en todos sentidos mezclando bien todas sus partes. Es necesario sin embargo traer de tiempo en tiempo á la superficie la materia que se halla en el fondo del hoyo.

Bien se concibe que esta mezcla íntima puede obtenerse por numerosos procedimientos, cuya eleccion puede determinar solamente la economía local.

Este mortero fabricado de esta suerte, sirve para ligar entre sí las diversas piedras y ladrillos de las construcciones ordinarias. Para aplicarlo se moja la superficie de las piedras ó ladrillos para impedir que estos absorvan rápidamente la humedad del mortero, y se aplica este por medio de la

paleta. Se tiene el cuidado de poner un esceso de mortero en los intervalos, para que al comprimir las piedras ó ladrillos al tiempo de su colocacion, obliguen á salir fuera al mortero escedente dejando por este medio bien llenos todos los intervalos.

1313. Supongamos ahora que semejante mortero se sumerja en el agua: la cal pura en tal caso se disolverá por este líquido, y la arena quedará limpia y privada de ligazon.

Supongamos que se desequen rápidamente todas las moléculas de la cal; si están colocadas en las circunstancias convenientes, podrán absorver al ácido carbónico; pero el carbonato regenerado se hallará en un estado de division tal, que el mortero nada habrá ganado en tenacidad. Ademas la absorcion del ácido carbónico será muy lenta si la cal está muy seca.

Supongamos en fin, que el mortero se haya colocado al aire, pero que se mantenga húmedo; el agua que contiene se saturará de cal, esta absorverá al ácido carbónico ambiente, y se precipitará cárbonato de cal en películas sobre los granos de arena ó sobre los materiales próximos. Estando siempre en contacto el agua con un esceso de cal, disolverá contínuamente á esta sustancia á medida que la precipitacion del carbonato se efectue. La cal del mortero se irá trasformando poco á poco por este medio en carbonato, no pulverulento, sino laminoso y tal vez cristalino. Este carbonato contraerá con la arena y las piedras vecinas una adherencia fuerte, análoga á la de los barnices que se aplican sobre las maderas.

No hay que creer, sin embargo, que la cal de los morteros espuesta al aire se satura de ácido carbónico: una espo-

sicion de muchos siglos es aun insuficiente para esto. Efectivamente, el carbonato de cal depositado debe envolver en varios puntos algunas partes de cal viva que se hallarán incrustadas, y por esta circunstancia se hacen incapaces de reaccionar sobre el ácido carbónico del aire.

De aquí se deduce que el efecto útil de la cal, rara vez debe realizarse por entero. Asi M. D' Arcet nos asegura que jamás ha encontrado la cal de los morteros saturada de ácido carbónico, por antiguos que fueran (1). Mas reciente Mr. John ha llegado al mismo resultado, por el analisis que ha practicado sobre diversos morteros que contaban desde doscientos á seiscientos años. Se advierte con respecto á este punto como debia esperarse, que la absorcion del ácido carbónico, muy rápida desde luego, se detiene despues progresivamente, y concluye por hacerse casi nula.

1314. Examinemos ahora cuales son las condiciones mas favorables para la consolidacion de los morteros. La primera sin duda, consiste en el contacto del aire que debe suministrar el ácido carbónico que necesita el mortero indispensablemente. La segunda no menos importante, consiste en la necesidad del agua para poner en disolucion una parte de la cal.

En la observacion siguiente de Mr. John se encuentra una prueba bien evidente de la necesidad de renovar el aire. Cuando se demolió últimamente, dice este observador, uno de los pilares de la torre de san Pedro en Berlin, edificado cerca de ochenta años y cuyo diámetro era de 27 pies, se halló el mortero de lo interior de la fábrica tan fresco como si pocos dias antes se hubiera empleado; tenia el sabor caústi-

(1) Anales de quim. t. 74, pág. 315.

co, y formaba lechada de cal con el agua. Esta observacion la confirma constantemente la esperiencia diaria.

Por otra parte, podriamos decir otro tanto relativamente á la influencia del agua, sino existieran con respecto á esto algunas preocupaciones que ès forzoso destruir. Se juzga que un tiempo seco es mas favorable para las construcciones que un tiempo lluvioso. Esta es una cuestion cuya solucion depende de las dosis y de las condiciones. Es necesario que la cantidad de agua sea insuficiente para disolver toda la cal, pero importa que sea la necesaria para mantener húmedo el mortero durante algun tiempo, y para disolver una pequeña cantidad de cal. Si el tiempo está seco, será conveniente rociar el mortero con agua comun ó mejor con agua de cal; y si está demasiado lluvioso, habrá que abrigarle todo lo posible, teniendo cuidado siempre de mantenerlo húmedo.

Segun la reunion de estas observaciones, se advierte ademas, que la calidad de la arena debe egercer una influencia notable. Si esta es demasiado grosera dividirá poco la cal, y si demasiado fina, será el mortero poco poroso. Mr. Higgins (1) observa con respecto á este punto, que la arena fina es preferible á la arena mediana, y esta á los guijarros. Pero advierte ademas que el mejor mortero resulta de una parte de cal pura, ó de una dosis equivalente de cal ordinaria, de tres de arena fina y de cuatro de arena mediana. El empleo de los guijarros no le parece útil sino para los fondos que deben estar cubiertos de una nueva capa á la cual facilitan la adherencia.

1315. Terminemos este discurso por el exámen de una opinion debatida recientemente. La cal debe ser calcinada enteramente ó conviene dejar una porcion en el estado de car-

(1) An. de quim. t. 4, pág, 274.

bonato? Mr. Higgins manifestando su parecer, considera la cal mas pura como la mejor. Mr. John y la mayor parte de los químicos participan de esta opinion. Sin embargo, parece que una calcinacion imperfecta ó una estincion lenta al aire, comunican á la cal propiedades útiles.

Con respeto á la calcinacion imperfecta, produce resultados muy notables. La creta completamente despojada del ácido carbónico, produce por la accion del agua un hidrato que no adhiere jamás debajo del agua, mientras que la misma sustancia, por medio de una calcinacion en que solo pierda una porcion solamente de su ácido carbónico, da un producto que no aumenta por la accion del agua y que no tarda en agarrar con solidez como la cal hidráulica. La aguja de prueba ó tienta, no se hunde en estas argamasas ni media línea, mientras que penetra indefinidamente en el hidrato ordinario.

Con respecto á la estincion lenta al aire, debe consistir su efecto en la trasformacion de una parte de la cal en carbonato. Esta cal, empleada por Mr. Vicat en concurrencia con la cal semejante, pero apagada rápidamente, le ha producido unos morteros, cuya tenacidad estaba representada por los números 15 para la cal ordinaria y 23 para la cal apagada espontáneamente. Al cabo de seis años, ha encontrado su tenacidad en la relacion de 19 á 25. Estas cuestiones exigen todavia investigaciones particulares, á pesar de que los esperimentos de Mr. Vicat hacen su opinion muy probable.

Cales hidráulicas.

1316. Se da este nombre á todas las cales que resisten á la accion del agua y que no poseen la propiedad de dilatar-

se cuando se humedecen, pero que sin embargo en el estado de polvo absorven á este líquido sin aumentar mucho de volúmen y sin producir mucho calor, originando una pasta que colocada debajo del agua, se endurece al cabo de algunos dias. Esta pasta espuesta al aire, tomará por el contrario la consistencia del yeso y solo adquirirá una tenacidad muy débil.

Unas propiedades tan distintas han llamado hace mucho tiempo la atencion de los constructores y de los químicos. Se sabia que los romanos preparaban cales semejantes con una mezcla de arena volcánica conocida con el nombre de *puzolana*, y de cal ordinaria. Se sabia tambien, que el trass y el balsato podian reemplazar á la puzolana. En fin, que unas calcáreas naturales habian dado por la calcinacion, cales de todas las propiedades que acabamos de mencionar, y el ventajoso empleo que de ellas resultaba, escitaba vivamente el deseo de poderlas imitar siempre que fuera conveniente. Muchos químicos habian estudiado este problema. La presencia del óxido de manganeso en muchas cales hidráulicas condujo á Mr. Guyton—Morveau á atribuirle una importancia esclusiva. Mr- Descosties habia imaginado por el contrario, que el papel esencial debia atribuirse á la sílice en un estado particular; pero todas estas investigaciones no habian producido la solucion práctica que se buscaba, y solo á los trabajos recientes y notables de M. Vicat ha sido debida esta solucion por entero.

Para entender bien los complicados fenómenos que esta clase de cal presenta, estudiaremos desde luego la composicion segun los analísis de M. Berthier. Estos analísis abrazan las cales tomadas en varias localidades, y son de una calidad esperimentada por un empleo en grande como se advierte por las indicaciones siguientes.

Calcáreas que producen cales medianamente hidráulicas.

Composicion de las calcáreas.	1	2	3	4	5
Carbonato de cal.....	0,900	0,858	0,892	0,890	0,890
Carbonato de magnesia...	0,050	0,004	0,030	0,020	0,020
Carbonato de hierro.....		0,062	0,000		
Carbonato de Manganeso.					
Arcilla. { Sílice..... Alumina..... Oxido de hierro. Carbon.....	0,050	0,054	0,078	0,090	0,090
Agua.....	»	»	»	»	»
Cales que producen.					
Cal.....	0,870	0,830	0,840	0,820	0,820
Magnesia..... ..	0,040	»	0,025	0,015	0,015
Arcilla.....	0,090	0,070	0,135	0,165	0,165
Oxido de hierro.....	.....	0,100			

(1) Calcárea de Vongy (Loira), entre Roanne y Chaulieu, amarillenta, llena de amonitos y otras conchas; produce muy buena cal que se solidifica y agarra en el agua.

(2) Calcárea de San German (Ain), compacta, de un gris subido; proviene de la calcárea blanca, laminosa y penetrada de grifitos, etc. La cal que produce se emplea en Lyon siempre que se construye en el agua.

(3) Calcárea de Channay, cerca de Macon, compacta, de grano fino, blanca amarillenta; es de formacion secundaria; se emplea en la formacion de la cal, y esta cal es hidráulica.

(4) Calcárea de Digne (Jura), compacta, penetrada de láminas de calcárea, y contiene un gran número de grifitos, de un gris muy subido; produce cal que hace una buena argamasa, y puede considerarse como cal hidráulica.

(5) Calcárea que acompaña á la precedente, y que goza de las mismas propiedades; es compacta, de granos casi terrosos, de un gris claro.

Calcáreas que producen cales muy hidráulicas.

Composicion de las calcáreas.	1	2	3	4	5
Carbonato de cal.....	0,825	.....	0,792	0,765	0,800
Carbonato de magnesia. ..	0,041	.....	0,025	0,030	0,015
Carbonato de hierro.....	.....	.. ....	0,060	0,030	
Carbonato de manganeso..	.....	.....	.....	0,015	
Arcilla. Sílice.....	.....	.....	0,065	0,116	0,170
Arcilla. Alumina.....					
Arcilla. Oxido de hierro.	0,134	.....	0,038	0:036	0,010
Arcilla. Carbon.....	.....	.....	0,020	.....	
Agua.....	.....	.....	.....	.....	0,010
Cales que producen..					
Cal.....	0,870	0,688	0,740	0,683	0,700
Magnesia.....	0,035	0,060	0,020	0,020	0,010
Arcilla.....	0,220	0,252	1,170	0,240	0,290
Oxido de hierro.etc.....	.....	.....	1,070	0,057	

(1) Calcárea secundaria de Nismes (Sard), compacta, gris amarillenta; produce una cal hidráulica, que pasa en el pais por de escelente calidad.

(2) Cal de Lezux (Puy-de-Dome); fabricada con una calcárea de agua dulce, margosa, se la llama escelente. Se acostumbra á apagarla, dejándola en monton espuesta al aire libre; despues de haberla humedecido produce una jalea abundante con los ácidos.

(3) Calcárea compacta, cuya localidad es desconocida; produce muy buena cal hidráulica.

(4) Calcárea secundaria de Metz (Moselle); compacta, de granos casi terrosos, de un gris azulado mas ó menos subido, la cal que produce es conocida por hidráulica. Esta cal, tal como se prepara en grande, deja en los ácidos un residuo del peso de 0,05 ó mas, y no es otra cosa que la sílice gelatinosa.

(5) Calcárea margosa de Senonches, cerca de Dreux (Eure y Loira), compacta, muy áspera; se aplasta entre los dedos, y absorve el agua con mucha rapidez. Se deslie en este líquido casi como una arcilla, pero no se convierte en polvo cuando se calcina. Esta piedra presenta alguna cosa de particular; no se asemeja á las otras calcáreas que tienen la fractura terrosa, ó mezclada con cal carbonatada y arcilla, deja en los ácidos un resíduo harinoso, suave al tacto, que solo contiene alguna señal de alumina, que se disuelve en la potasa cáustica líquida aun en frio, y que se conduce en todo como la sílice que se hubiera separado de una combinacion; sin embargo es positivo que esta sustancia no se encuentra en la piedra de Sononches sino en el estado de simple mezcla, porque operando con el mayor cuidado, se advierte que la proporcion de ácido carbónico es justamente la que se necesita para la saturacion de la cal.

La cal de Senonches es muy nombrada: se emplea mucho en París; agarra con mas prontitud y adquiere mas du-

reza que la cal de Metz; se disuelve en los ácidos sin dejar el menor residuo.

1317. Resulta claramente de estos analísis, que toda la cal que contiene de 9 á 10 por 100 de arcilla, es medianamente hidráulica y que adquiere esta propiedad en un grado superior cuando la dosis de arcilla asciende á 20 ó 30 por 100.

Pero la teoria de las cales y cimentos hidráulicos, merece un examen mas profundo, bien sea en razon de la importancia del asunto, bien por la claridad de los hechos observadas por M. Berthier, hechos que iluminan de una manera notable algunos puntos de esta cuestion.

Ya hemos hecho observar que los morteros de puzolana han sido conocidos y empleados ya por los romanos, ya por los modernos, siempre que el precio lo ha permitido. La analogía de composicion ha conducido naturalmente á los químicos á proponer la sustitucion de los ladrillos ordinarios á las puzolanas ó al trass. Pero las investigaciones antiguas con respecto á este punto, no han tenido ningun resultado, porque entonces se ignoraba el carácter ácido de la silíce. Los esperimentos de laboratorio eran mal dirigidos, y su mal éxito hacia retroceder la idea de sustituirlos con unos ensayos de pura práctica. Sin embargo, los ensayos de este género han conducido á M. Vicat al importante y feliz descubrimiento con que ha enriquecido las artes. El estado en que ha encontrado la cuestion hace su descubrimiento mas notable. Para los unos parecia el ladrillo demasiado crudo y solo faltaban escorias de forja; para los otros, el óxido de hierro era el principal agente, y preferian las arcillas de ocre muy ferruginosas. En fin, reposando en la opinion de M. Guyton-Morveau se ha creido durante mucho tiempo que el papel

principal estaba reservado al óxido de manganeso. Los esperimentos de M. Berthier sobre todos estos puntos nos han puesto en estado de apreciar el oficio de cada una de las materias que se encuentran en las cales hidráulicas naturales ó en las arcillas.

1318. Habiendo cocido diversas mezclas de creta y arena blanca ordinaria, en un horno de cal, produjeron cales áridas nada *hidráulicas*; conteniendo la mezcla una vigésima parte solamente de arena era atacada y se hacia soluble en los ácidos. La arena de Aumont, preparada para la manufactura de la porcelana de Sévres, es decir, reducida por los molinos al estado de harina, ha ofrecido los mejores resultados; la combinacion se hace mejor; pero sin embargo queda intacto el tercio de la silice, y no puede disolverse en los alcalís.

Estos esperimentos confirman la observacion hecha por los señores Vicat y Fohon, y prueban como ellos lo habian imaginado que cualquiera que sean las materias terrosas no se combinan bien con la cal sino cuando se mezclan con esta sustancia en el estado de partículas indiscernibles.

1319. Habiendo calcinado durante una hora una mezcla de 100 p. de creta, y 15 de silice gelatinosa, en un crisol de platino á la temperatura de cerca de 50° pirométricos, la materia se apagó con un calor bastante fuerte, ahuecándose un poco; formó una pasta consistente con el agua, y al cabo de dos meses de inmersion, habia adquirido bastante firmeza para resistir á la impresion del dedo.

Del mismo modo se calcinaron 100 partes de creta y 40 de silice gelatinosa. La materia se apagó con un calor débil y sin aumentar de volúmen, carácter que presentan las cales muy hidráulicas; agitada con una gran cantidad de agua en

un frasco muy tapado, quedó un depósito que se recogió sobre un filtro; este depósito contenia:

Cal.....	35
Silice.....	65

Mientras que la cal que le habia suministrado debia contener cerca de

Cal.....	58
Silice.....	42

El agua empleada en gran cantidad tiende pues, á descomponer los diversos silicatos con esceso de base, que pueden obtenerse por la via seca, y á hacerlos pasar al estado de silicatos neutros, compuestos teóricamente de

Cal.....	35,82
Silice.....	64,17

Pero cuando solo se emplea este líquido en pequeña cantidad, es absorvido y solidificado en su mayor parte, pero la combinacion, y la descomposicion no se verifica; ó mas bien es probable que se forme entonces una mezcla ó tal vez una combinacion de hidrato de cal, y un subsilicato hidratado.

1320. Ya se advierte que el estado de la silice ejerce una influencia muy grande sobre la combinacion. En los esperimentos de M. Vicat tenemos pruebas de esto no menos positivas: 200 partes de silice en diversos estados, mezcladas con 100 partes de cal grasa, han producido morteros cuya

dureza se ha medido por la penetracion de la aguja de prueba. Véanse los números.

	Penetracion de la aguja en milímetros.	Líneas.
Silice en jalea.....	1,34....	0,69278
Id. calcinada hasta el grado rojo.	1,86....	0,96162
Silice separada de las arcillas.....	2,13....	1,10121
Id. calcinada.....	3,11....	1,60787
Cristal de roca molido.....	indefinidamente....	

1321. Veamos ahora qué papel juega la alumina.

M. Berthier ha calcinado en un crisol de platino 10 p. de creta con cantidades de hidrato de alumina correspondientes á 2 partes y á 2, 3 de alumina. Las dos mezclas se apagaron prontamente con un calor muy fuerte, y esperimentaron un ahuecamiento considerable; introducidas en el agua estas mezclas en forma de pastas blandas, á los dos meses no habian adquirido la menor consistencia. El ácido hidroclórico disolvia enteramente estas pastas. Parece pues, que si la alumina y la cal se combinan por la via seca, el compuesto se destruye enteramente bajo la influencia del agua.

Los esperimentos de M. Vicat confirman estos resultados. En efecto, 200 p. de alumina y 100 de cal grasa, producen unos morteros blandos, en los cuales la aguja de prueba entra con facilidad.

	Penetracion de la aguja en milímetros.	Líneas.
Mortero hecho con		
Alumina en jalea.....	13,56....	7,01052
id. ligeramente calcinada.....	9,60....	4,96320
id. fuertemente calcinada.....	indefinidamente.	

1322. La creta calcinada con diversas proporciones de óxido de hierro ó de peróxido de manganeso no ha producido sino unas cales sin consistencia, que se conducen como las cales grasas mezcladas con materias inertes.

1323. Asi está probado, que ninguna mezcla de que la silíce no haga parte, puede adquirir las propiedades hidráulicas; veamos si la presencia de la magnesia, de la alumina y de los óxidos de hierro y de manganeso, ejerce una influencia nociva, ó si son ó no á propósito para mejorar las cales hidráulicas. De los esperimentos practicados por M. Berthier, parece resultar que las cales que contienen á la vez silice y alumina, y mejor todavia las que contienen á la vez silice y magnesia, adquieren una dureza mas considerable que los silicatos de cal puros, y que por el contrario los óxidos de hierro y de manganeso no contribuyen en nada á la consolidacion de las cales.

En efecto, 5 partes de carbonato de cal magnesiado de París, y 1 parte de silíce gelatinosa, han producido una cal que se apaga con un calor muy débil y un ligero ahuecamiento, y que al cabo de muy poco tiempo de inmersion adquiere una dureza mayor que la de la mejor cal hidráulica artificial. Esta cal debe estar compuesta de

Cal.....	56,0
Magnesia.....	16,6
Silice.....	27,4

Cinco partes de calcárea magnesiana de Villafranca, núm. 8, y una de silice gelatinosa, han producido una cal que se conduce al poco mas ó menos como la precedente;

pero no adquiere una dureza tan grande; su composicion debe ser.

Cal.....	46
Magnesia.....	20
Oxido de hierro.....	5
Oxido de manganeso.....	3
Silice.....	26

Con 10 partes de calcárea de Villafranca, 20 de creta y 3 de silice gelatinosa, se obtiene una cal compuesta de

Cal.....	56
Magnesia.....	21
Oxido de hierro.....	2
Oxido de manganeso.....	1
Silice.....	20

Hidráulica en un grado superior, y que adquiere en poco tiempo una dureza muy grande.

1324. Siendo la mayor parte de las cales hidráulicas producidas por las calcáreas arcillosas, parece evidente que la alumina no debe alterar las propiedades de esta clase de cales. Comparando la cal artificial de París con la de Senonches, se advierte que la alumina que no se encuentra en la última, y que por el contrario existe en proporcion considerable en la primera, contribuye á la dureza. Hay ciertamente una proporcion de silice y de alumina que es preferible á toda otra, pero esta proporcion solo se descubrirá á fuerza de largas investigaciones. Un ensayo practicado en grande con 4 partes de creta y una de kaolin de Limoges, hizo creer á M. Berthier que seria ventajoso igualar las cantidades de silice y de alumina. Esta cal debia estar compuesta de

Alumina.....	74,5
Cal.....	12,5
Silice.....	13,0

Poco tiempo despues de su inmersion habia adquirido una consistencia mas fuerte que la de la cal artificial preparada con 4 partes de creta y 1 de arcilla de Passy.

1325. Mezclando con la silice un peso igual al suyo de óxido de manganeso, se ha obtenido una cal que no es hidráulica. Igual resultado ha producido una mezcla á propósito para suministrar cal hidráulica, en la cual la adicion de 7 por 100 de óxido de hierro ha hecho perder esta propiedad.

Podrá ciertamente emplearse este medio con buen resultado para determinar la tendencia de las arcillas á combinarse con la cal, y para estudiar la accion que el calor ejerce sobre ella, y las modificaciones favorables ó adversas que esperimentan por este agente. Esto es efectivamente lo que resulta de los esperimentos siguientes de M. Vicat. Este habil observador ha determinado las cantidades de agua de cal, que pueden despojarse de su cal, para una cantidad constantante de las materias que á continuacion se espresan.

Arcillas crudas..	100 partes de arcilla procedente del agua de cal descompuesta lavado de las arenas.....	1100
	100 idem de buenas arcillas de puzelana, en el estado natural.....	400 á 500

Arcillas calcinadas	100 idem de buena arcilla de puzelana, calcinada hasta el grado rojo al aire libre.....	260
	100 idem calcinada en vaso cerrado.	100
	100 de arcilla, produciendo una puzelana mediana.....	60 á 80
	100 de arcilla, produciendo una mala puzelana.....	25 á 38
	100 idem de puzelana de Italia.....	147

En cuanto al empleo de este procedimiento en la práctica, cita M. Vicat un ejemplo digno de recordarse.

	Agua de cal despojada.	Resistencia del mortero
100 partes de la mejor puzolana.	700.....	640
100 partes de la peor id.....	66.....	97

Se advierte por este ejemplo que la resistencia del mortero y la descomposicion del agua de cal estan al poco mas ó menos en la misma relacion, y estas dos propiedades se corresponde bastante para poder en muchas ocasiones llegar á conocer la energía de una pucelana, por su accion sobre el agua de cal, lo que simplifica singularmente esta clase de esperimentos.

El ensayo de la puzolana en esta suposicion se reducia á tomar por ejemplo un litro (1,9828 cuartillos) de agua de cal, y á poner por pequeñas dosis, cuyo peso era conocido, la puzolana que se trataba de ensayar, hasta que el agua de cal estaba completamente descompuesta, y que tomando una pequeña porcion del líquido filtrado y tratándola por el carbonato de potasa ó de sosa permanecia sin enturbiarse.

1327. De la reunion de estos hechos resulta, que la sili-

ce por sí sola puede formar con la cal una composicion eminentemente hidráulica (calcárea de senonches) mientras que la magnesia sola (calcárea de París) ó mezclada con los óxidos de hierro y de manganeso (calcárea de Villafranca), no puede producir semejante combinacion, y hace á la cal árida sin comunicarla la propiedad de solidificarse debajo del agua. Los esperimentos sintéticos confirman las consecuencias deducidas del analísis, y prueban ademas, 1.° que la alumina sola no tiene mas eficacia que la magnesia para hacer á las cales hidráulicas; 2.° que la silíce es un principio esencial á esta clase de cales; 3.° que los óxidos de hierro y de manganeso, muy lejos de jugar el importante papel que muchos les han atribuido, son por el contrario las mas veces enteramente pasivos; 4.° en fin, que las mejores cales resultan de la reunion de la silice, de la cal y de la magnesia ó de la alumina.

Reunamos ahora, que la temperatura á que se efectúa la cocion, puede alterar singularmente las propiedades de estas diversas mezclas; una cal á propósito por otra parte, para producir buenos resultados, podrá por la accion de una temperatura demasiado elevada suministrar una *cal muerta*, ó bien por una temperatura demasiado baja, producir cales áridas no hidráulicas.

La idea que se debe tomar de las cales hidráulicas se reduce, pues, definitivamente, á considerarlas como unos silicatos de cal, ó como unos silicatos de alumina y de cal, ó en fin, como silicatos de magnesia y cal con esceso de base. Estos compuestos introducidos en el agua producen unos hidratos, ó mas bien unas combinaciones de silicato hidratado con el hidrato de la base en esceso. Este último pasa poco á poco muy probablemente al estado de carbonato por la ac-

cion del ácido carbónico disuelto en el agua; pero la presa que hacen esta clase de cales depende esencialmente en el paso rápido de los silicatos al estado de hidrato.

Hasta aqui todos los fenómenos se comprenden bastante bien; pero cuando estudiemos los morteros que se forman con estas cales, hallaremos unos hechos que no se refieren sino dificilmente á las ideas generales de la ciencia (134-1341).

Cal hidráulica artificial.

1328. Los esperimentos que acabamos de manifestar demuestran lo suficiente que se pueden preparar las cales hidráulicas artificiales por diversos procedimientos. Estos pueden dividirse en dos clases: la preparacion por la via seca y la preparacion por la via húmeda. Nos ocuparemos desde luego de los primeros.

Segun las indicaciones de Mr. Vicat, Mr. de Saint Leger ha establecido sobre un plano bastante ancho una fabricacion de cal hidráulica artificial. Este fabricante la prepara mezclando 4 partes de creta de Mendon y 1 de arcilla de Passy en volúmen. Las materias se diluyen en el agua y se forma una mezcla muy íntima, por medio de un molino de piedras verticales que giran sobre un ege circular. La masa blanda que resulta, se trasporta á unos estanques de fábrica. Las tierras mezcladas forman por el reposo una capa en el fondo del estanque, mientras que una parte del agua se separa y puede decantarse. Cuando el depósito ha adquirido una consistencia conveniente, se forman ladrillos y cuando estos estan secos por su esposicion al aire, se cuecen en unos hornos de cal á la manera ordinaria. Pero es preciso que el fuego sea moderado para evitar que la silice, la cal y la alumina no es-

perimenten un principio de fusion que haria á la cal incapaz de combinarse con el agua.

La cal hidráulica preparada por este medio se vende en París á 60 francos (228 rs.) el metro cúbico (46,2265 pies cúbicos). La de Senonches se vende tambien en París á 85 francos (323 rs.) lo que determina la preferencia en favor de la primera. Asi el gobierno solo emplea la cal de M. de Saint-Leger en las construcciones públicas de París: para el canal de san Martin se ha hecho un consumo inmenso de esta cal, y la esperiencia ha demostrado que es muy superior á la de Senonches. Segun Mr Berthier, la mezcla de Mr. de Saint-Leger contiene:

Carbonato de cal.	84
Silice.....	10
Alumina.....	5
Oxido de hierro...	1
	100

Y la cal que proviene de esta mezcla se compone de

Cal.....	74,6
Arcilla.....	23,8
Oxido de hierro.	1,6
	100,0

Esta cal se disuelve completamente en los ácidos como la cal de Senonches. Cuando se han separado con cuidado todos los pedazos que se han escapado á la calcinacion, aumenta un 0,65 de su volúmen al apagarla del modo ordinario.

1329. Segun lo que hemos espuesto anteriormente, parece que pueden cocerse reunidas la mezcla de cal y arcilla. Los romanos fabricaban sus morteros hidráulicos con la cal

ordinaria cocida y las puzolanas: los modernos han seguido la misma práctica durante mucho tiempo, reemplazando la puzolana por el trass ó el ladrillo molido.

Los esperimentos de Mr. Vicat demuestran que estas materias despojan al agua de cal de su cal, y esto nos dice que el silicato que constituye la cal hidráulica puede formarse tambien por la via húmeda como por la via seca. Los ingenieros estan divididos sobre cual de estos dos métodos merece la preferencia. Acabamos de indicar los procedimientos de Mr. de Saint-Leger; examinemos ahora los que pueden remplazarlos.

Mr. Girard propone que se sustituyan las puzolanas naturales ó artificiales, por las arenas arcillosas conocidas bajo el nombre *arenas*, en el valle de la Isla (Gironda). Estas arenas son de un color rojo, pardo ó amarillento, gozan la propiedad de formar morteros hidráulicos cuando se mezclan con las cales grasas. Pueden incorporarse de 5 á 3 partes de arena para una de cal. Cuando las arenas contienen menos de 30 por 100 de arcilla forman morteros que prenden lentamente debajo del agua, pero que al cabo de un año no les ceden á los que han agarrado con mayor rapidez.

Las arenas adquieren propiedades mas marcadas por una ligera calcinacion.

Mr. Girard propone con mucha confianza el uso de estas materias, fundado en los buenos resultados de su empleo en grande, en la profusion con que se hallan esparcidas por la naturaleza y en el bajo precio á que resultan los morteros que viene á ser la mitad menos que los morteros hidráulicos ordinarios.

1330. Todas las materias propias para trasformar la cal grasa en cal hidráulica, son arcillas, es decir, mezclas íntí-

mas de silice, de alumina y casi siempre de óxido de hierro en mas ó menos cantidad. Estas materias nos las ofrece la naturaleza en abundancia, pero desgraciadamente hay ciertas condiciones que observar que hacen su empleo costoso. Existe sobre este punto una confusion tan grande que no me lisongeo de poder aclarar todas sus dificultades.

Los hechos que me parecen en el órden mas natural son los siguientes:

Las arcillas naturales se componen de silice, alumina, óxido de hierro y agua. Se ignora si estas materias se hallan mezcladas ó combinadas. Probablemente para cada arcilla hay una combinacion mas ó menos manchada por alguna mezcla mecánica. Pero sea como quiera, Mr. Vicat ha encontrado los resultados siguientes para los morteros hechos con las arcillas crudas y calcinadas, y que han estado sumergidos en agua durante siete meses.

		Penetracion del aguja de prueba.
1 — Cal grasa	100	15 milímetros. — 7,755 líneas.
Arcilla cruda...	433	
2 — Cal grasa.....	100	2 milímetros. — 1,034 líneas.
Arcilla calcárea.	452	

El mortero número 1 era bastante duro para resistir á la presion del dedo, pero el mortero número 2 tenia la dureza de una piedra.

1331. Examinemos mas detenidamente los efectos de la calcinacion. Segun Mr. Vicat, una arcilla plástica de Loupiac (Lot) que contenia:

Silice..... ...	61
Alumina.....	31
Oxido de hierro.	señal
Agua.....	8
	100

Cedia en el estado natural 2,85 de alumina al ácido hidroclórico.

Esta misma arcilla calcinada en vasos cerrados, probablemente sin desecacion anterior, ha perdido 11,5 por 100 de su peso; tratada en este estado por el ácido hidroclórico perdió 5,48 de alumina. Mezclada con una cal muy grasa, ha producido un mortero, que ha prendido al cabo de siete dias debajo del agua, y en el cual despues de seis meses de inmersion, la aguja de prueba solo penetraba 4 milímetros (2,068 líneas).

En las mismas circunstancias, esta arcilla calcinada al contacto del aire, ha perdido 11,5 por 100 como en la calcinacion anterior. El ácido hidro-clórico la ha privado de 12,4 de alumina. Pero estando mezclada con una cal muy grasa, ha producido un mortero que ha prendido al cabo de tres dias y en el cual la aguja de prueba, despues de seis meses de inmersion no ha penetrado sino 3 milímetros (1,551 líneas).

Asi, bajo todos aspectos, la arcilla calcinada al contacto del aire debe preferirse á la que se calcina en vasos cerrados.

1332. Mr. de Raucourt, ingeniero de puente y calzadas, ha sido el primero que ha manifestado esta opinion, que los esperimentos del general Treussart y de Mr. Vicat han con-

firmado. Hemos citado desde luego los esperimentos de Mr. Vicat como los mas detallados; pero en las memorias del general Treussart se hallarán otros que merecen una atencion particular.

Este observador tomó la arcilla que se hacia venir de Strasbourg, de las cercanías de Francfort, para hacer el alumbre: esta arcilla contiene segun Mr. Berthier:

Silice.....	50,0
Alumina.....	32,7
Magnesia.....	1,6
Oxido de hierro.	señal
Agua.....	16,0

Su color es negro; pero calentándola, pasa sucesivamente por diversas tintas de azul para llegar á un color blanco, cuando se ha calcinado con fuerza. Sometió á la calcinacion en un horno de alumbre en que se calcinan las tierras al aire libre, unos pedazos de estas tierras, de la forma y grueso de un ladrillo mediano; otra porcion calcinó en un horno de cal, en que la calcinacion se efectua casi sin el contacto del aire, porque para concentrar el calor se cierra la parte superior del horno con escombro, de manera que no deja pasar sino la cantidad necesaria de aire para alimentar la combustion; eligió los pedazos que segun su color le pareció habian sufrido el mismo grado de calcinacion, y con ellos hizo unos morteros tomando 1 parte de cal comun y 2 partes de estas arcillas calcinadas reducidas á polvo.

Los morteros formados con las arcillas calcinadas en el horno de alumbre se endurecieron en el espacio de dos ó tres dias, y al cabo de un año de inmersion en el agua sopor-

taron un peso desde 192 á 263 kilógramas, de (418,56 á 573,34 libras) antes de romperse; mientras que los morteros hechos con las mismas arcillas calcinadas en el horno de cal no endurecieron sino al cabo de treinta dias, y se rompia bajo el débil peso de 20 á 25 kilógramas (43,60 á 54,50 libras); y aun hubo uno de estos morteros que al cabo de un año de inmersion estaba todavia muy blando.

1333. Por otro lado el general Treussart tomó arcilla de Holzheim, cerca de Strasburgo; esta tierra no contiene cal y sí una gran cantidad de óxido de hierro. Formó dos ladrillos con esta arcilla; el uno sin adicion de ninguna otra sustancia, y el otro mezclado con 2/100 de cal, los hizo calcinar en seguida en el horno de cal, colocándolos con los ladrillos ordinarios, y en el sitio en que debian tener el menor contacto posible con el aire. Por otra parte, calcinó en una especie de mufla que sufria una corriente de aire muy rápida, cierta cantidad de arcilla de Holzheim, sin ninguna mezcla y otra cantidad de la misma arcilla mezclada como el ladrillo anterior con 2/100 de cal; los pedazos eran del grueso de una nuez y no estaban comprimidos. Los redujo á polvo despues de frios, como asimismo los dos ladrillos que se habian calcinado en el horno de cal; en seguida hizo cuatro cajas de morteros tomando una parte de cal comun en pasta y 2 de las arcillas preparadas por el medio que acabamos de indicar. Estos morteros los introdujo por último debajo del agua.

El mortero formado con el cimento de arcilla sin ninguna mezcla, y calcinado en el horno de cal, no se endureció hasta los treinta dias; el que estaba hecho con la misma arcilla, pero mezclados con los 2/100 de cal, y calcinado en el mismo horno, endureció al cabo de diez y siete dias.

El que se habia formado con la misma arcilla, sin ninguna mezcla y calcinado en la mufla en medio de la corriente de aire, se endureció á los cinco dias, en vez de los treinta que fueron necesarios en el primer caso; en fin, el mortero hecho con la misma arcilla, mezclado con 2/100 de cal y calcinado en la mufla, como el anterior, endureció á los tres dias, en vez de los diez y siete que necesitó el calcinado en el horno de cal, sin la corriente de aire.

1334. Las mejores pucelanas son por lo tanto las que resultan de la calcinacion al contacto del aire, y de una arcilla ligeramente calcárea. ¿Pero cual es la accion del aire en esta circunstancia? Lo ignoramos, y hemos presentado tantos detalles sobre este particular, á fin de dar al lector los medios de juzgar por sí mismo el estado de la cuestion. La calcinacion de las arcillas las priva del agua y hace pasar el protóxido de hierro al estado de peróxido. El contacto del aire solo es necesario para este último efecto, y puesto que las arcillas desprovistas de hierro esperimentan la misma mejora, no es la causa de este fenómeno la que debemos buscar. Yo estoy inclinado á creer que la temperatura juega aquí un gran papel y que se han practicado sin querer estas calcinaciones á temperaturas tal vez muy diferentes. La corriente de aire ha debido bajar la de las arcillas que han estado espuestas á ella. Podriamos asegurarnos facilmente de esta suposicion, comparando el poder de las pucelanas y la retracion que esperimentan por la cocion; pero cualquiera que sea la causa, las observaciones que preceden no serán por esto menos aplicables á los trabajos de la práctica en grande.

Cimento romano.

1335. Examinemos ahora la variedad de cal mas notable. Esta es aquella que suministra la materia conocida con el nombre de *cimento*. Esta variedad merece una atencion particular, como vamos á ver, segun las propiedades que posee esclusivamente. De la memoria de M. Berthier, sacaremos todas las noticias que puedan ilustrar sobre este particular.

Los señores Parker y Wyatts obtuvieron en 1796, en Londres, una real patente por la fabricacion de una especie particular de cal, que llamaban ellos entonces *cemento acuático*, y que designaron despues con el de *cimento romano*. Su empresa tuvo el mejor éxito, y á consecuencia formaron otras muchas del mismo género que prosperaron igualmente. En la actualidad se hace en Inglaterra un comercio inmenso de cimento romano; se han espedido grandes cantidades de esta sustancia para las Indias Occidentales. Lo mandan en toneles bien cerrados que sirven despues para traer de retorno rom, azúcar y otras mercancías.

Este cimento tiene la propiedad de solidificarse casi instantáneamente como el yeso, en menos de un cuarto de hora, cuando se abandona ásí mismo, bien sea al contacto del aire, bien debajo del agua, despues de haberle amasado en una gacha un poco consistente, y sin necesidad de mezclarle con ninguna otra sustancia. El agua no le destempla, adquiere por el contrario una solidez mayor cuando está constantemente mojado ó húmedo, que cuando está espuesto á la sequedad; en fin, su dureza se acrecienta con el tiempo, y en breve llega á ser cuando menos tan grande como la de las mejores pie-

dras calcáreas. Si se forman con este cimento pedazos un poco grandes, toman al cabo de poco tiempo una dureza notable, sin producir ninguna desquebrajadura: tan poco presenta esta masa ninguna contraccion sensible y estas cualidades la hacen estremadamente preciosa para todas las construcciones hidráulicas, sobre todo cuando las circunstancias no permiten practicar un agotamiento del líquido, ó cuando este no puede efectuarse sino ocasionando grandes dispendios. En Londres se hace tambien uso de esta sustancia para rebocar las casas en vez de yeso, y para fabricar los cimientos de los grandes edificios. Se emplea además con un éxito escelente para reparar los muros que esperimentan infiltraciones, para enlodar las junturas de los tubos que conducen el agua, para restaurar las cornisas y otros ornamentos de los edificios. Forma tal cuerpo con los objetos sobre que se aplica, que dos pedazos de piedra unidos con este cimento, cuesta mucho menos esfuerzo romperlos que separarlos. Sin embargo agarran con mucha mayor solidez en los cuerpos porosos que sobre los que tienen una testura muy compacta.

Para emplear bien este cimento es necesario mucha práctica. Si al amasarle no se le da el grado de consistencia conveniente, sino se estiende con prontitud, y se introduce entre los intersticios de las piedras, si se interrumpe el trabajo, etc., se solidifica con desigualdad, se desquebraja y adhiere mal á los materiales de la fábrica. No debe emplearse sino en las obras destinadas á resistir á la accion del agua; pero los señores Parker y Wyatts recomiendan el mezclarle con arena fina angular bien lavada, en la proporcion de dos partes de esta con tres de cimento para hacer los morteros ordinarios; tres partes de arena y dos de cimento para endurecer los muros espuestos al frio, y cinco partes de arena con dos de ci-

mento para endurecer los que van espuestos á la sequedad ó al calor. Cuando se emplea para guarnecer las junturas de los ladrillos ó piedras, es necesario aplicarle por capas sucesivas, pero teniendo cuidado de comprimir con fuerza cada una de ellas, y no esperar que se sequen las unas para poner las otras.

Luego que el cimento se ha cocido se reduce en las fábricas á polvo impalpable por medio de un molino de dos piedras verticales que dan vueltas sobre otra horizontal fija colocada en el fondo de un hoyo circular; la piedra horizontal tiene cinco pies de diámetro, las que giran cuatro ó cinco, y pesan lo menos veinte quintales cada una. El polvo que resulta se tamiza y enseguida se guarda en los barriles.

El cimento se mezcla con la arena antes de amasarlo. Se apaga lentamente con muy poca produccion de calor; absorve poca cantidad de agua, y no aumenta sensiblemente de volúmen.

La piedra de cimento en Inglaterra es una calcárea muy arcillosa, compacta, de grano muy fino, duro, tenaz, susceptible de tomar un hermoso pulimento; el color es gris moreno, y su pesantez específica 2,59. Se asegura que se encuentra en masas tuberculosas entre las margas. Muchas veces presenta unas separaciones delgadas y contorneadas, de una sustancia cristalina, amarillenta, trasluciente, que no es otra cosa que carbonato de cal puro. La piedra de cimento se encuentra en muchos puntos en Inglaterra, y se asegura que es muy abundante en ellos.

Estas calcáreas se cuecen en unos hornos de cal de fuego contínuo por medio de la ulla, usando el mismo método que para las otras piedras calcáreas; pero la marcha del fue-

go exige gran cuidado. Cuando el calor no se ha conducido de un modo conveniente, el cimento esperimenta un principio de fusion y no es á propósito para ningun uso.

1336. Mr. Lesage, ingeniero militar, fué comisionado por la sociedad de agricultura y artes de Bolonia, para examinar las propiedades de una clase de cal, de que se hacia entonces uso en el pais y que él distinguió en su relacion con el nombre de *yeso-cimento*. Esta cal es exactamente la misma que el cimento de los ingleses: es igualmente compacta, de grano muy fino, tenáz y susceptible de tomar pulimento. Tiene un color amarillento, y su densidad varia de 2,04 á 2,19. Jamás se ha encontrado sino en cantos ó guijarros rodados á las orillas del mar. Parece que han dejado la esplotacion hace mucho tiempo, por haber escaseado mucho. Sin embargo, las orillas del mar ofrecen masas de esta piedra desde el peso de una onza hasta el de veinte quintales, y aun puede asegurarse que provienen de los bancos de arcilla negruzca que forma las costas escarpadas. Estos bancos de arcilla adelgazados por las olas se desploman de tiempo en tiempo y los guijarros demasiado pesados para ser arrastrados quedan sobre la ribera. Seria muy importante examinar de nuevo esta materia.

Existe pues la mas perfecta semejanza entre los guijarros de Bolonia y la calcárea de cimento de los ingleses. En la piedra de Bolonia se encuentran tambien estas especies de depósitos cristalinos de carbonato de cal puro que parece estar incrustado entre las fisuras. Muchos de estos guijarros ofrecen en su superficie capas de peróxido de hierro de un rojo rosado. Se han hecho ensayos sobre estos guijarros, segun los procedimientos seguidos en la actualidad en Inglaterra, y se han llegado á formar tubos y vasos que contienen al agua

perfectamente y pueden adquirir cierto pulimento. Estos objetos no se alteran ni por el agua ni por el aire.

Composicion de la calcárea de cimento.	Piedra inglesa analizada por M. Berthier.	Piedra de Bolonia analizada por M. Drapier.
Carbonato de cal	65,7	61,6
Carbonato de magnesia	0,5	.....
Carbonato de hierro	6,0	6,0
Carbonato de manganeso	1,6	.....
Sílice	18,0	15,0
Alumina	6,6	4,8
Oxido de hierro	.....	3,0
Agua	1,2	6,6
Cales producidas por estas calcáreas.		
Cal	55,4	54,0
Magnesia	0,0	.....
Arcilla	36,0	31,0
Oxido de hierro	8,6	15,0

1337. Mr. Clapeyron ha descubierto en Rusia la piedra calcárea que produce el cimento. Esta piedra hace parte de una estensa formacion calcárea de bancos horizontales, cuyas partes inferiores están cloritadas, y reposan sobre asperones cuarzosos y micaceos. Habiendo sido encargado de hacer investigaciones sobre la fabricacion de los morteros empleados para la construccion de las esclusas de Sclikelbourg, descubrió la piedra de cimento en las cataratas de Wolkost; esta es una calcárea muy arcillosa como las precedentes, que produce por la calcinacion, una cal que prende debajo del agua y que está compuesta al poco mas ó menos de:

Cal.....	62
Sílice....	19
Alumina.	19
	100

Para emplear el cimento ruso se le reduce á polvo mecánicamente, como el cimento inglés, y se apaga al mismo tiempo de hacer uso de él. Sumergiéndole inmediatamente despues de su estincion, se endurece un poco mas despacio que el cimento inglés; pero en poco tiempo adquiere una dureza mayor.

1338. En fin, Mr. Lacordaire, ingeniero de minas, ha encontrado hace poco tiempo el cimento romano en Borgoña y han empezado á servirse de él en París. Debemos desear que se practiquen investigaciones dirigidas de un modo conveniente en diversos puntos para encontrar esta clase de cimento, ó al menos cales hidráulicas que se aproximen á él.

Segun la relacion hecha por Mr. Mallet á la sociedad de fomento de Paris, este cimento presenta no solamente todas las propiedades del cimento romano, sino que parece todavia preferible en algunas cosas al cimento de los ingleses. Este descubrimiento importante puede tener una dichosa influencia sobre nuestros grandes trabajos de arquitectura hidráulica. No puede dudarse que una materia cuya composicion es tan sencilla se encuentre en muchos paises. Es del mayor interés que las investigaciones de este género se prosigan con mucho celo, porque tienen por objeto una mejora inmensa en el arte de las construcciones. Bajo este aspecto, las calcáreas siguientes analizadas por Mr. Bhertier, se recomien-

dan á la atencion de los constructores, y merecen que se practiquen con ellas ensayos en grande, á pesar que no tengan la densidad que parece necesaria á esta clase de piedras.

Composicion de las calcáreas.	1	2	3	4
Carbonato de cal	0,758	0,666	0,580	0,630
Carbonato de magnesia	.....	.....	0,060	0,040
Silicato de magnesia: Sílice	.....	.....	.....	0,140
Silicato de magnesia: Magnesia	.....	.....	.....	0,070
Arcilla: Sílice	0,164	0,334	0,334	0,060
Arcilla: Alumina	0,070			
Arcilla: Oxido de hierro	0,008			
Agua	.....	.....	0,026	0.050
Cales producidas por estas calcáreas.				
Cal	0,640	0,530	0,471	0,547
Magnesia	.....	.....	0,045	0,137
Sílice	.....	.....	.....	0,218
Arcilla	0,360	0,470	0,484	0,103

(1) Calcárea secundaria de las cercanías de Nevers (Nievre), camino de Chateau Chinon; compacta, gris amarillenta, poco dura, de fractura terrosa.

(2) Calcárea margosa que acompaña al ocre de Pourain (Yonne); compacta, blanquezina, de fractura unida poco terrosa.

(3) Calcárea margosa de agua dulce de Pont-du-chato (Puy-de-Dome); semejante á la precedente.

(4) Calcárea margosa de Argentenil, cerca de París; compacta, blanca, amarillenta, áspera, muy ligera. Esta calcárea forma jalea con los ácidos.

1339. En el caso de no poderse proporcionar una calcárea á propósito para producir el cimento, podrá probablemente prepararse de un modo artificial, como se preparan las cales hidráulicas ordinarias. Mr. Berthier, propone emplear una parte de arcilla plástica ordinaria que no contenga arena, y dos partes de creta en volúmen, ó dos partes y media de creta en peso. Estas materias deben producir en estas proporciones una cal muy hidráulica, que agarrará tan pronto como el cimento inglés. Mr. Berthier observa con razon, que no es probable pueda obtenerse con estas mezclas, cales hidráulicas susceptibles de adquirir una dureza y solidez tan grandes como las del cimento natural; estas cualidades dependen en efecto, no solamente de la composicion de la materia, sino tambien de su estado de compacidad. Las cales hidráulicas se apagan sin cambiar de volúmen, porque tienen mayor densidad, sus moléculas se agregan con mas facilidad entre sí, y al mismo tiempo la masa sufre menos contraccion al consolidarse. Así las mezclas artificiales serán siempre mas ligeras que las piedras naturales. Las piedras de cimento de Bolonia, de Inglaterra, de Rusia, y de Borgoña, deben sin duda una parte de sus cualidades á su compacidad y á su teslura apretada.

Morteros hidráulicos.

1340. Ya hemos visto anteriormente, como se opera la solidificacion de los morteros de cal grasa, y tambien se conoce el papel que juegan las pucelanas, de suerte que nos queda poco que añadir aquí relativamente á los morteros hidráulicos. Sin embargo, es necesario decir algunas palabras de las discusiones de que han sido el objeto.

Mr. Vicat admite, como causa principal de la solidificacion de los morteros, una accion particular que la cal egerce sobre las materias silicosas que se emplean para formarle. Estas materias las distingue en arenas silíceas, en pucelanas inatacables por el ácido sulfúrico y en pucelanas atacables por los ácidos. Segun su opinion la cal grasa no tiene accion sino sobre las materias silíceas de la segunda especie, mientras que las cales hidráulicas tienen una afinidad muy grande con todas y particularmente con las de la primera especie.

Mr. Jhon y Mr. Berthier, juzgan por el contrario, que las arenas que se mezclan con la masa de cal para hacer los morteros, son siempre pasivas. Efectivamente, la cal cáustica no ataca al cuarzo ni á ninguna sustancia petrosa.

Semejante divergencia de opinion entre dos sabios tan distinguidos, prueba bastante bien, que no se tienen todavia los datos necesarios para aclarar este punto: yo me limitaré solamente á presentar los hechos.

1341. Segun M. Vicat, la resistencia de un prisma de yeso ó de arcilla, decrece rápidamente, cuando se incorporan con él proporciones cada vez mayores de arena ordinaria; lo mismo se verifica con las cales grasas. Un prisma de esta naturaleza que tuviera una resistencia igual á 38, descenderia á 20 por la interposicion de la arena. Todo esto está en el órden de las ideas recibidas.

Pero si se toma una cal hidráulica y con ella se forman prismas que se abandonan al aire; y si la resistencia media de estos prismas se halla representada por 20, ascenderá á 77 por la adicion de la arena. La misma cal en el estado de hidrato, conservada bajo una tierra fresca producirá 40, y mezclada con arena ascenderá á 55. Asi no queda duda alguna que la adicion de la arena debilita la cohesion de las

cales grasas y aumenta por el contrario la de las cales hidráulicas en ciertos límites.

Por una parte parece difícil contestar á los hechos presentados por M. Vicat, y por otra, las ideas de M. John y de M. Berthier parecen estar de acuerdo con todo lo que se sabe con respecto á las circunstancias que favorecen ó impiden las combinaciones.

CAPITULO IX.

YESO.

1342. El yeso no es otra cosa que el sulfato de cal natural, calcinado hasta el punto conveniente para separarle su agua de cristalizacion, sin hacerle esperimentar la fusion ignea. En este estado, el yeso reducido á polvo, y amasado con una cantidad de agua suficiente para formar una lechada, se trasforma en masa consistente al cabo de algunos instantes. En el momento de amasarlo se desarrolla una pequeña cantidad de calor. Todos estos fenómenos se conciben facilmente, admitiendo que el yeso vuelve á tomar el agua de cristalizacion que el fuego le habia hecho perder, y que cristaliza de nuevo. De aqui procede el desprendimiento de calor, y la solidificacion del enlace que se verifica entre los cristales formados. Para que todos estos efectos se produzcan, es necesario pues, que la calcinacion del yeso desaloge toda el agua y que esta calcinacion no llegue hasta el punto de producir la fusion, por que en este estado no podria volver á absorver el agua. En este punto debe fijar toda su atencion el fabricante de yeso, por que es el único que le presenta dificultad.

1343. Calentando el yeso hasta 115.° c. pierde toda su

agua de cristalizacion. Para fundirse exige una temperatura roja, y la distancia que separa estos dos términos parece bastante grande para poderse contener con facilidad en los límites convenientes. Sin embargo, como el yeso es muy mal conductor del calor, y hay la costumbre de calcinarle en pedazos muy gruesos, puede suceder que la superficie de los fracmentos quede fundida y el centro imperfectamente calcinado. El mismo efecto puede reproducirse entre las masas colocadas en diversos puntos del horno, y en esto se advierte que esta operacion tan sencilla puede ofrecer algunas dificultades. Unos hornos de yeso construidos de un modo conveniente, harian tal vez la operacion mas regular; pero en las disposiciones actuales exigen mucha vigilancia para evitar un mal resultado.

1344. El horno de yeso no es otra cosa que un paralelepípedo vacío, formado por tres muros de tres metros (10,71 pies) de altura. Uno de estos muros tiene tres metros de ancho, los otros dos tienen seis (21,42 pies). El horno se cubre con un techo para preservar al yeso de las lluvias. La piedra de yeso se dispone en monton sostenido por una especie de puente de muchos arcos, por entre los cuales puede entrar un hombre arrastrando hasta el fondo del horno. Los pilares y la bóveda están formados con pedazos de piedra escogidos.

1345. Cuando el horno está lleno, se enciende en cada arco un fuego de leña, que se conduce suavemente para obtener en toda la masa una temperatura tan igual como sea posible. Pero cualquiera que sea el cuidado que se ponga, siempre las partes próximas al horno tienen demasiado fuego, y solo las que se hallan mas distantes y las que ocupan el centro tienen generalmente la temperatura conveniente. Este obstáculo puede evitarse en gran parte, calcinando el yeso en

un horno de reverbero, despues de haberle reducido á polvo. Como allí puede removerse es muy fácil darle el grado de fuego que necesita.

1346. El yeso despues de calcinado debe conservarse en un lugar seco; sin esta precaucion volverá á tomar poco á poco su agua de cristalizacion por el contacto del aire húmedo y perderá todas sus propiedades. Para evitar en alguna parte este inconveniente es mucho mejor corservarle en pedazos gruesos y pulverizar solamente la cantidad que se necesite. El yeso no puede emplearse con buen resultado en los sitios húmedos á causa de su solubilidad en el agua. Por esto es preciso evitar su empleo en los cimientos. Tambien debe evitarse todo lo posible hacer uso de él en el invierno, porque si llega á congelarse toda el agua que absorve, destruye la agregacion de la masa por la dilatacion que el agua esperimenta en el momento de la formacion del hielo.

1347. Para hacer los vaciados emplean el yeso escogido y generalmente bastante puro. En la fabricacion prefieren el que contiene 12 á 13 por 1000 de carbonato de cal, como el de Montmartre. Se ha creido hace mucho tiempo que este carbonato de cal se convertia en cal por la calcinacion, y asi se esplicaba la mayor tenacidad de este yeso impuro. Pero M. Gay-Lussac, ha demostrado, que el carbonato no se altera, y atribuye los buenos efectos ó mas bien las buenas cualidades del yeso á una causa muy estraña del de la presencia del carbonato de cal. Es muy cierto que el carbonato no se descompone en la cocion del yeso; lo es tambien que los yesos tiernos no se mejoran por la adicion de una cantidad de cal ó de creta semejante á la que se observa en el yeso de París.

1348. En consecuencia de esto M. Gay-Lussac imaginó que la dureza relativa de los yesos cocidos y amasados, esta-

ba en relacion con la dureza que tenian antes de la cocion. Asi las piedras de yeso densas deben producir yesos duros y densos tambien, y las piedras ligeras y tiernas darán á su vez yesos tiernos.

CAPITULO X.

VIDRIO, CRISTAL, STRASS Y ESMALTE.

1349. El descubrimiento del vidrio es sin contradicion uno de los servicios mas importantes que ha hecho la química á la civilizacion. Sin hablar de las aplicaciones económicas del vidrio, y considerándole solamente bajo el aspecto de sus empleos en el estudio de los fenómenos naturales, es increible la singular influencia que ha egercido en los progresos de la razon humana. La astronomía ha llegado al grado de perfeccion tan admirable en que se encuentra en la actualidad, por el ausilio de esta sustancia; los naturalistas han podido estudiar ayudados del microscopio una multitud de fenómenos que se escapaban á nuestros sentidos. Pero lo que caracteriza sobre todo nuestra civilizacion moderna es el empleo que han hecho de él los químicos y los físicos en sus delicados esperimentos. No hay necesidad de hacer un estudio profundo en la química para conocer que esta ciencia debe al vidrio todos los progresos que han permitido establecer la teoria actual, tan fundada en aplicaciones maravillosas.

1350. Es verdaderamente admirable, que teniendo el vidrio tantas aplicaciones, que haciendo de él los químicos un empleo tan frecuente, y que teniendo una influencia tan marcada en sus diversas aplicaciones, no haya sido jamás el objeto de una série de esperimentos propios para fijar la teoria de su fabricacion. No quiere decir esto sin embargo que esta

teoria no esté al poco mas ó menos establecida; pero no es en las obras publicadas sobre el vidrio donde se debe buscar: la mayor parte han sido escritas en una época en que el papel que la sílice juega en su fabricacion no estaba definido, y entre las obras modernas ninguna merece fijar la atencion. Siento que la forma y límites de esta obra no me permitan dar mas estension á este capítulo; pero trataré al menos de reunir todo lo que se sabe con mayor exactitud tanto sobre la historia y propiedades del vidrio como sobre su fabricacion.

1351. Si debemos creer á Plinio, cuya version ha sido reproducida tantas veces de una manera absoluta, á pesar que él la refiera en términos muy dudosos, el descubrimiento del vidrio será debido á la casualidad. Habiendo tomado tierra sobre las orillas del rio Belus, unos fenícios comerciantes de sosa, quisieron preparar en la ribera su comida. No teniendo cantos á propósito para formar su hornilla, se sirvieron de unos pedazos de sosa para sostener los vasos que contenian los alimentos, y durante su cocion, estos pedazos se fundieron y trasformaron en vidrio las arenas sobre que reposaban. Cuando se conoce la temperatura que se necesita para la preparacion del vidrio mas fusible, y aun cuando solamente se eche una mirada sobre lo interior de un horno de vidrio en actividad, se descubre inmediatamente la inverosimilitud de este recitado.

1352. La casualidad ha tenido sin duda parte en la invencion del vidrio; pero se habrán podido hallar entre las artes conocidas de los antiguos algunos fenómenos mas á propósito para fijar la atencion de un espíritu observador. La fabricacion de los vasos terrosos y la estraccion de los metales exigen el empleo de un fuego violento y sostenido, lo que pudo ser suficiente para dar orígen á los silicatos fusibles mas ó

menos análogos al vidrio. Que un alfarero inteligente haya probado el reproducir á su voluntad las láminas vítreas que se formaban accidentalmente sobre sus productos; que á fuerza de ensayos haya llegado á conocer la influencia de las cenizas sobre la arcilla, y que por este medio haya conseguido producir el vidrio, se concibe facilmente; pero no asi una relacion que nada tiene de acuerdo con la verdad. Sea cualquiera la anécdota referida por Plinio, debe colocarse en el rango de las vanas suposiciones, por las cuales los antiguos comentadores han tratado muchas veces de suplir al silencio de la historia, y que despues han venido á trasformarse en artículos de fé por alguna equivocacion del copiante ó por algun error de los nuevos comentadores.

1353. Lo que no es dudoso, es que el vidrio ha sido conocido de los fenicios, que durante mucho tiempo han conservado por decirlo asi el monopolio, favorecidos por la reunion del anatron, de la arena y del combustible, en un pais colocado por otra parte, sobre las orillas del mar.

La Biblia no hace mencion del vidrio, y esto permite creer que los antiguos egipcios no le han conocido, á pesar que se haya dicho que las fábricas de vidrio del Egipto han precedido á las de Tiro y á las de Sidon. Segun Plinio y Strabon, las fábricas de Sidon y las de Alejandría eran muy célebres y producian obras muy perfeccionadas; porque ya se tallaba, se grababa y doraba el vidrio, y aun se hacian vidrios de colores á imitacion de las piedras preciosas, es decir, que se practicaba ya todo lo que se hace en nuestros dias, lo que indica una fabricacion muy antigua. Los romanos empleaban el vidrio en diversos usos, que indican tambien una fabricacion activa. En Herculano se han encontrado vidrios que á no dudarlo han sido fabricados por un procedi-

miento de soplo mas ó menos análogo al que se ha empleado en los tiempos modernos.

Parece cierto que los procedimientos de fabricacion que conservaban los fenicios fueron tomados en el siglo XII y XIII por los europeos durante la época de las cruzadas. Desde luego fué trasportado á Venecia que hizo por largo tiempo el comercio del vidrio, despues se introdujo en Francia esta industria que fué establecida por Golber.

1354. Aun cuando los procedimientos de fabricacion hayan sido análogos á los actuales desde la mas remota antigüedad, no puede creerse que la industria del vidrio no se ha resentido de los progresos de la química moderna. Bien lejos de esto puede asegurarse que esta industria ha seguido todos los movimientos como las demas, y que sus prodimientos han llegado á un grado de sencillez considerable, desde que se han espendido en el comercio los alcalís puros á un precio sumamente económico. Sin embargo, los procedimientos y la fabricacion considerados juntamente no han sufrido sino unas modificaciones, que un exámen poco detenido podria hacer considerar como ligeras, entre los escritores modernos que han tratado sobre la fabricacion del vidrio. Agrícola, el mas antiguo de todos, describe unos hornos y unos procedimientos muy análogos á los que se emplean en la actualidad.

Mas adelante Néri, Merret, Kunckel, Henckel, Pott, Achart y algunos otros químicos, se han ocupado de la fabricacion del vidrio; pero deben clasificarse aparte como obras notable sobre esta materia, las de Néri, las memorias de Bose d'Antic, el artículo de Mr. Allut en la *Enciclopedia metódica*, y la obra de Loysel. Desgraciadamente todas estas obras están incompletas ó escritas en una época en que las

materias empleadas difieren demasiado por su impureza de las que se emplean en el dia, para que los fenómenos observados entonces puedan ser muy útiles á los conocimientos actuales.

1355. Desde que los esperimentos de Mr. Berzelius han puesto fuera de duda el carácter ácido de la silice, la composicion general del vidrio no puede ya ofrecer dificultades. El vidrio es una verdadera sal, un silicato de base de potasa, de sosa, de cal, de óxido de hierro, de alumina ó de óxido de plomo, en el cual pueden remplazarse estas bases una por otra con tal que permanezca siempre una base alcalina. La silice ademas, puede reemplazarse en parte á su vez por el ácido bórico sin que el vidrio pierda sus caracteres principales.

Aunque á los ojos de la química, la potasa, la sosa, la cal, el óxido de plomo, la alumina y el óxido de hierro jueguen el mismo papel, es sin embargo muy evidente que en la aplicacion, el empleo de uno de estos cuerpos no puede sustituir de una manera definida al de ningun otro de sus análogos. Resultan de estos cuerpos necesariamente en los productos, unas diferencias de fusibilidad, de ductibilidad, de dureza, etc., de que es preciso tener cuenta.

De aquí nace la necesidad de clasificar los vidrios segun su composicion; por esta parte empezaremos la historia del vidrio. Haremos conocer despues las propiedades generales de los cuerpos vítreos, y las particulares de cada especie. Examinaremos tambien la composicion que les es propia, asi como los procedimientos generales de fabricacion, y terminaremos este estudio, por el exámen detallado de las diversas especies, y por la esposicion de los procedimientos particulares que convienen á su fabricacion.

Clasificacion y composicion de los vidrios.

1356. Se da el nombre de vidrio á toda sustancia compuesta, fusible á una temperatura elevada, sólida á la temperatura ordinaria, quebradiza y brillante, ya se halle en masa ya en fracmentos; pero en las artes el nombre de vidrio se reserva á los silicatos cuyas bases pueden variar, lo que permite establecer las especies siguientes:

1.° *Vidrio soluble.* Silicato simple de potasa ó de sosa, ó bien mezcla de estos dos silicatos.

2.° *Vidrio de Bohemia. Crown-glass.* Silicato de potasa y de cal.

3.° *Vidrio para vidrieras ú otros objetos análogos.* Silicato de potasa, ó de sosa y de cal.

4.° *Vidrio de botellas*, Silicato de potasa ó de sosa, de cal, de alumina y de hierro.

5.° *Cristal ordinario.* Silicato de potasa y de plomo.

6.° *Flint glas.* Silicato de potasa y de plomo, mas rico en plomo que el precedente.

7.° *Strass.* Silicato de potasa y de plomo, mas rico en plomo todavia que el anterior.

8.° *Esmalte.* Silicato y estaniato, ó antimoniato de potasa ó de sosa y de plomo.

Todos estos vidrios pueden teñirse por silicatos coloreados, que se mezclan con la masa durante su fusion. Este será el objeto de un estudio particular. Tambien se examinará separadamente el arte de pintar el vidrio, que tantos progresos ha hecho en Francia en estos últimos tiempos.

1357. *Vidrio soluble.* El vidrio soluble es un compuesto cuyo conocimiento ha economizado muchas faltas á los fabri-

cantes de vidrio. Este cuerpo es como hemos dicho un silicato simple con base de potasa ó de sosa, que tiene la notable propiedad de disolverse en el agua hirviendo sin dejar residuo, aunque se altera muy poco por el agua fria. Sin embargo, es muy evidente que un vidrio semejante debe ser higrométrico en alto grado, y entre los numerosos ejemplos que se podrian citar, nos limitaremos á recordar los siguientes, para manifestar los inconvenientes que presenta esta clase de vidrio. En 1780, se fabricaban al mismo tiempo en Francia, los vidrios de Bohemia, cuyo procedimiento era entonces una adquisicion reciente, y se ejecutaba por medio de las dos recetas siguientes.

	De Bayel en Champagne.	De Etembac en los Vosges.
Silice	100	100
Potasa	100	100
Cal	000	100

El vidrio de los Vosges era inalterable al aire y el de Champagne se enturbiaba por la accion de este fluido, perdia su brillo, no tenia solidez, y atraia la humedad del aire hasta tal punto que la concavidad de los pies de los vasos de beber, se llenaba en los almacenes, de una disolucion saturada de carbonato de potasa. A este hecho referido por Bosc de Antic, se podrian añadir otros muchos que probarian la necesidad indispensable de la cal ó del óxido de plomo para la fabricacion de los vidrios que deben resistir á la accion del agua ó del aire húmedo.

1358. El vidrio soluble, fabricado esclusivamente para el objeto de M. Fuchs, es decir, para aplicarlo sobre las maderas ó sobre los tegidos que se desean hacer incombustibles,

está compuesto de tal manera que la silice contiene siete veces mas oxígeno que la potasa ó lo que es lo mismo, que para siete átomos de silice, haya uno de potasa. Este vidrio está pues compuesto de:

7 át. silice.....	=1348	ó bien	69,88
1 át. potasa....	= 587		30,12
	1935		100,00

Parece que el vidrio soluble con base de sosa no conserva su solubilidad sino en tanto que la dósis de sosa es mayor; esta puede ascender hasta dos átomos para siete de silice, sin que el vidrio sea soluble en frio.

1359. *Vidrio de Bohemia.* M. Perdunet, que ha tenido la ocasion de visitar una fábrica de vidrio de Bohemia en Neuvelt, ha tenido la bondad de darme á conocer las dósis que emplean en esta fabricacion y son las siguientes:

Cuarzo.....	100
Cal cáustica.....	50
Carbonato de potasa.	75

Salitre, ácido arsenioso, peróxido de manganeso en cantidades convenientes.

1360. El vidrio que M. Perdonnet tomó en esta fábrica fué analizado por M. Gras, en el laboratorio de la escuela de minas. Este análisis ha dado:

Silice.....	71,6=37,1	oxígeno.	
Cal.....	10,0= 2,81		
Potasa.....	11,0= 1,86		
Alumina.....	2,2= 1,02		=7,83
Magnesia.....	2,3= 0,89		
Oxido de hierro	3,9= 1,20		
Oxido de manganeso.	0,2= 0,05		
	101,2		

La silice contiene al poco mas ó menos cinco veces tanto oxígeno como las bases.

1361. Yo he hallado en un vidrio de Bohemia de fabricacion antigua:

Silice....	69,4=36	oxígeno.
Alumina.	9,6= 4,48	
Cal.....	9,2= 2,57	9,04 oxígeno de las bases.
Potasa...	11,8= 1,99	

Lo que dará exactamente la relacion de 1:4 entre el oxígeno de las bases y el del ácido.

M. Batka me ha asegurado que en algunas fábricas de Alemania se emplea el silicato de cal (*wollastonita*) en la fabricacion del vidrio de Bohemia.

1362. *Crown-glas*. Este es tambien un vidrio con base de potasa y de cal. Yo he practicado el análisis de un crown de fábrica alemana, en el cual la cantidad de oxígeno de sus dos bases era sensiblemente la misma. La silice contiene al poco mas ó menos cuatro veces mas oxígeno que las bases. Véase el análisis de este crown, considerado como muy bueno por M. Canchoix.

Silice.....	62,8=32,6 oxígeno.	
Alumina, óxido de hierro y de manganeso.	2,6= 1,2 id.	8,4 óx. de las bases.
Cal.....	12,5= 3,5 id.	
Potasa	22,1= 3,7 id.	

Calculando los resultados, segun la suposicion de que los cuadrisilicatos se encuentran unidos átomo por átomo, se tiene:

1 át. potasa...=	588	ó bien	23,8
1 át. cal .....=	356		14,3
8 át. silice....=	1540		61,9
1 át. crown...=	2484		100,0

1363. *Vídrio de vidrieras.* Este vidrio está generalmente formado de silice, de sosa y de cal. Como el átomo de la sosa difiere poco del de la cal, resulta que en esta clase de vidrio la cantidad de silice varia muy poco, aun cuando contenga cantidades muy diferentes de cal: esta reemplaza entonces casi peso por peso una porcion de la sosa. En el vidrio de vidrieras bien hecho, la silice contiene cerca de cuatro veces el oxígeno de las bases.

1364. Ademas de la sosa y la cal, el vidrio de vidrieras contiene siempre alumina que proviene, bien sea de la arena, bien de los crisoles, ó bien de la sosa empleada. Parece que la cantidad de alumina aumenta cuando disminuye la de cal. Esta última base empleada en dósis convenientes, debe pues economizar los crisoles. No puede dudarse que la alumina que se encuentra en el vidrio tiene una influencia marcada sobre sus propiedades cuando la cantidad llega á ser

considerable. La alumina hace al vidrio sin duda alguna mas duro, menos fusible y mas fácil de devitrificar. Es necesario pues, evitar en la eleccion de la dósis de las materias todo lo que tienda á prolongar la fusion, porque se pierde el combustible y se gastan muchos crisoles. La presencia de la alumina en los vidrios tiende á modificar su ley de saturacion, porque la alumina exige menos silice que las otras bases.

1365. Por los análisis siguientes pueden apreciarse estas diversas aserciones.

N.° 1.	Silice....	69,65=36,21	oxígeno.....36,21
	Alumina.	1,82= 0,85	
	Cal.....	13,31= 3,72	=8,45×4.....=33,80
	Sosa.....	15,22= 3,88	oxíg. de la silice en esceso.....= 2,41
N.° 2.	Silice....	69,25=36,69	oxígeno.....36,69
	Alumina.	2,20= 1,02	
	Cal.....	17,25= 4,83	=8,72×4.....=34,88
	Sosa	11,30= 2,87	oxíg. de la silice en esceso.....= 1,81
N.° 3.	Silice....	68,55=35,64	oxígeno.....35,64
	Alumina.	2,40= 1,12	
	Cal.....	16,17= 4,52	8,92×4 .....=35,68
	Sosa	12,88= 3,28	oxíg. de la silice en disminucion.....= 0,04

N.° 4. Silice....	68,65=35,6	oxígeno.....=35,6	
Alumina.	4,00= 1,86		
Cal.....	9,65= 2,70	=9,6×4 .....=36,24	
Sosa	17,70= 4,50	oxíg. de la silice en disminucion.....= 0,64	

Al ocuparnos de la pintura sobre el vidrio volveremos á tratar de esta cuestion. Por ahora solo haremos observar que el verdadero estado de saturacion del vidrio de vidrieras parece realizarse cuando la silice contiene 4 veces el oxígeno de las bases reunidas, siempre que no contenga mucha alumina, porque entonces el estado de saturacion cambia enteramente.

1366. *Vidrio de espejo.* Este vidrio está siempre formado de base de cal y de sosa. Para evitar el color verde que comunmente acompaña á esta clase de vidrios seria necesario reemplazar la sosa por la potasa; de esta suerte se verian privados de esa tinta verdosa ó azulada que ofrecen siempre, y se podria probablemente aumentar la dósis de cal que ahora es preciso mantener débil, para evitar la devitrificacion. Véase el análisis de un vidrio de espejos:

Silice.....	75,9=39,4 oxígeno	
Alumina	2,8= 1,3 id.	=6,7 oxígeno.
Cal	3,8= 1,0 id.	
Sosa.....	17,5= 4,4 id.	
	100,0	

1367. Este vidrio no difiere, como se advierte, del de vidrieras sino por las proporciones, pero las diferencias bajo

este aspecto son muy notables. En el vidrio de vidrieras hay en efecto para cada átomo de sosa lo menos uno y medio de cal; en el de espejos por el contrario para cada átomo de sosa hay solamente un cuarto de átomo de cal. En el primero, la cantidad de oxígeno de la alumina y la cal reunidas, es siempre mayor que la cantidad de oxígeno de la sosa. En el vidrio de espejos el oxígeno de la cal y de la alumina, apenas compone la mitad del de la sosa. Todas estas circunstancias hacen que el vidrio de espejos sea mas fusible, mas alterable y menos duro que el de vidrieras, pero tambien es menos quebradizo y conserva mejor su vitrificacion. Se advierte en el análisis precedente que la cantidad de oxígeno de la silice es al poco mas ó menos seis veces la de las bases, lo que tiende á confirmar que el vidrio de espejos se aproxima en efecto mucho al vidrio soluble.

1368. *Vidrio de botellas.* La composicion de este vidrio debe ser muy variable con respecto á las proporciones de las materias que le constituyen; pero en cuanto á su naturaleza, todo conduce á creer que ofrecen muy poca diferencia. En él se encuentra siempre, la silice, la alumina, el óxido de hierro, el óxido de manganeso en pequeña proporcion, la cal, la potasa, y la sosa, ó bien una de estas bases alcalinas solamente.

Véase el análisis del vidrio de botellas de la manufactura de Sévres.

Silice	53,55			=26,7 oxíg.
Alumina	6,01=	2,8 oxígeno		= 4,5 id.
Peróxido de hierro.	5,74=	1,7 id.		
Cal	29,22=	8,2 id.		= 9,1 id.
Potasa	5:48=	0,9 id,		
	100,00			

En este vidrio está como se advierte bien definida puesto que la silice por una parte contiene dos veces mas oxígeno que las bases, mientras que por otra, la alumina y el óxido de hierro contienen la mitad menos oxígeno que la cal y la potasa. Se tendrá pues, para la composicion de este vidrio, un átomo de bisilicato de alumina ó de peróxido de hierro, y dos átomos de bisilicato de cal ó de potasa.

Véase el análisis de otro vidrio de botellas.

Silice	45,6=			=23,66 oxíg.
Alumina	14,0=	6,58 oxígeno		= 8,50 id.
Peróxido de hierro.	6,2=	1,92 id.		
Cal	28,1=	7,64 id.		= 8,64 id.
Potasa	6,1=	1,00 id.		
	100,0			

En vez de bisilicatos, encontramos aquí sesquisilicatos. En pos de la relacion de uno á dos entre el oxígeno de las bases indiferentes y de las bases alcalinas, encontramos la de 1 : 1. Estas diferencias permiten imaginar que puedan existir otras mayores aun.

Este último vidrio se devitrifica mucho mas facilmente que el primero.

1369 *Cristal.* El cristal se forma siempre, de silice,

potasa y óxido de plomo ; pero la relacion de estos tres cuerpos varía segun que el horno se calienta con leña ó con ulla: en este último caso se aumenta la proporcion del óxido de plomo. Véanse dos análisis de cristal.

Silice.....	56	= 29 oxígeno.		
Cal.....	2,6=	0,72 id.	=4,47	oxígeno de las bases.
Oxido de plomo.	32,5=	2,25 id.		
Potasa.....	8,9=	1,50 id.		

Cristal de Voneche fundido con ulla, analizado por M. Berthier.

Silice	61,0=	31,7 oxígeno		
Oxido de plomo.	33,0=	2,3 id.	=3,3	oxígeno de las bases
Potasa.....	6,0=	1,0 id.		

Estos analísis demuestran sin ninguna duda, que la ley de saturacion del cristal varía, y que el oxígeno de las bases está con el del ácido en la relacion de 1: 7 ó de 1: 9.

1370. *Flint-glass.* Esta especie de vidrio difiere esencialmente del cristal ordinario, sino por su naturaleza, al menos por el estado de saturacion de los elementos y por las cantidades relativas de silicato de plomo y de silicato de potasa. Véase la composicion del flint-glass de M. Guinaud.

Silice	42,5
Alumina.....	1,8
Oxido de plomo	43,5
Cal.....	0,5
Potasa.....	11,7
Acido arsénico.....	señal

Si se representa esta composicion por dos átomos de si-

licato de potasa y tres de silicato de plomo, admitiendo que el oxígeno de la base esté con el de la silice en la relacion de 1: 4, en uno y otro de estos silicatos se halla la composicion siguiente:

20 át. potasa.....	=1179	ó bien	12,6
3 át. óxido de plomo.	=4183		45,5
2 át. silice	=3852		41,0
1 át. flint-glass.....	=9214		100,0

1371. *Strass.* La composicion del strass nos ofrece tambien la relacion de 1: 4 entre el oxígeno de las bases y el de la silice; pero en el strass se encuentra entre los silicatos de potasa y de plomo una relacion muy diferente de la que se observa en los otros dos vidrios plomíferos. Véase el analísis del strass de M. Donault Wieland.

Silice.....	38,2
Alumina .., ...	1,0
Oxido de plomo ..	53,0
Potasa.....	7,8
Borax.....	señal
Acido arsénico....	señal

Suponiendo que el strass esté formado de un átomo de silicato de potasa por tres de silicato de plomo, y admitiendo por lo demas la relacion de 1: 4 entre el oxígeno de las bases y el de la silice, se encuentran los resultados siguientes·

1 át. potasa.....	= 588	ó bien	6,9
3 át. óxido de plomo...	=4183		53,6
16 át. silice.....	=3081		39,5
1 át. strass.....	=7852		100,0

Estos resultados son conformes á los del análisis, cuando se ha hecho abstraccion de las materias accidentales, es decir, el boráx, la alumina y el ácido arsénico. Los fabricantes han tanteado otras muchas proporciones sin duda; pero probablemente han hallado en estas algunas cualidades particulares que han determinado la eleccion á su favor.

1372. *Esmalte.* Este compuesto difiere esencialmente de los precedentes por la presencia del ácido estánico. Sabido es que los fabricantes de esmalte emplean unas recetas muy variadas; los unos hacen entrar en la composicion á la sosa, los otros á la potasa, otros prefieren una mezcla de estas dos bases. Las dosis de ácido estánico no tiene tampoco término fijo y parece susceptible de variar considerablemente. Pero sin embargo, se advertirá por el análisis siguiente que este vidrio tan particular, tiende á pasar al estado de saturacion que los otros ofrecen. Este análisis ha sido practicado sobre un esmalte blanco, de origen desconocido.

Silice.....	31,6=16,4	oxígeno	=18,4	oxíg.
Acido estónico...	9,8= 2,0	id.		
Oxido de plomo...	50.3= 3,6	id.	=4,9	oxígeno.
Potasa	8,3= 1,3	id.		
	100,0			

El oxígeno de las bases es al poco mas ó menos la cuarta parte del de los ácidos.

Propiedades del vidrio.

1373. Vamos á examinar ahora las propiedades generales del vidrio, es decir, la accion que el fuego y los principales agentes químicos ejercen sobre esta sustancia. Estudiaremos tambien las propiedades físicas de este cuerpo tan notable, y en particular las que se refieren á los usos económicos.

Las diversas clases de vidrio comprendidas en el cuadro precedente son susceptibles todas de esperimentar una fusion completa á una temperatura elevada, y generalmente al grado rojo cereza ó algo mas. Los vidrios con base de plomo son los mas fusibles, y tanto mas lo son, cuanto mas considerable es la cantidad de óxido de plomo. Los vidrios ordinarios, por el contrario, son tanto menos fusibles cuanta mayor es la cantidad de cal y de alumina que contienen. Asi el strass, el flint-glass y el cristal, son mas fusibles que el vidrio ordinario, y este lo es un poco mas que el vidrio de botellas.

1374. Los vidrios de muchas bases pueden esperimentar diversas alteraciones cuando se funden y enfrian lentamente. La silice se divide entre estas bases y forma de este modo compuestos en proporciones definidas, que cristalizan cada uno separadamente, de tal suerte que la mezcla íntima de las materias que constituyen el vidrio se encuentra destruida. El vidrio en este caso se hace *muy duro, fibroso, opaco, mucho menos fusible, y mejor conductor de la electricidad y del calor*; este es al que Reaumur llamó *vidrio divitrificado*, cuando observó este fenómeno, cuyo descubrimiento le es debido.

La devitrificacion del vidrio es un fenómeno general, que se presenta sobre todas las clases de vidrio, pero mas particularmente sobre los vidrios que contienen muchas bases terrosas, y mucho menos en los plomíferos ó en los vidrios simplemente alcalínos. Este fenómeno se produce las mas veces, fundiendo el vidrio y esponiéndolo á un enfriamiento muy pausado, ó bien calentándole hasta el punto de reblandecerse, y sometiéndole á un calor prolongado, y á un enfriamiento que le haga perder gradualmente su temperatura. El vidrio de botellas se presta mejor á esta operacion que todos los demas, á este sigue el vidrio verde ordinario, despues el blanco, en seguida el vidrio con base de sosa, luego el cristal y por último el vidrio simple con base de potasa.

Esta propiedad ejerce tan grande influencia sobre la fabricacion del vidrio, que es muy dificil no hacer inmediatamente su aplicacion. Ella esplica efectivamente, por qué en la fabricacion de las botellas se evita con tanto cuidado el recalentar muchas veces la masa de vidrio que se ha de elaborar; porque en este caso se devitrificaria verdaderamente, al cabo de algunos instantes, el vidrio se haria duro, poco fusible y presentaria una multitud de granos sólidos, diseminados en una materia blanda todavia; de aqui viene el nombre de *vidrio sarnoso*, que le dan los obreros. Asimismo se concibe, por qué el vidrio verde y aun el blanco ordinario, y con mayor razon el de botellas, no pueden trabajarse á la lámpara de esmaltar, sino cuando el obrero puede dar una celeridad conveniente á su trabajo. Si este lo efectua con demasiada lentitud, viéndose en la precision de recalentar muchas veces el tubo de vidrio que ha de soplar, la masa se devitrifica tambien, y se manifiestan todos los fenómenos que acabamos de describir. En vano se tratará soplar una

bola cuando el vidrio ha sufrido este trastorno, toda la fuerza de los pulmones no será suficiente; el vidrio no tiene ya el grado necesario de blandura; por otra parte la materia entonces se vuelve rojiza, medio opaca y casi infusible.

Por estos mismos principios se concibe cuanto importa elegir con cuidado los vidrios que se destinan á producir las masas voluminosas y gruesas, como las que se forman para la fabricacion de las lentes necesarias para los grandes instrumentos de óptica. El enfriamiento de estas masas es necesario que sea muy lento; y esto es precisamente lo que produce la devitrificacion. Asi los resultados de estas masas no pueden ser á propósito, sino cuando se opera sobre un vidrio cuya base sea de plomo y de potasa, ó de potasa y de cal. Por esto las dos clases de vidrio que constituyen el flint-glass y el crown-glas, son las que se emplean esclusivamente en la fabricacion de los obgetivos para los anteojos astronómicos.

La devitrificacion de los vidrios es por lo tanto un fenómeno del mayor interés, y sobre el cual deben dirigir los fabricantes toda su atencion. Todavia parecerá mas interesante cuando hagamos notar que el vidrio devitrificado, en razon de sus propiedades, puede reemplazar á la porcelana en la mayor parte de los casos. Asi pueden construirse para las necesidades de la química, tubos, retortas, balones y cápsulas que resistan al fuego, tambien como los vasos de porcelana, que son poco permeables como el vidrio ordinario, que resisten muy bien á la accion de los ácidos, y que por último pueden obtenerse de una sola pieza bajo mil formas variadas, que la mezcla de la porcelana no puede suministrar sino con mucha dificultad. Esta es una industria que está por crear, y que seria muy importante, por que podria producir vasos

de todas clases muy saludables, para reemplazar al vidriado, con formas mucho mas elegante y á precios sumamente moderados.

M. D'Arcet á quien tantos ramos de la iudustria deben su perfeccion, no ha descuidado este punto. Ha formado del vidrio de botellas devitrificado, camafeos, cuadradillos para embaldosar los pavimentos de las habitaciones, planos para moler colores y otras sustancias, morteros y piedras coloreadas para mosaico, cuyas preciosas propiedades serán apreciadas tarde ó temprano. Si un fabricante instruido pone en práctica este trabajo con la delicadeza necesaria, puede asegurarse que obtendrá un éxito lucrativo.

1375. Examinemos ahora este fenómeno con mas detencion.

Para efectuar la devitrificacion del vidrio, eligió Reaumur el vidrio de botellas ordinario ó el vidrio verde. Llenó los vasos de una mezcla de yeso calcinado y de arena blanca reducida á polvo fino. Los introdujo en una caja de tierra que se hallaba tambien llena de una mezcla semejante, teniendo cuidado de que los vasos quedaran bien aislados unos de otros, como tambien de las paredes de la caja, quedando ocupado el espacio vacío por el yeso y la arena. Preparada la caja de esta manera, provista de su tapa y bien enlodada, la introdujo en un horno de loza y la abandonó á sí misma durante toda una cocion, y al cabo de este tiempo el vidrio se hallaba enteramente devitrificado.

La fractura de este vidrio es suave, y cuando se le examina con atencion, basta para demostrar como se ha operado el fenómeno. Efectivamente, en medio de su espesor, presenta el vidrio una línea parda, y sobre este punto es donde se reunen una multitud de pequeñas agujas cristalinas, que

parten desde la superficie interior y esterior del vaso. Estas agujas perfectamente paralelas entre sí, están por otra parte perpendiculares á la superficie del vidrio, asi como un plano que pasa por la línea de union, y sigue todas las variaciones de forma que puede ofrecer el vaso. Unamos á esto, que en los vasos imperfectamente devitrificados, presentan las dos superficies unas agujas semejantes, pero demasiado cortas para encontrarse, y por consiguiente separadas por una porcion mas ó menos grande de vidrio ordinario que ocupa la parte media del espesor del vaso. Es pues evidente, que una causa cualquiera determina la cristalizacion del vidrio; que esta causa obra desde luego sobre la superficie, y se propaga en seguida hácia la parte media, hasta que los cristales que parten de los dos puntos opuestos llegan á encontrarse.

1376. M. Dartigues asegura qne el cimento no es indispensable y que calentando el vidrio de botellas hasta el grado rojo solamente, durante algunos dias, se devitrifica enteramente. Mas adelante se advertirá sin embargo, que la potasa se volatiliza durante la devitrificacion, lo que indica la necesidad de un cimento silicoso, que juegue entonces el papel de un cuerpo absorvente, á la manera del ácido sulfúrico en el esperimento de Leslie.

Reaumur no ha comprendido bien la teoría del fenómeno de la devitrificacion, y despues de él, Keir, Pajot, des-Charmes y algunos otros observadores, al examinar y describir las cristalizaciones que se encuentran algunas veces en el vidrio, no han entendido tampoco la ligacion íntima de estas dos clases de hechos. Las investigaciones de M. Dartigues, y las de M. Fleurian de Bellevue, ha aclarado la identidad completa de estos dos fenómenos. La devitrificacion es pues una cristalizacion del vidrio. La esperiencia prueba que el vidrio

enfriado lentamente cristaliza las mas veces, cuando el paso del estado líquido al estado sólido se verifica con la lentitud suficiente para que el arreglo molecular se efecúte del modo conveniente. Sin embargo, me parece que aplicando esta idea de una manera absoluta á los vidrios devitrificados de Reaumur, podrá caerse en un grave error, que el analísis nos enseñará á evitar.

Efectivamente, entre los vidrios devitrificados y cristalizados existen dos clases distintas.

La primera clase comprende los vidrios que por medio de un calor prolongado, y algunas veces ayudado de un cimento conveniente, llegan á un estado de combinacion homogénea, y toman la forma cristalina perdiendo algunos de sus principios constituyentes.

La segunda comprende todos aquellos vidrios que por medio de una solidificacion muy lenta, se dividen en dos ó muchos compuestos diferentes, de los cuales unos conservan el estado vitreo y otros toman la forma cristalina regular.

1377. Veamos al poco mas ó menos lo que pasa en los dos casos. Ya sabemos como se efectúa la devitrificacion segun Reaumur. Vamos á examiar desde luego los resultados.

El analísis de un tuvo de vidrio de botellas devitrificado por M. D'Arcet, en la fábrica de vidrio de la Garre, en París, nos ha dado los resultados siguientes:

Silice.....	52,0=27	oxígeno.	
Alumina.....	12,0= 5,6	id.	=7,6
Sesqui-òxido de hierro y de manganeso.....	6,6= 2,0	id.	
Cal.....	27,4= 7,6	id.	=7,8
Pérdida ó potasa.....	2,0= 0,2	id.	
	100,0		

Comparando este analísis con el de vidrio de botellas ordinario, se advierte que si queda potasa, se halla al menos reducida la cantidad al tercio ó á la mitad de la cantidad ordinaria. Por lo demas este analísis manifiesta que la muestra analizada está formada de un átomo de sesqui-silicato de hierro ó de alumina, y de un átomo de bi-silicato de cal ó de potasa.

Poco probable es que se obtenga el mismo resultado para todos los vidrios análogos, con respecto al estado de saturacion de los silicatos, ó sus relaciones entre sí; pero es cierto que la potasa se volatiliza casi enteramente por la devitrificacion ejecutada á la manera de Reaumur, y que los otros productos se arreglan bien sea para constituir un solo silicato, bien para formar muchos que quedan mezclados.

M. D'Arcet ha encontrado efectivamente, que el vidrio de botellas se devitrificaba sin cambiar de peso. Esto puede suceder sin duda alguna, cuando el oxígeno absorvido por el paso del óxido de hierro, al estado de sesqui-óxido, se encuentra igual en peso á la potasa volatilizada.

Los cambios químicos que se observan en la devitrificacion del vidrio de botellas. consisten pues:

1.° En la pérdida de una parte ó de la totalidad de la potasa.

2.° En el paso de una parte ó de la totalidad del protóxido de hierro y de manganeso al estado de sesqui-óxidos.

3.° En la formacion de uno ó muchos silicatos definidos y cristalizados, por medio de los productos restantes.

1378. El segundo procedimiento de devitrificacion, se presenta algunas veces solo, pero muchas al mismo tiempo que el precedente. M. Bontems ha tenido la bondad de hacerme conocer los curiosos resultados de una esperiencia practicada en grande, en la fábrica de vidrio de Choisy-le-Roy, en la que el procedimiento es muy distinto del precedente. Se ha hecho un vidrio con 100 partes de arena y 40 de carbonato de sosa perfectamente puro y seco. Enfriado este vidrio rápidamente, era trasparente como el ordinario. Se volvió á fundir y se espuso á enfriar lentameute para que la solidificacion se verificara con lentitud. De esta suerte se obtuvo un vidrio lechoso granugiento y sin duda alguna devitrificado por partes. Estas partes devitrificadas se volvieron á fundir y á enfriar rápidamente despues de la fusion y se produjo de nuevo el vidrio ordinario. Este por una nueva fusion y un enfriamiento prolongado, produjo un vidrio mejor devitrificado que la primera vez. En fin, las porciones que ofrecian la devitrificacion mas perfecta se fundieron todavia, y enfriaron repentinamente, de lo cual resultó de nuevo un vidrio dotado de todos sus caracteres ordinarios.

Este esperimento notable basta ya para sentar que en la solidificacion lenta del vidrio, se establece una division de los elementos, por medio de la cual se determina un silicato, cristaliza y se separa de la masa restante.

Existe en el gabinete de la escuela politécnica, una masa

de vidrio arrancada del fondo de un crisol. A la superficie de esta masa se encuentra una costra opaca, blanca, cristalizada en agujas, y de un espesor regular de algunas líneas; todo lo restante de la masa es de una perfecta trasparencia, pero se observa en su interior una multitud de prismas blancos y opacos semejantes á la costra esterior: estos prismas se encuentran unas veces aislados y otras agrupados de dos en dos, de tres en tres, de cuatro en cuatro, etc., y formando estrellas y esferoides. La devitrificacion se ha verificado en esta masa á la superficie, por causa de la evaporacion de la potasa, y en el centro de la masa por medio de la division que resulta de un enfriamiento lento

Véase el analísis de las dos clases de vidrio que contiene este pedazo.

	Porcion trasparente.		Porcion cristalizada.	
Silice.....	64,7..... =	68,2 =	36,14	oxigéno.
Alumina....	3,5..... =	4,9 =	2,28	id.
Cal.....	12,0..... =	12,0 =	3,3	id.
Sosa.....	19,8..... =	14,9 =	3,8	id.
	100,0	100,0		

Es evidente que la potasa se ha separado del vidrio en cantidad considerable, en el momento de la cristalizacion. No lo es menos que al paso que no se encuentra ninguna relacion sencilla entre los elementos del vidrio trasparente, se observa por el contrario en el vidrio cristalizado una composicion limpia y bien definida, porque el oxígeno de la alumina es al poco mas ó menos el tercio del de la potasa y de la cal, y el oxígeno de estas tres bases se encuentra ser con bastante exactitud la cuarta parte del de la silice.

Este es por lo tanto un compuesto de un átomo de cua-

drisilicato de alumina, y de tres átomos de cuadrisilicato de sosa ó de cal, que viene á ser la composicion del vidrio de vidrieras ordinario.

1379. Parece, pues, probable segun esto, que en el momento en que el vidrio se halla sometido á una lenta solidificacion, se separa el compuesto definido menos fusible que pueden formar sus elementos, tomando entonces el estado cristalino.

Si los analísis precedentes no hubieran resuelto la cuestion bastaria este para demostrar que todos los vidrios son unos silicatos en proporciones definidas, ó al menos unas mezclas de diversos silicatos determinados, disueltos unos en otros.

De aqui podemos concluir, que prolongando lo suficiente el tiempo de la solidificacion de una masa vitrea, podrian separarse sucesivamente varios compuestos, segun el órden de su mayor fusibilidad, concentrándose cada vez mas la base alcalina en los residuos sucesivos. Por esto podrá concebirse lo que sucede en la solidificacion de las lavas, que tanta analogía tienen con los productos que nos ocupan, y esplicarse la formacion de los cristales de naturaleza tan variada, que nos presentan en su masa.

En resumen, la devitrificacion es una cristalizacion del vidrio debida á la formacion de los compuestos definidos, infusibles á la temperatura que reina en el momento de la devitrificacion. Esta infusibilidad se obtiene, ya por la volatilizacion de la base alcalina, ya por una simple division, pasando esta base entonces á la porcion del vidrio que conserva el estado vitreo. Todos los vidrios pueden por lo tanto devitrificarse, por que todos son susceptibles de pasar al estado de silicatos definidos, y por consecuencia de silicatos crista-

lizables. Los vidrios que contienen á la vez óxidos indiferentes, y óxidos básicos, se devitrificarán mejor que los otros, por la tendencia que tienen á unirse en proporciones definidas los silicatos indiferentes y los silicatos básicos. En fin, los vidrios devitrificados gozarán de propiedades muy variables, por que su composicion diferirá completamente, segun la naturaleza de los vidrios y las circunstancias de la devitrificacion. Por esto el vidrio devitrificado estará unas veces abofellado ó cristalizado en agujas de un volúmen considerable, como sucede con el vidrio de vidrieras; y otras estará cristalizado en agujas muy finas, ó simplemente trasformado en una masa opalina y sin apariencia de cristales, como en el vidrio de botellas.

1380. Cuando se calienta el vidrio hasta el punto de reblandecerse, y en seguida se espone á un enfriamiento repentino, se hace muy quebradizo; cuando por el contrario el enfriamiento es lento, queda susceptible de resistir sin romperse á choques bastante fuertes, y al mismo tiempo resiste tambien á las variaciones de temperatura aunque sean muy repentinas. Estos fenómenos pueden compararse á los que produce el temple del acero, y aun cuando las esplicaciones que se han dado sobre este punto sean poco satisfactorias, debemos entrar aquí en algunos detalles, en razon de la importancia práctica de este asunto.

Muy fácil es poner fuera de duda el hecho general por un esperimento muy sencillo. Si se toma vidrio fundido y se le hace caer gota á gota sobre el agua fria, cada gota se solidificará repentinamente y tomará la forma de una lágrima; la pequeña masa que se separa de lo restante al tiempo de caer, va formando hilo durante el tiempo de su caida antes de separarse completamente.

Por este medio se obtiene una masa de vidrio mas ó menos voluminosa, y generalmente esferoidea ú ovoidal, terminada por una cola que concluye en punta muy afilada. La superficie de este vidrio es mas dura que lo ordinario; pero desde el momento en que se rompe la pequeña cola, toda la masa se despedaza produciendo una ligera denotacion. Estas gotas se conocen con el nombre de *lágrimas batábicas*.

Este fenómeno se esplica suponiendo que por la inmersion en el agua fria se solidifica la superficie del vidrio repentinamente, cuando las partes centrales están todavia enrogecidas y por consecuencia fuertemente dilatadas. Cuando estas se solidifican y enfrian, deben conservar sus puntos de adherencia con la superficie y ocupar por precision un volúmen mucho mayor que el que conviene á la temperatura á que se han trasportado; las moléculas centrales se encuentran mas separadas que lo están en los casos ordinarios, y ejercen por lo tanto en la cubierta esterior una atraccion muy fuerte. Desde el instante en que una parte cualquiera de la capa esterior se encuentra rota, las moléculas que retenia se contraen repentinamente, arrastran tras sí todas las demas y determinan por este medio una multitud de puntos de rotura; como este efecto es instantáneo, cada fragmento se encuentra lanzado con violencia y desaloja el aire que encuentra delante de sí; este fluido esperimenta una dilatacion y una contraccion repentina y de aqui resulta la detonacion que se percibe.

El mismo efecto se produce bajo otra forma, en lo que se llama la *redoma filosófica*. Esta es una especie de tubo corto, grueso y cerrado por un estremo, que se obtiene en las fábricas de vidrio soplando una pequeña cantidad de masa de vidrio, para juzgar de su estado en el crisol durante la

fundicion. Estos tubos son muy espesos, porque deben permitir apreciar con exactitud la tinta del vidrio. Despues de soplados se esponen á un enfriamiento bastante repentino, porque el objeto propuesto no exige ningun cuidado. El enfriamiento se acelera, agitando en el aire la caña que sirve para soplar los objetos que se fabrican y que contiene al pequeño tubo. Este se encuentra entonces en un estado muy análogo al de las lágrimas batábicas. Las capas interiores esperimentan un enfriamiento lento y las esteriores por el contrario muy repentino; asi cuando se golpean, aun con mucho esfuerzo estos tubos por la parte de afuera no se rompen, mientras que el menor choque por dentro basta para hacerlos destallar en una multitud de pedazos, con una detonacion semejante á la de las lágrimas batábicas. Una bolita ó un pequeño fragmento de vidrio que se deje caer en su interior es suficiente para determinar la rotura.

Estos fenómenos son mas ó menos análogos á los que se producen en las vasijas de vidrio un poco gruesas que se espenden en el comercio. Estas vasijas saltan de repente con mucha frecuencia, cuando se las trasporta de una habitacion fria á otra que tiene una temperatura mas elevada. Puede concebirse fácilmente, que cuanto mas gruesos sean los vidrios, con tanta mayor facilidad se producirán los efectos de esta especie. Los tubos de vidrio un poco gruesos y sobre todo los que tienen su espesor desigual, están tambien muy espuestos á rajarse, prolongándose generalmente la abertura en toda la longitud del tubo. Los tubos de vidrio no estan sometidos á la operacion particular, por la cual se procura dar á los vidrios ordinarios un poco mas de solidez.

1381. Esta operacion que lleva el nombre de *recocido*, consiste en someter el vidrio á un enfriamiento muy lento

Hay diversos métodos para ponerla en práctica; unas veces se introduce el vidrio que se ha de recocer en unos hornos particulares que se calientan hasta el grado rojo y se abandonan á un enfriamiento prolongado despues de haber cerrado todas las aberturas. Otras se ejecuta el recocido en largas galerías en las que se colocan unas cajas de chapa de hierro unidas unas con otras por unos pasadores. La galería se calienta en un solo punto. En todo lo restante, las cajas de hierro y los vidrios que contienen esperimentan un enfriamiento que puede hacerse tan lento cuanto se desee, prolongando la estancia de las cajas en la galería. Esta disposicion es la mejor de todas, porque la parte caliente no se enfria jamás, y el servicio es muy fácil puesto que por un costado se retira el vidrio recocido y por el otro se introduce al mismo tiempo el que se ha de recocer. Este es un sistema de horno que deberia adoptarse en todas las fabricaciones en que debe calentarse una materia hasta un punto fijo, y en las que el grado de calor y el enfriamiento, deberian uno y otro hacerse con lentitud, como sucede en la cocion de los vasos terrosos.

Parece que el recocido ordinario del vidrio, bien sea que haya estado mal hecho, bien porque no sea de un efecto durable, siempre deja alguna cosa que desear. Para algunos objetos se emplea un medio de recocer muy sencillo; pero muy costoso para aplicarle en grande.

Este método consiste en colocar los vasos de vidrio en una vacía, teniendo cuidado de separarlos por un poco de heno ó de paja. Se llenan de agua los vasos y la vacía, y se hace hervir este líquido. En seguida se deja enfriar el todo lentamente. Todas las vasijas recocidas de este modo, están por decirlo así, aseguradas contra todo cambio brusco de temperatura, comprendido en el intérvalo de 100.° al poco mas ó

menos. Sirviéndose de un baño de agua cargado de alguna sal, de un baño de aceite, ó de un baño de aleacion fusible, podria estenderse este método á temperaturas mas distantes.

La eficacia de este procedimiento reposa sobre la gran distancia que existe entre la facultad conductriz del aire y la de los líquidos. No cabe duda alguna que en la operacion de recocido en el aire, hay diversos puntos en la superficie que no se enfrian con igualdad, á causa de las diferentes posiciones que conservan; esta circunstancia no puede presentarse jamás en el recocido que se verifica debajo de una masa líquida.

Es bien sabido en los laboratorios que los vasos que han sufrido accidentalmente un recocido de esta naturaleza, se encuentran muy á propósito para soportar sin romperse los cambios rápidos de temperatura.

1382. Cuando el vidrio no ha sufrido la recocion, se corta fácilmente por cualquier punto haciéndole esperimentar un cambio de temperatura un poco repentino. Tan luego como se aplica repentinamente el frio ó el calor, se presenta una hendidura muy limpia sobre el punto afectado. En las fábricas de vidrio utilizan sin cesar esta propiedad para separar de la caña los vasos que elaboran, para cortarlos ademas en diversos sentidos, etc. Pero cuando el vidrio ha sido recocido ya no es fácil cortarlo de esta manera. Entonces es necesario generalmente herir con la lima para determinar la primera rotura. Cuando el vidrio está ya tocado por la lima, se calienta por medio de un hierro enrogecido ó de un carbon encendido, y se toca en seguida el punto caliente con una gota de agua fria, y la rotura se verifica repentinamente. Una vez presentada la hendidura, basta para prolongarla calentar el vidrio por el lado que se quiere dirigir, empezando á

alguna distancia del punto en que ella se ha detenido desde luego. La dilatacion que el aire encerrado en la hendidura esperimenta por la accion del calor, tiende á ensancharla y produce, por decirlo asi, el efecto de una cuña, efecto que añadido al que proviene de la desigualdad de dilatacion que el mismo vidrio esperimenta, llena el objeto que se desea. En los laboratorios que se ofrece sin cesar cortar los vasos de vidrio en diversas formas, se sirven para calentarlo de unos cilindros delgados formados de una pasta hecha con polvo de carbon y agua de goma; este carbon arde al aire con mucha lentitud, pero soplando sobre el punto inflamado, se aviva lo suficiente la combustion, y la punta del carbon se mantiene cónica durante toda la operacion. Al mismo resultado se llega haciendo uso como Mr. de Lebaillif, de unos cilindritos de madera que se hacen hervir en una disolucion de nitrato de plomo. Estos cilindros cuando estan secos arden con bastante actividad, para desenvolver á la punta la temperatura elevada que se necesita.

Estos medios se aplican sobre todo á los vidrios cilíndricos; los vidrios planos se cortan tan fácilmente por medio del diamante, que no se emplea otro método para ellos. Mr. Wollaston ha hecho unas observaciones muy ingeniosas sobre este particular.

1383. El diamante raya siempre al vidrio. En ciertos casos le corta, pero es preciso para esto condiciones particulares. No puede menos de admirar el que habiéndose empleado el diamante hace tanto tiempo para cortar el vidrio, no se haya dado una esplicacion de esta propiedad, y que las circunstancias de que depende no hayan sido convenientemente examinadas hasta estos últimos tiempos por Wollaston.

Rayar y cortar, son dos cosas muy distintas. En el pri-

mer caso, la superficie queda quebrada irregularmente bajo la forma de un surco escabroso; en el segundo, se produce una hendidura unida, ligera, que puede continuarse sin interrupcion de una estremidad á otra de cristal que se quiere dividir. El artista inteligente hace un pequeño esfuerzo en una de las estremidades de esta línea, y la hendidura que ha formado se prolonga casi siempre hasta la otra estremidad.

Se sabe hace mucho tiempo que las sustancias mas duras que el vidrio, tienen la propiedad de rayarle; pero se ha creido generalmente que la de cortarle pertenecia esclusivamente al diamante; admitiendo que su gran dureza contribuye á hacer durable este género de accion, Mr. Wollaston imagina que esta propiedad depende de un efecto mecánico que puede encontrarse tambien con otras sustancias.

Cuando se labra un diamante por un lapidario, todas sus superficies quedan al poco mas ó menos planas y las aristas forman líneas derechas; pero en los diamantes naturales, que son los que emplean siempre los vidrieros, y sobre todo en aquellos de que se sirven con preferencia, las superficies son generalmente curvas, de suerte que por su interseccion producen unas aristas curvilíneas. Si se coloca el diamante de manera que una de sus aristas sea tangente con la fisura que se quiere producir, y si las dos faces adyacentes están igualmente inclinadas á la superficie del vidrio, se habrán llenado las condiciones que facilitan la operacion. Siendo poco considerable la curvatura de la arista, se hallan muy aproximados los límites de la inclinacion; si el mango del diamante va demasiado inclinado, una de las estremidades de la curva tocará angularmente sobre el vidrio, y este punto trazará una raya muy irregular. Cuando por el contrario el contacto se forma de un modo conveniente, se obtiene una simple fisura

producida por la presion lateral de las dos caras del diamante, que se ejerce con igualdad en cada costado. Por este medio, las porciones contiguas de la superficie del vidrio, tienden á separarse mas de lo que permite la elasticidad de las partes inferiores, se efectúa una separacion parcial entre las partes del vidrio, y resulta una hendidura poco profunda.

1384. Podria creerse que la debilidad del vidrio en la parte desgranada por el diamante, determinaba la direccion de la rotura; pero el fondo del surco tiene un ancho muy grande comparado con la hendidura necesaria. En uno de estos casos la fuerza que debe romper el vidrio, se reparte sobre un espacio de alguna estension y puede dividirse facilmente; en el otro se aplica sucesivamente á los diversos puntos de la línea matemática que forma el fondo de la fisura, y sigue siempre la misma direccion á causa de la facilidad con que destruye la adhesion de las partes.

La profundidad á que penetra la fisura causada por el diamante no podrá pasar de 1/200 de pulgada; Mr. Wollaston se ha asegurado que puede cambiarse totalmente la direccion de la fractura en cualquiera punto, desgranando una porcion de la superficie; y por un término medio entre muchos esperimentos; esta operacion no habia disminuido el grueso del vidrio en mas de 6/1000 de pulgada.

Siendo la forma de la arista del diamante la causa principal de los efectos que produce, otros minerales dotados de una dureza suficiente, podrán presentar unos resultados análogos, haciendo sus aristas un poco curbas. Habiendo Mr. Wollaston dado esta forma á un záfiro, á un rubi espinela á un fracmento de cristal de roca y otros varios cuerpos, halló que cada uno de ellos conservaba mas ó menos tiempo la propie-

dad de formar fisuras limpias sobre el vidrio. Parece muy probable que la duracion singular de la accion de los diamantes cortantes, proviene de que la dureza es mucho mayor en la direccion de los ángulos naturales de este cristal, que en cualquiera otro sentido. Se advierte efectivamente en algunos cristales fáciles de tallar en varios sentidos, que ofrecen diversos grados de dureza segun la direccion de sus faces.

1385. No hay persona que no conozca las relaciones relativas al descubrimiento de un vidrio maleable. Si por esto se entiende un vidrio susceptible de estenderse en láminas, bajo el golpe del martillo á la temperatura ordinaria, todo conduce á creer que esta maravilla no se realizará en mucho tiempo. Si por el contrario, se quiere hablar de la ductibilidad del vidrio candente, poco queda que hacer con respecto á este punto, y los esperimentos de Reaumur han probado que esta ductibilidad es muy grande. Sobre esta facultad está precisamente fundado todo el arte del fabricante de vidrio. Para las obras comunes de vidrio no se hace esperimentar jamás á esta sustancia el último grado de su ductibilidad; pero no sucede lo mismo en el arte curioso de fabricar los hilos de vidrio.

Este arte consiste en alargar en hilos el vidrio cuando está reblandecido, por medio de una rueda en la cual se va rodeando. Por este medio se llega á hilar el vidrio con una rapidez admirable.

Cuando se estira un pedazo de vidrio hueco, como un tubo por egemplo, se conserva siempre el agujero, sea cualquiera la finura á que se reduzca el hilo. Mr. Deuchart tomó un pedazo de tuvo de termómetro cuyo diámetro interior era muy pequeño, y le tiró en hilo. La rueda de que se sirvió te-

nia tres pies de circunferencia, y como daba 500 vueltas por minuto, producia 30,000 metros (107100 pies) de hilo por hora; de suerte que el hilo era de una finura estremada, y su diámetro interior apenas padia calcularse. Este hilo estaba hueco sin embargo, porque habiéndole cortado en pedazos de pulgada y media de longitud, y colocado sobre el recipiente de una máquina neumática, de tal modo que un estremo quedára dentro y el otro fuera, dejó pasar el mercurio en pequeños globulitos formando surtidor, tan luego como se hizo el vacío en el recipiente.

Proviniendo el hilo de un pedazo de vidrio de vidrieras cortado con un diamante, presentó un brillo muy grande; visto por el microscopio ofrecia una forma aplanada con cuatro ángulos rectos bien distintos. Es muy probable que la superioridad de su brillo fuera debido á esta forma; porque los hilos que provienen de pedazos de vidrio redondos tienen siempre una apariencia sombría.

Reuniendo vidrio de diversos colores en un solo tubo, el hilo que resulta conserva todos los colores primitivos sin mezclarse y sin que se pueda advertir la menor interrupcion; pero la mayor parte pierden su hermosura por la operacion que sufren, particularmente el amarillo que desaparece; el negro que algunas veces pasa al pardo, el púrpura y el verde que se alteran un poco: el azul resiste bien.

El vidrio hilado es tan suave y flexible como la seda, y puede envolverse como el hilo comun, y emplearlo en adornos.

Por el tacto se asemeja á los cabellos, y como estos puede formar bucles permanentes envolviéndolo sobre un hierro caliente. Los hilos que provienen del vidrio negro tienen una semejanza tan grande á los cabellos negros que se confunden

muchas veces cuando estan reunidos. Se sabe que en el último siglo se han fabricado pelucas de hilo de vidrio; algunas veces se sirven de él para hacer penachos muy brillantes, y por último que se han tegido telas muy vistosas. Tal vez la moda podrá resucitar algun dia esta clase de industria. Hay quien pretende que el uso de estos objetos, cuando hacen parte de la vestidura, es peligroso, porque los pequeños filamentos que se rompen y separan pueden ser arrastrados por la respiracion é introducirse en el pulmon: esto parece poco verosimil.

1386. La pesantez específica del vidrio está en relacion con su composicion. Los vidrios alcalinos calcáreos son los mas ligeros, á estos sigue el vidrio de botellas y despues los vidrios plomíferos.

Véanse algunos resultados.

Vidrio de Bohemia.....	2,396	Vidrio de vidrieras.	2,642
Crown.....	2,487	Vidrio de botellas..	2,732
Lunas de Saint-Govin.	2,488	Cristal.....	2,9 á 3,255
Id. de Cherboug.....	2,506	Flint-glas ...	3,3 á 3,6

Con respecto al cristal y al flint, la densidad es suficiente para dar una idea bastante exacta de su composicion. No se hallan en igual caso las otras clases de vidrio porque la diferencia de densidad entre sus principios constituyentes es muy poco pronunciada.

Loysel ha tratado de establecer unas fórmulas que permitiesen pasar de la densidad á la composicion; pero son enteramente inaplicables; apenas podrá esperarse alguna ventaja de su aplicacion á los vidrios plomíferos. Estas relaciones varian por tantas causas, que seria necesario para establecerlas

de una manera segura, limitarse á ciertos vidrios y sacarlas de esperimentos tan delicados y repetidos, que es mucho mejor recurrir á los métodos ordinarios de analísis químico cuyos resultados serán siempre mas seguros.

1387. Entre las propiedades químicas del vidrio, hay algunas que merecen un examen detenido. Vamos á examinarlas, clasificándolas segun el órden mas sencillo, á saber: el efecto del aire y de los cuerpos desoxigenantes, el del agua, el de los ácidos y el de las bases.

1388. El aire ni el oxígeno, en frio ni caliente, no ejercen ninguna accion sobre los vidrios, con tal que estos gases se hallen en estado de sequedad; pero no sucede lo mismo cuando el aire está húmedo como vamos á ver mas adelante.

Es evidente que los cuerpos desoxigenantes pueden obrar ayudados del calor sobre los vidrios que contienen óxidos de hierro ó de manganeso y sobre todo óxido de plomo. En efecto, cuando se calientan vidrios plomíferos con carbon ó en una corriente de hidrógeno, esperimentan estos vidrios inmediatamente una alteracion profunda. El óxido de plomo se reduce, y el plomo metálico puesto en descubierto comunica al vidrio una tinta negruzca. Este efecto se produce con tanta rapidez, que no puede trabajarse el cristal á la lámpara de esmaltar sin ennegrecerse profundamente, sino se toman algunas precauciones particulares. Una de ellas y la mejor consiste en colocar un poco de jabon sobre la mecha da la lámpara; la llama cambia al momento de aspecto, y ya no ennegrece el cristal. Es propable que la presencia del jabon altera la capilaridad de la mecha y disminuye la ascension del aceite.

Teniendo presente que los vidrios que contienen á la silice y á los óxidos terrosos ó alcalinos, no esperimentan jamás

la reduccion, y que los demas óxidos que pueden encontrarse se reducen, aunque con mayor dificultad, por los agentes que los reducirian si estuvieran libres, se podrá tener una idea limpia de estos resultados.

1389. El agua no obra sobre todos los vidrios; pero sin embargo hay un gran número que tienden á descomponerse por este líquido, en silicato alcalino soluble, y en silicato alcalino terroso é insoluble. Este líquido produce en algun tanto la misma division que resultaria de un enfriamiento prolongado, ó de la devitrificacion del vidrio. Los vidrios de vidriera, ó los que tienen una composicion análoga, se alteran de esta manera y muy profundamente por el agua hirviendo. Hace mucho tiempo que Scheele ha notado esta propiedad. El agua que se hace hervir mucho tiempo en los vasos de vidrio, se vuelve alcalina y se enturbia por la porcion de silicato terroso y alcalino é insoluble que forma el resíduo por su accion, y que se separa de las paredes del vaso quedando suspendida en el líquido. Este efecto aun es tan pronunciado sobre el crown, el vidrio de espejos, y ciertos vidrios de vidriera, que basta reducirlos á polvo fino y ponerlos en contacto con el agua fria para comunicar á este líquido una reaccion alcalina. En fin estos mismos vidrios son casi siempre bastante higrométricos para cubrirse de una ligera capa de agua, cuando se los espone al contacto del aire húmedo.

Esta reaccion del agua permite esplicar un gran número de fenómenos que se presentan sobre los vidrios, y principalmente sobre aquellos que tienen base de cal, de sosa ó de potasa. Todo el mundo sabe que las lunas pulidas, se empañan algunas veces al aire. Este resultado es debido al depósito de una capa de agua higrométrica, que se observa igualmente en los vidrios de los instrumentos de óptica. Si el vidrio está

bien hecho, el efecto no se prolonga mucho; pero si es demasiado alcalíno, el agua depositada ataca poco á poco la superficie y produce una descomposicion semejante á la que acabamos de estudiar; desde entonces el vidrio queda deslustrado sin remedio, y es forzoso volverlo á pulimentar de nuevo. Algunas veces el aspecto deslustrado es poco sensible, y sin embargo la alteracion es ya muy profunda; esto se percibe cuando se trata de calentar el vidrio. Su superficie se destaca en escamas muy delgadas y laminosas, que imitan por la regularidad de sus fracturas al fenómeno que origina la *porcelana manchada.* Pero las escamas que se levantan en el vidrio son muy pequeñas, se destacan enteramente y caen bajo la forma de un polvo harinoso. El vidrio queda por este medio completamente deslustrado, corroido y casi opaco. Los tubos de vidrio, los balones, las retortas y aun los vasos de pie, que se hallan espuestos mucho tiempo en los laboratorios al aire húmedo, ofrecen con frecuencia este fenómeno. En este estado, los tubos no pueden calentarse á la lámpara sin perder su pulimento. Los vidrios de reloj se hallan casi siempre en este caso; los de los instrumentos de óptica le presentan muchas veces tambien, y aun parece que los vidrios pulimentados están mas espuestos á este efecto que los vidrios ordinarios. Efectivamente, se advierte que los vidrios sin pulir, ofrecen una superficie mas brillante y mas dura, lo cual parece debido á la especie de temple que ha sufrido al tiempo del enfriamiento. Es por lo tanto muy posible que el pulido haga á los vidrios mas atacables, poniendo á descubierto la parte interior de la masa y destruyendo la capa dura, que los garantiza.

Los vidrios de las casas y de las fondas, que tienen ya mucho tiempo, presentan una superficie áspera y sin pulimento, cuyo orijen es necesario atribuir á una causa seme-

jante. Caundo el agua higrométrica ataca al vidrio, los menores cambios de temperatura hacen estallar la superficie que queda áspera, sin pulimento, hojosa y dispuesta á levantarse en escamas por el menor frotamiento. Este efecto se nota sobre todo en los vidrios de las caballerizas; estos al cabo de algunos años, se encuentran siempre tan alterados, que ofrecen todos los fenómenos de la descomposicion de la luz que producen las láminas delgadas, asi que se presentan irisados, y algunas veces de una manera muy notable por la intensidad y la pureza de los colores (1).

1390. Puesto que el agua por sí sola puede obrar sobre el vidrio con tanta energía, se concebirá facilmente que la potasa y la sosa en disolucion concentrada, pueden atacar á esta sustancia; esta accion se ha podido estudiar muy bien. Al grado rojo no solamente la potasa y la sosa, sino todos los carbonatos y todas las bases de la primera seccion se combinan con los elementos del vidrio para constituir vidrios mas vásicos. Cuando se hace uso del carbonato, el ácido carbónico se separa del compuesto. Puede muy bien decirse, que todos los óxidos que no se descomponen por el calor, calentándolos con el vidrio, se combinán con él y forman vidrios

(1) Esta es tambien la misma causa que produce la alteracion tan notable de los vidrios antiguos, que se encuentran en las ruinas y en los sepulcros. La superficie de estos vidrios está algunas veces enteramente descompuesta. Se encuentra opaca y al menor frotamiento la hace caer en películas delgadas y ligeras que presentan todos los colores del íris. Cuando se separa la parte descompuesta de la supercie esterior de una redoma, se creeria que estaba estañada; pero este aspecto es debido á la capa interior de vidrio descompuesto, que en razon de su perfecta opacidad refleja toda la luz que atraviesa la parte todavia trasparente. Aqui se producen pero con mayor intensidad todos los efectos que tan frecuentemente se observan en las caballerizas.

trasparentes ú opacos, coloreados ó incoloros, mas ó menos atacables que el vidrio empleado, segun las dosis. En general, cuando se aumenta mucho la dosis del óxido que se une, se hace el vidrio soluble en los ácidos. Esto es lo que se practica para analizar el vidrio cuando se trata por el carbonato de sosa, por el de barita, ó por el óxido de plomo.

1391. Los ácidos deben obrar á su vez con facilidad sobre los vidrios. El ácido hidrofluórico debe clasificarse aparte acausa de su accion enteramente particular: los demas ácidos tienden á descomponer el vidrio apoderándose de las bases y poniendo la silice en libertad.

Entre los vidrios de botellas hay muchos que resisten á la accion del vino (1), y que sin embargo son atacados por los ácidos nítrico, hidroclórico y sulfúrico. Cuando se emplea este último ácido, se forman sales de cal, de hierro, de alumina y de alumbre; este ácido produce en lo interior de las botellas, unas mamilas cristalinas, cuya base concluye por agujerear el vaso; estas mamilas tienen á veces el grueso de una hava; en todos los casos, la silice que queda libre se trasforma en jalea.

Los vidrios con base de plomo son tanto mas atacables cuanto mas ricos en plomo. El cristal bien hecho resiste muy bien igualmente el vidrio de vidrieras. Cuando estos son

(1) El vidrio de botellas demasiado rico en alumina es uno de los que los ácidos atacan mas fácilmente. Se ha observado que el bitartrato de potasa contenido en el vino ataca con bastante prontitud á estos vidrios, para que su alteracion sea sensible al cabo de pocos dias. La sal de alumina que se produce decolora el vino y le comunica un color desagradable. Las botellas se corroen y se separa un depósito en forma de copos. Al mismo tiempo se depositan cristales de diversas sales.

demasiado alcalínos, son atacados con mucha facilidad; si estan bien hechos resisten perfectamente; asi cuando un vidrio pierde su pulimento por el calor, puede asegurarse que es atacable por los ácidos (1).

1392. Ya hemos dicho que el ácido hidro-fluórico obra sobre el vidrio de una manera especial. Efectivamente, como este ácido trasforma la silice en agua y en fluoruro de silicio, resulta que debe obrar sobre todos los vidrios; su accion será siempre pronta y completa, si la formacion de cierta cantidad de fluoruro doble de silicio y de sodio, ó de potasio de alumino, de calcio, ó de plomo, fluoruros dobles, que son todos poco solubles ó insolubles en el agua, no disminuye el contacto y por consecuencia el efecto producido.

El ácido hidro-fluórico ataca sin embargo al vidrio, pronta y fácilmente, cuando la accion se ejerce sobre una pequeña superficie y se emplea al mismo tiempo mucha cantidad de ácido.

De esta propiedad se ha sacado un gran partido para grabar el vidrio; el ácido se emplea en estado gaseoso ó líquido, segun la ocasion y el objeto que se desea; el ácido gaseoso

(1) M. Guyton Morveau ha basado un procedimiento muy á propósito para el ensayo de los vidrios. Este químico coloca el vidrio que pretende ensayar en un crisol, le rodea con sulfato de hierro del comercio, cubre el crisol y le calienta hasta el grado rojo. El sulfato de hierro deja desprender por la calcinacion ácido sulfúrico anhidro, que obra tanto mejor sobre el vidrio cuanto mas elevada es la temperatura. Los buenos vidrios resisten perfectamente á esta prueba: los malos se encuentran mas ó menos corroidos por este medio. Este método de ensayar, puede reemplazarse muy ventajosamente por otro que consiste en reducir el vidrio á polvo muy fino, y someterle á la accion del ácido nítrico puro é hirviendo. El ácido destruye á los vidrios demasiado básicos mas pronto y completamente, que á los vidrios de una composicion bien saturada.

produce impresiones opacas, y el ácido líquido por el contrario trasparentes.

Para grabar sobre el vidrio por medio del ácido gaseoso, se limpia el vidrio, se seca bien, se calienta y se cubre con un barniz fundido, de manera que forme una capa homogénea. Este barniz está fornado de cera y trementina, debe estar bastante blando para que el buril lo separe sin que puedan saltar escamas al rededor de la parte que se pretende dejar en descubierto: generalmente se forma de una parte de trementina por cuatro de cera. Cuando el vidrio está frio, el barniz toma un poco de opacidad, pero no la bastante para impedir qne se pueda calcar; preparado de esta manera se separa con un buril el barniz hasta descubrir el vidrio siguiendo las líneas del dibujo que se pretende grabar. Cuando el dibujo está trazado por este medio, se espone el vidrio á la accion del vapor hidro-fluórico. Para esto se hace uso de una caja de plomo ó de un vaso de tierra, y se introduce el fluoruro da calcio reducido á polvo con el ácido sulfúrico concentrado; se mezcla bien, se coloca sobre un fuego muy lento y se pone sobre el orificio de la caja el vidrio que se trata de grabar. Al cabo de algunos minutos despues de haberse empezado á desprender el vapor, queda terminada la operacion: entonces se levanta el vidrio, se quita el barniz fundiéndolo y se enjuga con un lienzo fino.

Si en vez de esponer el vidrio á la accion del ácido en vapor, se introduce en el ácido líquido debilitado, se obtiene el mismo efecto al cabo de algunos instantes.

Pero cuando se quiere producir un dibujo puro y correcto con sus medias tintas y sombrías fuertes, es necesario recurrir á un procedimiento mas delicado y largo; es necesario tambien servirse de un barniz particular. Esto es por lo me-

nos lo que resulta de las observaciones de M. Hann, que ha llegado á producir sobre el vidrio los dibujos mas complicados de efecto, dándoles todo el tono que puede desearse (1).

(1) Para obtener sobre el vidrio un grabado muy delicado, de profundidades diferentes y determinadas, se cubre el vidrio con un barniz. El mejor es el aceite de linaza secante; y mejor todavia el barniz graso de copal ennegrecido con el negro de humo calcinado, perfectamente molido y diluido en la esencia de trementina. Las copas que se aplican sobre el vidrio deben ser muy delgadas y no se aplica otra hasta no estar bien seca la anterior. Tan luego como se observa que la luz no puede atravesar sino con mucha dificultad, se deja de cubrir el vidrio de barniz. La capa de este no debe por lo tanto ser muy espesa, y el barniz no debe disponerse de modo que no se desconche, principalmente en los puntos en que las lineas deben cruzarse ó aproximarse.

Preparado el vidrio se calca el dibujo, y se levanta el barniz con puntas de grabador, ó simples agujas de diferentes formas y gruesos. Para mayor comodidad se alumbra el dibujo por la parte de abajo, inclinándole al poco mas ó menos 45° sobre un pupitre dispuesto á propósito para dejar pasar la luz. Esta disposicion del vidrio permite percibir hasta las líneas mas delicadas.

Despues de haber formado el dibujo es necesario corroerle con el ácido hidro-fluórico líquido: pero antes de empezar esta operacion es preciso ensayar el vidrio asi como el ácido. Este ensayo preliminar se hace sobre un pedazo del mismo vidrio, cubierto tambien del mismo barniz. Se divide este pedazo en cinco ó seis partes, en cada una de estas se marcan algunas líneas con una aguja, y se cubren sucesivamente de minuto en minuto por medio de un pincel, con ácido hidro-fluórico líquido. Cuando el ácido ha obrado durante un minuto sobre la última porcion, ha estado en contacto con el vidrio durante dos minutos sobre la precedente, y durante seis minutos sobre la primera. Concluida esta operacion se lavan los pedazos de vidrio con una gran cantidad de agua, y se levanta el barniz por medio de un cuchillo y la esencia de trementina. No es mas dificil fijar el tiempo que debe obrar este ácido sobre el dibujo para asegurarse del buen éxito y para corroerle hasta la profundidad que se desea. Se pone el ácido sobre el dibujo por medio de un pincel de pelo de camello, y despues del tiempo determinado por el ensayo de reaccion, se lava en una gran cantidad de agua y se desembaraza del barniz por los medios antedichos.

Fabricacion del vidrio.

1393. No tenemos noticias ciertas sobre los procedimientos usados antiguamente para la fabricacion del vidrio. Pero despues de la época en que Agrícola describió este arte, la disposicion general de los hornos, el método de fabricacion y la naturaleza de las materias empleadas han esperimentado alguna modificacion en los pormenores, pero ningun cambio en el conjunto.

Las láminas que acompañan á esta obra nos dispensan el hacer la descripcion de los hornos de vidrio. Diremos solo que habiendo sufrido primeramente una cocion en la mayor parte de los casos las materias que se han de vitrificar, se someten á una temperatura conveniente en crisoles de una arcilla muy refractaria. La temperatura se eleva hasta que la masa vitrea quede bien homogénea y pura; despues se modera hasta que el vidrio haya adquirido la consistencia necesaria para el trabajo.

1394. Las reacciones que pasan en el crisol son muy fáciles de concebir. Si por ejemplo se ha mezclado silice, carbonato de sosa y carbonato de cal, la silice se apodera de la sosa y de la cal y el ácido carbónico se desprende. Si se ha mezclado silice, carbonato de potasa y minio, este último pasa al estado de masicot, y la silice se combina en seguida con el masicot y la potasa. Desde luego se verifica en este caso un desprendimiento de exígeno y despues un desprendimiento de ácido carbónico.

Estos desprendimientos de gases que acompañan constantemente á la produccion del vidrio, esplican muy bien la presencia tan frecuente de las *bolas* en la masa vítrica. Para

desalojar estas bolas es preciso elevar mucho la temperatura á fin de liquidar bien la masa de vidrio. Pero como la potasa y la sosa pueden volatilizarse á este alto grado de calor, hay una precision de introducir en las composiciones mucha mayor cantidad de potasa y de sosa de la que el vidrio ha de conservar.

Esta elevada temperatura es tambien necesaria en todos los casos en que se emplean los alcalís impuros. La presencia de los cloruros y aun la de los sulfatos, que funden sin mezclarse con el vidrio, ocasionarian en este una multitud de nudos blancos y opacos diseminados en su masa. Siendo estas dos materias mas ligeras que el vidrio á una temperatura elevada, vienen á sobrenadar en la superficie del baño vitreo, de donde se separan con un instrumento de hierro en forma de cazo (1).

La volatilizacion de la potasa produce sobre los crisoles una vitrificacion rápida en los ladrillos de la bóveda del horno; de aqui provienen las gotas de un vidrio coloreado que caen algunas veces en los crisoles, y que se conocen con el nombre de lágrimas.

Hay en fin, dos accidentes en la fabricacion: los *filamentos* y *las cuerdas* que se presentan tambien muchas veces. Los filamentos provienen de falta de homogenuidad en la masa vítrica. Cuando la densidad de esta no es uniforme, el

(1) Estos cloruros son los que se distinguen en las fábricas de vidrio bajo el nombre de *sal de vidrio*, y los sulfatos con el de *hiel de vidrio*. Bosc de Antic ha intentado probar que los cloruros juegan un gran papel en la produccion de las bolas. La tension de la sal marina á un calor rojo basta tal vez para producirlas. Desde que las sales de sosa se espenden en el comercio á un precio tan bajo se produce muy poca sal ó hiel de vidrio en la, fábricas ordinarias, pero en las fábricas de botellas se obtiene siempres porque se emplean en ellas sosas brutas.

vidrio que se elabora por el soplo presenta en varios puntos estrias que desvian los rayos luminosos; estos son los filamentos. Las *cuerdas* son unas estrias superficiales y protuberantes; estas se presentan siempre cuando se sopla el vidrio demasiado frio.

1395. Para hacer el vidrio se emplean sustancias muy variadas; la arena silicosa, el carbonato de potasa, el de sosa, el de cal y el minio son las únicas estrictamente necesarias. Los carbonatos alcalínos pueden reemplazarse por sus sulfatos. Pueden tambien emplearse en cualquiera ocasion las arenas arcillosas y ferruginosas. Para el vidrio de botellas es indispensable la presencia de la alumina. Los vidrios contienen algunas veces magnesia que proviene de la arena que se ha empleado. Las sosas brutas, las potasas brutas, y aun las mismas cenizas pueden sustituir á los carbonatos puros; en fin, se ha propuesto emplear el felspatho y las lavas volcánicas.

1396. La fabricacion del vidrio por medio del felspath, es una idea que se presenta naturalmente al espíritu desde que se conoce la vitrificacion tan facil de este mineral. Asi M. Gherard la ha propuesto hace ya mucho tiempo en las memorias de la academia de Berlin. Segun este observador, se debe mezclar para obtener un vidrio de vidrieras

2 partes de felspht, , 2 de arena, 1 de creta,

Lo que dará al poco mas ó menos para la composicion del vidrio, suponiendo que la potasa no se volatiliza durante la fundicion.

Silice.....	73	100
Alumina.....	8	
Potasa.....	7	
Cal.....	12	

Estas proposiciones mal calculadas no pueden producir sino un vidrio dificil de fundir, y pronto á devitrificarse. Esto es precisamente lo que sucedió en un esperimento hecho en grande por M. Rey, en presencia de los señores Chaptal y Allut. La fundicion exijia dos veces mas tiempo que la ordinaria, pero produjo un buen vidrio. Creyeron que el éxito del esperimento habia sido feliz, mas cuando el crisol se enfrió hasta el punto de permitir el trabajo, la masa se presentó de repente opaca, lechosa, formando cuajarones, en una palabra, devitrificada. Segun este hecho ¿debe renunciarse al felspath? Esto es dificil de creer. Mezclando 100 partes de felspaht, 100 de arcilla de Arcuell ó de otra arcilla análoga, y 80 de cal viva, ó el equivalente en creta se obtendrá un vidrio cuya composicion es la siguiente:

	Felspaht.	Arcilla.	Vidrio.	
Silice.....	66.....	63.....	129.....	46,3
Alumina.....	18.....	37.....	55.....	20,0
Potasa.....	16.....		16.....,	5,7
Cal.....			80.....	28,0
			280	100,0

Es decir, un vidrio que si la arcilla está exenta de hierro será enteramente de la misma naturaleza que el vidrio de botellas, y que ofrecerá las ventajas asi como los inconvenien-

tes de este. Con respecto al vidrio de vidrieras ordinario, debe poder entrar el felspath en una tercera ó cuarta parte, sin causar grave inconveniente. De este modo podrá tambien obtenerse un vidrio que no difiera del anterior, sino por la presencia de 4 centésimos de alumino, y ya veremos que en el comercio hay vidrios que contienen esta cantidad y aun mas. En fin, es probable que por unas adiciones convenientes de borax, de ácido bórico ó de óxido de plomo, llegará el felspath á producir un vidrio dotado de todas las cualidades que se pueden desear.

1397. Ciertas lavas, la piedra pomez, el vasalto, el pechstein y otros productos volcánicos, se aproximan tanto al vidrio de botellas por su composicion, que no debe dudarse de la posibilidad de sacar partido de estas sustancias bajo este punto de vista. A M. Chaptal es á quien se deben las primeras tentativas de este género, y si no han tenido el buen éxito que debia esperarse, es necesario culpar á la época mas bien que á la concepcion del pensamiento, que es á la vez feliz en teoría y susceptible de un buen éxito en la práctica. El siguiente analisis basta para convencerse de esta verdad.

	Pomez de Lipari.	Basalto de Hasemberg.	Basalto de Stafa.	Pechstein de Misnie.
Silice	77,5	44,5	48	73,0
Alumina	17,5	16,7	16	14,5
Oxido de hierro	1,7	20,0	16	1,0
Sosa / Potasa	3,0	2,6	4	1,75
Cal		9,5	9	1,0
Magnesia		2,2		
Agua		2,0	5	8,5
Acido hidro-clórico			1	
	99,7	97,5	99	99,75

Con la piedra pomez, las escorias de forja, la creta y un poco de sosa en proporciones convenientes se formará el vidrio de botellas. El basalto le producirá tambien por la adicion de un poco de creta y de sosa. El pechstein, tratado como la pomez dará el mismo resultado que esta piedra. Las tentativas practicadas segun los consejos de Mr. Chaptal han tenido un buen resultado siempre que se ha empleado la materia examinada por él; pero cuando ha debido hacerse uso de otro producto volcánico, los resultados han sido malos y las proporciones se han desordenado. Un analísis muy sencillo hubiera prevenido todos los inconvenientes y conservado el rango de las materias volcánicas cuyos escelentes efectos han sido patentizados por una larga esperiencia.

En 1780 propuso Mr. Chaptal, entonces profesor de química en Montpellier, el empleo de la lava. Mr. Ducros, fabricante de vidrio en los alrededores de Alaix, fundió con ulla

la lava del volcan ya estinto, de Montferrier, sin ninguna adicion, y fabricó con ella algunas botellas. Mr. de Castelvieil fabricante de vidrio fundió con leña una mezcla de arena, de lava y de sosa, y obtuvo tambien unas botellas mas ligeras y resistentes que las que se fabrican ordinariamente. Estas botellas tuvieron tan buena acogida, que no podian cumplir en la fábrica con los muchos pedidos. Pero al cabo de cuatro años las botellas que obtenian no se asemejaban á las primeras, sino que eran mucho mas inferiores; la fábrica perdió su buena reputacion y se vió obligada á abandonar el sistema que acababa de ensayar con tan buen resultado.

La naturaleza de la lava habia cambiado; ya no convenia la misma dósis, y solo un analísis podia dirigir al operador. Por este punto deberia empezarse si se pretendiera establecer una fabricacion, digna bajo tantos aspectos de someterse á unos esperimentos, que el estado actual de la ciencia haria muy fáciles. Por haber tomado otra marcha Mr. de Castelvieil se ha encontrado detenido y Mr. Fougeroux de Bondaroy, que parece se ocupaba en 1787 de la misma cuestion sin tener conocimiento de los hechos que precedian, tuvo igual éxito.

Examinemos ahora detenidamente las diversas especies de vidrios.

Vidrio soluble.

1398. Este es un simple silicato de potasa ó de sosa, que reune una perfecta solubilidad en el agua hirviendo, con algunas otras propiedades del vidrio ordinario. Por otra parte aun cuando los usos del vidrio soluble sean muy diferentes de los del vidrio comun su estudio nos proporcionará aproximaciones tan precisas y justas, con respecto á las otras cla-

ses de vidrios, que hemos debido reunirle al grupo que estos componen.

El descubrimiento del vidrio solubre, asi como el de sus diferentes usos, se debe á Mr. Fuchs, de quien hemos tomado todo cuanto vamos á esponer sobre el particular. Este vidrio disuelto en el agua suministra un líquido que se aplica sobre las telas y las maderas para hacerlas incombustibles. Efectivamente, por la evaporacion del agua se deposita sobre estos cuerpos una capa de materia fusible por el calor y susceptible de preservarlos del contacto del aire necesario para la combustion.

1399. *Preparacion.* El vidrio soluble puede obtenerse disolviendo silice precipitada y bien lavada en una disolucion de potasa, hirviendo. Pero este procedimiento incómodo y costoso no es practicable en grande.

Cuando se calientan reunidos arena y carbonato de potasa, el ácido carbónico no se desprende jamás en su totalidad á menos que la arena no se encuentre en cantidad superior. Pero puede espulsarse todo el ácido carbónico añadiendo á la mezcla de cuarzo y carbonato de potasa, polvo de carbon en proporciones convenientes y tales, que el ácido carbónico del carbonato por descomponer, encuentre la dósis de carbon suficiente para su completa trasformacion en óxido de carbono. Por este medio, la silice forma desde luego, un silicato en proporciones convenientes y desaloja al ácido carbónico; despues auxiliado de un fuego activo, el carbonato de potasa restante se descompone por el carbon; el óxido de carbono se desprende, y la potasa libre se volatiliza ó se combina con el vidrio ya formado.

1400. Para obtener el vidrio soluble de buena y de la misma calidad, es preciso tomar muchas precauciones. La

potasa debe estar purificada. Si esta sustancia contiene mucho cloruro de potasio, no puede obtenerse un producto enteramente soluble en el agua, y queda un residuo pegajoso: el vidrio que se obtiene es ademas eflorescente. El sulfato de potasa no produce este mal efecto, porque se descompone por el carbon cuando la fundicion se prolonga lo suficiente, que sin esta precaucion el vidrio contiene sulfuro de potasio que le da igualmente propension á la eflorescencia.

El cuarzo debe tambien estar puro, ó al menos no debe contener una cantidad notable de cal ó de alumina, porque estas tierras hacen una parte del vidrio insoluble. El óxido de hierro en pequeña proporcion no tiene influencia alguna. La potasa y el cuarzo se toman en la proporcion de 2 á 3 y sobre 10 partes de potasa y 15 de cuarzo se toman 4 partes de carbon, no puede tomarse menor cantidad de este último ni suprimirle, antes bien cuando la potasa no está suficientemente pura, conviene emplear mayor cantidad de carbon. Este cuerpo acelera mucho la fundicion del vidrio, y aleja del todo el ácido carbónico, y sin este auxilio queda siempre una pequeña cantidad que ejerce una influencia perniciosa.

Por lo demas, se observan las mismas precauciones que para la preparacion del vidrio comun. Las materias deben estar desde luego bien mezcladas, cocidas y en seguida fundidas á un fuego violento en un crisol refractario, hasta que la masa esté bien líquida y homogénea. Cuando ha llegado este caso se separa la materia con una cuchara de hierro y se introduce en el crisol nueva cantidad de materiales para otra fundicion.

Para cada fundicion pueden tomarse 30 libras de potasa, 45 de arena y 3 de carbon en polvo: la mezcla con es-

tas cantidades, debe permanecer 5 á 6 horas al fuego.

1401. El vidrio bruto obtenido de este modo está generalmente cargado de bolas en su interior; es tan duro como el vidrio comun; su color es negro agrisado, mas ó menos trasparente hácia los bordes. Algunas veces tiene un color blanquecino, otras es amarillento ó rojizo, lo que indica tener una proporcion de carbon muy pequeña. Esponiéndole al aire durante muchos dias, esperimenta algunas ligeras variaciones, que para el uso que se destina son mas bien ventajosas que perjudiciales. Este vidrio atrae un poco de humedad del aire, que le penetra poco á poco, sin que su agregacion y su aspecto esperimenten cambio alguno, á escepcion de una ligera eflorescencia que se produce en su superficie. Si despues de haber esperimentado este cambio, se espone á la accion del fuego, se ahueca por causa del desprendimiento del agua que habia absorvido.

1402. Para disolverle en el agua, se quebranta bien, porque sin esta precaucion, la disolucion se haria con demasiada lentitud. Para una parte de vidrio en polvo se ponen al poco mas ó menos 4 á 5 de agua.

El agua ha de estar hirviendo desde luego en una caldera, y el vidrio se introduce poco á poco; es necesario removerla sin cesar, para evitar el que se reuna en el fondo de la caldera. La ebullicion debe continuar tres ó cuatro horas, hasta que deje enteramente de disolver la cantidad que se añade; entonces el licor ha llegado al grado de concentracion conveniente. Si durante la disolucion se detiene la ebullicion, el aire se introduce en el líquido y la potasa se apodera del ácido carbónico, lo que produce un efecto muy perjudicial. Por esta misma razon, es necesario no tomar una cantidad de agua demasiado grande para la disolucion, porque durante la larga con-

centracion que se hace necesaria, el ácido carbónico del agua se combinaria fácilmente con la potasa y produciria sub-carbonato de potasa y un precipitado de silice. Cuando el licor se pone demasiado espeso antes de haberse disuelto toda la cantidad de vidrio, es necesario añadir agua caliente.

Cuando la disolucion ha adqurido una consistencia de jarabe y una densidad de 1,24 ó 1,25, se halla en el grado de concentracion suficiente y buena para el uso á que se destina. Se deja reposar para que las partes que puedan haber quedado por disolver se depositen; durante el enfriamiento, se forma sobre el licor una película correosa que despues desaparece por sí misma, ó se disuelve cuando se introduce en el licor. Esta película se manifiesta ya durante la ebullicion, á medida que el licor se aproxima á la concentracion, y aun sirve para indicar este punto.

1403. Cuando el vidrio bruto está compuesto convenientemente, que no contiene muchas sales estrañas, y nada de sulfuro de potasio, puede tratarse como acabamos de esponer; pero si contiene notablemente alguno de estos cuerpos, es necesario antes de disolverle separar estas sustancias estrañas, lo que se consigue por el método siguiente. El vidrio molido se espone á la accion del aire durante tres ó cuatro semanas, y se remueve muchas veces; si se aglomera demasiado, lo que sucede siempre que el aire está húmedo, es necesario deshacer las masas que se forman. El vidrio como ya hemos dicho atrae la humedad del aire, y las sustancias estrañas se separan ó se eflorecen. Entonces es muy fácil separar el vidrio. Se rocía con agua fria y se remueve muchas veces. Despues de tres horas, se separa el líquido que contiene todas las sales estrañas, muy poco silicato de potasa, y se lava el polvo con nueva cantidad de agua. El vidrio tra-

tado de este modo, se disuelve con mucha facilidad en el agua hirviendo, y produce una disolucion que no deja nada que desear.

Como el vidrio soluble se emplea solamente en el estado líquido, se guarda en este estado para usarlo cuando conviene. Para esto no hay necesidad de cuidados particulares, porque en un espacio muy grande de tiempo no esperimenta cambios notables cuando la disolucion está concentrada al grado conveniente. Sin embargo, siempre será bueno no dejar un acceso al aire, demasiado facil.

1404. Reemplazando la potasa por la sosa se obtiene un producto semejante; entonces se necesitan dos partes al poco mas ó menos de sub-carbonato de sosa cristalizado, para una parte de cuarzo. Este vidrio se conduce del mismo modo que el de base de potasa, y aun le escede en sus aplicaciones. Las disoluciones de estas dos clases de vidrio pueden mezclarse en todas proporciones, y la mezcla da mejores resultados en cualquier caso que cada uno de ellos tomados separadamente.

1405. *Propiedades.* El vidrio soluble forma una disolucion viscosa que concentrada es un poco turbia. Tiene una reaccion y un gusto alcalino. Esta disolucion puede mezclarse con el agua en todas proporciones. Cuando la densidad de la disolucion es de 1,25, contiene aproximadamente 28 por 100 de vidrio; concentrándola mas se vuelve viscoca y puede tirarse en hilos como el vidrio fundido. Por último se convierte en una masa vítrea quebradiza cuya fractura es conchoidea; esta masa se asemeja mucho al vidrio ordinario, pero no tiene tanta dureza. Cuando la disolucion se aplica sobre otros cuerpos, se seca rápidamente á la temperatura del aire, y forma una capa análoga á la de los barnices.

El vidrio soluble desecado no esperimenta cambios notables al aire, y no adquiere la humedad ni el ácido carbónico de la atmósfera. Asi el ácido carbónico del aire no tiene accion perceptible sobre la disolucion concentrada, aunque esta se descompone y deja depositar hidrato de silice, cuando se hace pasar al través de ella una corriente de ácido carbónico. Pero cuando esta disolucion está dilatada se enturbia espuesta al aire con el tiempo y se descompone enteramente. Cuando el vidrio está impuro, se forma despues de algun tiempo una eflorescencia producida por el carbonato, y el hiposulfito de potasa ó por el cloruro de potasio.

El vidrio soluble se disuelve poco á poco y sin resíduo en al agua hirviendo; pero en el agua fria se verifica la disolucion con tanta lentitud, que podria creerse una nulidad en su accion. Este vidrio no se hace enteramente insoluble sino cuando contiene una gran porcion de silice ú otros cuerpos, tales como las tierras y los óxidos metálicos, etc., que forman sales dobles ó triples, como sucede en los vidrios ordinarios.

1406. El vidrio soluble que ha estado espuesto al contacto del aire, se ahueca desde luego produciendo un ruido, y se funde con mucha dificultad, cuando se le espone á la accion del fuego. Entonces pierde al poco mas ó menos 12 por 100 de su peso. Contiene por lo tanto en el estado sólido una cantidad considerable de agua, que no puede perder á la simple desecacion por el aire.

El alcohol le precipita de su disolucion en el agua, sin causar en él alteracion alguna. Cuando la disolucion está muy concentrada, basta poca cantidad de alcohol para precipitarle, y no hay necesidad de que este se halle muy rectificado. Puede por lo tanto emplearse para obtener el vidrio soluble

puro, una disolucion de vidrio soluble impuro; esta disolucion se trata por el alcohol, se deja reposar el precipitado gelatinoso, se separa el licor que sobrenada , se reune el depósito, se amasa con prontitud despues de haber añadido un poco de agua fria, y se prensa. Por este medio se esperimenta algo de pérdida á la verdad, porque el agua fria disuelve rápidamente al vidrio precipitado, á causa de su gran division.

Los ácidos descomponen la disolucion del vidrio , obran tambien sobre el vidrio sólido separando la silice en el estado pulverulento.

1407. *Composicion.* Segun M. Fuch, el vidrio soluble contiene, cuando ha estado espuesto al aire:

Silice.....	62
Potasa.....	26
Agua.....	12
	100

Lo cual, da para el mismo vidrio, suponiéndole seco:

Silice.....	70
Potasa.....	30
	100

Esto equivale á 1 átomo de potasa para 7 á 8 de sílice. La proporcion de potasa perdida por la volatilizacion es poco considerable, y para convencerse basta tender la vista por la tabla siguiente.

	Mezcla empleada.	Vidrio obtenido.
Silice.....	100.....	100
Potasa.....	45.....	42

Habria una pérdida de cerca de un 6 por 100 de la potasa empleada, si esta fuera pura, lo que no se verifica efectivamente.

1408. *Usos.* Las propiedades del vidrio soluble dan lugar á numerosas y variadas aplicaciones. En el teatro de Munich, se han servido de esta sustancia como medio preservativo contra el incendio.

Todas las materias vegetales, las maderas, las telas de coton y de cáñamo, el papel, etc. son, como todo el mundo sabe, combustibles; pero para quemar estas materias se necesitan dos condiciones, una temperatura elevada y el contacto del aire que suministre el oxígeno necesario para su trasformacion en agua y en ácido carbónico. Una vez inflamadas, su combustion desenvuelve el calor necesario para la continuacion del fenómeno, con tal que tengan libre el contacto del aire. Privadas de este contacto, y calentándolas hasta el grado rojo, suministrarán los productos volátiles inflamables, pero el carbon que dejen por resíduo, no arderá puesto que está privado del aire, y desde este momento la combustion se detendrá por sí sola. Tal es el papel que juegan todas las sales fijas, fusibles y formadas por otra parte de sustancias incapaces de ceder su oxígeno al grado rojo cereza, tanto al carbono como al hidrógeno. Estas sales funden cuando la materia vegetal se encuentra caliente; forman una capa impenetrable al aire, y previenen ó limitan su inflamacion. El fosfato, y el borato de amoniaco se hallan en este caso, pero la

solubilidad de estas sales en frio ofrece inconvenientes que no se presentan en el vidrio soluble.

Este forma una capa sólida y muy durable que no esperimenta ninguna alteracion por el aire, que no ocasiona grandes gastos, y ademas es de una aplicacion sumamente facil; pero para que llene el objeto que se desea, es necesario fijar una atencion particular en su preparacion y en su empleo.

Para cubrir la madera y otros cuerpos, es necesario una disolucion de vidrio soluble puro, porque sin esta circunstancia seria eflorescente y se separaria despues de cierto tiempo. Sin embargo una débil impureza no produce un efecto muy sensible, aunque despues de algunos dias, la capa se cubre de una eflorescencia pulverulenta, que no vuelve á presentarse mas, cuando se la separa por medio del agua. Cuando se quiere dar á la madera una cubierta durable, no hay necesidad de emplear al principio una disolucion demasiado concentrada, porque en ese estado no puede penetrar bien por los poros ni desalojar el aire con facilidad, en cuyo caso no adhiere con solidez. Siempre será bueno repasar muchas veces la brocha por la misma parte para que se penetre bien la disolucion. Para las cinco ó seis últimas manos, ya es preciso emplear otra disolucion mas concentrada, pero no demasiado espesa, y estenderla con la mayor igualdad posible. Es necesario que cada capa se halle bien seca antes de aplicar la siguiente en un aire seco y caliente, se necesitan al poco mas ó menos 24 horas. Luego que han pasado dos horas parece que la cubierta se halla seca, y está en tal estado, que podria reblandecerse colocando una nueva capa. Entonces hay el mismo inconveniente que se verifica, cuando se aplica una capa espesa con una disolucion concentrada: esta capa se abre por todas partes y no adhiere bien

al cuerpo. Sin embargo, esto se verifica con el vidrio que tiene base de potasa; pero el que la tiene de sosa no presenta este resultado.

1409. Aunque el vidrio soluble por sí solo sea un buen preservativo para el fuego, puede llenar todavia mejor este objeto, si se mezcla con otro cuerpo incombustible reducido á polvo muy fino El vidrio es uno de los cuerpos que pueden mezclarse principalmente. La cubierta preservativa recibe entonces mas cuerpo, se hace mas sólida, mas durable, se coagula por la accion del fuego formando una costra muy adherente cuando el cuerpo adicional se ha elegido á propósito. La arcilla, la creta, los huesos calcinados, el polvo de vidrio, etc., pueden emplearse para este fin ; pero no puede decirse con certeza cual merece la preferencia entre todos. Una mezcla de arcilla y de creta parece mas conveniente que cada uno de estos cuerpos por sí solos. Los huesos calcinados forman con el vidrio soluble una masa muy sólida y tenaz. El litargirio que forma con el vidrio una mezcla que funde fácilmente produce por lo tanto con él una cubierta preservativa, que no es á propósito para la madera, porque al tiempo de la desecacion se contrae demasiado, se abre y se separa con facilidad. El vidrio de plomo y el vidrio soluble bruto, son escelentes materias adicionales. Este último debe pulverizarse y esponerse al aire para que atraiga la humedad de la atmósfera. Si se mezcla con la disolucion de vidrio y se aplica en seguida sobre un cuerpo cualquiera, produce en poco tiempo una cubierta que tiene la dureza de la piedra, la cual si el vidrio es de buena calidad, no varía y resiste perfectamente al fuego.

Las escorias de hierro y de plomo, el felspth y el spathofluor, pueden mezclarse con el vidrio soluble ; pero cuál

de estos cuerpos es preferible y en que proporciones deben mezclarse, solo puede decidirse por los esperimentos. Se aconseja que se formen siempre las primeras capas con una disolucion de vidrio soluble puro, y que se repase con una capa semejante sobre aquellas que tengan mezcla, particularmente cuando sean desiguales ó ásperas al tacto.

Para las cubiertas preservativas del teatro de Munich se ha añadido 1, 10 de arcilla amarilla (tierra amarilla). Despues de seis meses la cubierta apenas habia esperimentado alteracion; solamente fué necesario reparar algunos puntos que se habian maltratado, y esto provenia de la precipitacion con que se hizo el trabajo, y de que la preparacion y aplicacion de la cubierta no se hicieron con el cuidado necesario.

1410. Cuando se quiere emplear este medio para preservar del fuego una casa ó una sala de espectáculo, no basta cubrir las maderas y demas objetos que presentan esposicion, sino tambien las telas que son las mas peligrosas en los incendios. Ninguno de los medios propuestos hasta aqui parece tan ventajoso como el vidrio soluble, porque no obra sobre la fibra vejetal, y llena bien el espacio que separa los hilos; se fija sobre el tejido de manera que no se separa, y ademas aumenta la duracion de las telas. La consistencia que da á estos objetos no perjudica para el uso de las cortinas, porque se pueden correr estas con facilidad; y con respecto á los colores que se aplican sobre las telas, el vídrio forma un fondo sólido. Mas para impedir las alteraciones que estos colores podrian sufrir por la reaccion de los alcalís, el azul de Prusia, por ejemplo, las lacas, etc., es necesario antes de pintar pasar una mano de alumbre y en seguida otra de creta.

Ninguna dificultad hay que vencer para estender la cubierta de vidrio soluble sobre las telas; sin embargo, esta

operacion no es tan facil como podria creerse: no es suficiente estender la disolucion ni sumerjir las telas en ella; es necesario que despues de esta operacion se hallen sometidas á una presion fuerte. Tal vez se alcanzaria mejor el objeto, haciéndolas pasar por entre dos cilindros que estuvieran colocados en el mismo licor. Cuando se quema una tela que solo está cubierta de vidrio soluble en la superficie, queda enrogecida algun tiempo despues de separada del fuego; lo que no sucede cuando la disolucion se ha impregnado en ella de un modo conveniente.

Añadiendo á la disolucion un poco de litargirio, se obtiene el mejor efecto con respecto á este punto. Al tiempo de la desecacion obedece la tela á la contraccion de la materia y ya no puede separarse despues, como sucede cuando se aplica la misma mezcla sobre la madera. Una parte de litargirio bien molido, es suficiente para 14 partes de licor concentrado.

1141. El vidrio soluble puede tener otras muchas aplicaciones, particularmente para unir los objetos duros: este cuerpo es superior á todos cuantos se han empleado hasta el dia, con respecto á los fragmentos de vidrio y de porcelana, etc.

Puede hacerse uso de esta materia en vez de cola para aplicar los colores, aunque por sí sola no produce un barniz susceptible de conservar su trasparencia al aire.

Vidrio de Bohemia.—Crown—glass.

1142. Este es un silicato de potasa en el cual no entran sino pequeñas cantidades de cal ó de alumina. Esta clase de vidrio se hace notar por su ligereza, y al mismo tiempo por su

privacion total de color, cuando está fabricado con las matarias puras. Estas dos cualidades le colocan en un rango distinguido para la fabricacion de todo los objetos de vasería. La última sobre todo le hace único para la fabricacion de instrumentos ópticos, en los cuales sirve para acromatizar el flint-glass. La hermosura de este vidrio es tal por otra parte, que todos los autores antiguos le han confundido con el cristal.

1413. *Vidrio de Bohemia.* Véase aqui una composicion del vidrio de Bohemia

100 arena silícea lavada con el ácido hidro-clórico.
60 Carbonato de potasa purificado.
16 Carbonato de cal bien blanco.

La fundicion y el trabajo de este vidrio no presentan nada de particular: se practican absolutamente como se verá mas adelante de la misma manera que el vidrio de vidrieras.

El vidrio de Bohemia se emplea hace mucho tiempo para fabricar las vidrieras de mucho precio que se usan en las casas grandes, para las ventanas de los coches, para cubrir los dibujos, y en general para todos los usos que exigen un vidrio muy grueso y sin color. El cristal únicamente y el vidrio de Bohemia pueden producir planos muy gruesos sin presentar un color sensible.

Como el vidrio de Bohemia se fabrica en crisol descubierto, no puede fundirse con carbon, porque sea cualquiera el cuidado que se tome, el humo de este combustible le coloraria siempre de un modo sensible y destruiria su hermosa limpieza: la fundicion por lo tanto se hace con leña.

Este vidrio le han introducido en el comercio los fabricantes de Bohemia, y de aqui ha tomado su nombre.

1414. *Crown-glass.* Este nombre que significa en inglés *vidrio de coronas*, designa la clase de vidrio que se elaboraba

en Inglaterra, en forma circular por el antiguo procedimiento del soplo. En las fábricas de instrumentos de óptica, se habia creido significar con este nombre un vidrio comun cualquiera, cuya reunion con el cristal ó flint-glass producia los objetivos acromáticos; pero un estudio detenido ha demostrado que el crown-glass no puede obtenerse sino con una sola composicion vítrea, cuando se le quieren dar todas las cualidades que exigen las necesidades de la óptica.

Efectivamente, el crown-glass debe ofrecer una limpieza perfecta; debe ser bastante incoloro para que una lenteja muy gruesa no presente tinta alguna: debe estar absolutamente exento de estrias y de burbujas de aire: no debe ofrecer jamás nebulosidades lechosas. En fin, debe conservar todas estas cualidades, aun cuando se le trabaje en masas muy espesas.

1415. No es muy fácil llegar desde luego con seguridad á la fabricacion del crown-glass, en grandes masas. Es evidente que para obtener este vidrio sin color, es preciso hacer uso de la potasa y no de la sosa. Aun cuando la sosa produjera un vidrio incoloro, deberia no obstante desecharse por la facilidad con que el vidrio con base de sosa se devitrifica, lo que haria á las masas gruesas, que exigen un recocido prolongado, enteramente lechosas y llenas de nudos cristalinos y opacos.

Debe por lo tanto constituir el crown-glas, un vidrio con base de potasa sin óxido de plomo. Si se formara un vidrio simple con base de potasa, no habria que temer la devitrificacion; pero este vidrio seria soluble en el agua hirviendo y por consecuencia higrométrico. Este seria un grave inconveniente porque entonces los vidrios de los anteojos se empañarian sin cesar por el depósito de una capa de vapor acuoso, y al

cabo de algunos años se hallaria alterado y sin pulimento.

Este inconveniente puede evitarse añadiendo al vidrio de base de potasa cierta cantidad de cal, pero en este caso caeríamos de nuevo en el inconveniente no menos grave de una facil devitrificacion. El vidrio con base de potasa y de cal, sometidos al recocido prolongado que exigen los pedazos gruesos que se destinan para la fabricacion de los grandes lentes puede tomar el aspecto lechoso que indica un principio de cristalizacion en la masa.

Asi la fabricacion del crown-glass y la del flint-glas, vidrios indispensables uno y otro á la confeccion de los objetivos acromáticos, presenta dificultades de mucha consideracion en las dos sustancias, aunque por motivos muy diferentes.

1416. El consumo del crown-glass no es muy considerable, pero sin embargo no deja de presentar interés, particularmente en París, á causa de la fabricacion de anteojos de teatro, lentes gruesos é intrumentos de astronomía. Hace mucho tiempo que todo el crown-glass que se consume viene de Inglaterra y de Alemania, y aunque hemos colocado entre las cualidades esenciales para esta clase de vidrio, la completa privacion del color, el que nos suministran estos dos paises está sin embargo ligeramente coloreado. El que viene de Inglaterra es verdoso, y el de Alemania amarillento; pero en uno y en otro la tinta es demasiado débil para que pueda alterar las propiedades de estos vidrios.

Los señores Thibeaudeau y Bontemps han puesto en práctica en la hermosa fábrica de vidrio de Choisy, una serie de esperiencias seguidas sobre la fabricacion del crown-glass. No hay duda que llegarán á obtenerle regularmente, como han obtenido el flint-glass, y entonces la Francia dejará de proveerse del estrangero, de estos productos tan ne-

cesarios para la fabricacion de los instrumentos de óptica.

Es probable que un vidrio de Bohemia pobre en cal, bien afinado, bien incoloro, soplado ó estendido en las minas gruesas, debe aproximarse al mejor crown-glass y aun realizarle. Una cosa solamente debe temerse, como ya hemos dicho, en este trabajo, que es la devitrificacion ; pero esta no es imposible de evitar, cuando por otra parte se haya comparado con cuidado la composicion de diversos crowns, reconocidos como buenos , y calculado las mezclas segun esta base.

Las reflexiones que hemos manifestado anteriormente nos dispensan de esponer mayores detalles sobre este punto.

Vidrio de vidrieras.

1417. Se distinguen dos clases de este vidrio, el *vidrio blanco*, y el *vidrio semi-blanco*. No es indiferente el establecer esta diferencia de tinta, porque aun cuando la composicion de estas dos clases de vidrio sea al poco mas ó menos la misma, los usos sin embargo deben ser distintos. El primero admite toda clase de aplicaciones, y el segundo solo puede servir para los objetos de poco grueso. En la mayor parte de las fábricas se elaboran simultáneamente estas dos variedades, y esto se concebirá muy bien teniendo presente que todos los residuos de la fabricacion del vidrio blanco, y aun la materia vítrea que corre alrededor de la base de los crisoles, y que se encuentra muy sucia por atacar á los ladrillos del horno pueden servir para la fabricacion del vidrio semi-blanco.

Estas dos calidades de vidrio contienen esencialmente silice, sosa y muy rara vez potasa y cal. Tambien se encuen-

tra en ellos, aunque de una manera accidental, alumina, óxido de hierro y óxido de manganeso.

El vidrio de vidrieras blanco es de todas las clases el que se fabrica mas generalmente, ya sea para vidrieras, ya para los fanales que cubren los floreros, los relojes, etc.; esta clase de vidrio sirve tambien para cubrir las estampas, guarnecer los coches y para los aparatos de electricidad

1418. *Preparacion.* Aqui observaremos diversas composiciones: estas son muy variables porque en esta clase de vidrio se reemplazan la sosa y la potasa por cantidades proporcionales de cal, que cambian segun el gusto del fabricante, y que deben cambiar tambien segun las facultades del horno. La siguiente composicion es francesa, y produce un vidrio de escelente calidad.

Arena.....	100 partes	
Creta.....	35 á 40	
Carbonato de sosa seco.	35 á 30	
Greda blanca.....	180	
Peróxido de manganeso.	0,25	algunas veces.
Arsenico.....	0,20	algunas veces.

M. Bastenaire indica las tres composiciones siguientes, que son muy ricas en alcalí y demasiado pobres en cal:

Primera composicion.

Arena blanca.....	100	partes.
Potasa buena	65	
Cal apagada al aire.....	6	
Fragmento de vidrio blanco.	50	

Oxido de arsénico.....	1
Oxido de manganeso.....	0,30

Segunda composicion.

Arena muy blanca.....	100	partes.
Buena sosa.....	90	
Oxido rojo de plomo ó minio	5	
Calcin ó despojos de la misma composicion.	100	
Carbonato de cal.....	5	
Oxido de manganeso.....	0,40	

Tercera composicion.

Arena blanca.....	100	partes.
Buena sosa.....	80	
Carbonato de cal.....	8	
Calcin ó fragmento del mismo vidrio.	110	
Oxido de manganeso	0,20	
Oxido de cobalto.....	0,10	

1419. Se ha ensayado el fabricar este vidrio por la sal marina, y M. Marcel de Serres da la receta siguiente, segun la emplean en Alemania.

Arena	100	partes.
Sal marina.	71	
Cal	71	

Es muy probable que no se haya obtenido buen resultado sino haciendo esperimentar á la mezcla humedecida una tos-

tion y repetido esta operacion muchas veces; porque se sabe que la silice no puede descomponer á la sal marina, sino bajo la influencia del agua.

Se asegura que la mezcla precedente era poco util, pero que producia algunas ventajas el juntar la sal marina con los fundentes ordinarios; esto puede ser, pero admite dudas.

La receta siguiente que segun dicen está puesta en uso en Escocia, manifiesta bastante bien la poca utilidad de la sal marina.

Arena.....	100	partes.
Carbonato de sosa.	114	
Sal marina.....	288	
Sulfato de sosa....	200	
Arcilla.....	13	
Carbon de leña....	100	

Esta es probablemente la mas mala, entre todas las malas recetas, en razon del enorme esceso de carbon, de la inutilidad de la sal marina, y del esceso evidente del sulfato ó del carbonato de sosa.

1420. Gehlen ha introducido en Alemania el sulfato de sosa, en reemplazo del carbonato; y desde que por decreto de 17 de julio de 1826 se permitió la venta libre del sulfato de sosa en Francia, se adoptó generalmente esta sal en todas las fábricas de vidrio francesas. El objeto que debe llevarse al emplear esta sal, es el de hacer todo lo posible pronta y facil su descomposicion por la silice. Esto se consigue añadiendo á la mezcla una cantidad conveniente de carbon para trasformar el ácido sulfúrico en ácidos carbónico y sulfuroso. Para cada átomo de sulfato de sosa seco, es necesario, pues, un átomo de carbon y bien aproximadamente; para 1000 de

sulfato de sosa, 42 de carbon. Pero reflexionando sobre este particular, se advertirá fácilmente, que precisa aumentar esta cantidad, para reparar la pérdida del carbon que la combustion puede ocasionar durante el tiempo de la primera fusion, ó de la tostion. En esta se triplica ó cuadruplica la dósis indicada por el cálculo. Asi se tomará, por ejemplo, para obtener un buen vidrio de vidrieras.

Arena.....	100 partes.
Sulfato de sosa seco.	44
Carbon en polvo.....	8,5
Cal apagada.....	6
Retal de vidrio.....	20 á 100

Esta receta y la francesa, que desde luego hemos manifestado, nos parecen las mejores; pero todos convienen en que las dosis deben variar con el estado y capacidad de los hornos; porque la intensidad del fuego no solamente es distinta en todas las fábricas, sino que tambien varia en el mismo horno de fusion. Ordinariamente, la actividad de un horno que desde luego camina en creciente, desciende en seguida por la alteracion que sufren las paredes al cabo de algunos meses de servicio, y entonces es necesario aumentar la dosis de los fundentes.

1421. *Elaboracion.*—El vidrio de vidrieras se elabora por dos procedimientos diferentes: el uno practicado hace mucho tiempo en todas las fábricas, ha sido abandonado en Francia, pero se conserva en Inglaterra; el otro de invencion mas moderna está generalmente puesto en uso en todas las fábricas de Francia.

En el antiguo procedimiento, coge el obrero con el es-

tremo de la caña una pequeña masa de vidrio, que sostiene dando vueltas contínuamente á la caña, hasta que la masa empieza á fijarse; entonces coge nueva cantidad y asi continúa hasta que el estremo del instrumento queda enteramente guarnecido. Cuando se ha reunido de este modo la cantidad de vidrio necesaria, presenta el estremo de la caña á la boca del horno para reblandecer la masa, asi que lo consigue sopla esta masa y forma una esfera voluminosa; esta la presenta de nuevo á la boca del horno, se reblandece y dando vueltas al aire aplana esta esfera por el lado opuesto al estremo de la caña. En medio de la parte aplanada, suelda otra caña y corta el estremo del esferoide hácia el estremo de la primera. Entonces basta dilatar la abertura del cuello, por medio de un pedazo de madera que se introduce en el orificio y se apoya sobre las paredes del vidrio, mientras el obrero da vueltas á la pieza. Por este medio se obtiene un cono truncado enteramente semejante á una campana. En este estado se introduce la pieza á la boca del horno, y se calienta fuertemente para reblandecerla.

La caña entonces se halla colocada en sentido horizontal sobre una barra de hierro, y el obrero la imprime un movimiento de rotacion muy vivo. En virtud de la fuerza centrífuga, la campana se aplana y estiende, de manera que se forma un disco bien redondo, y de un grueso bastante igual, hasta cierta distancia del centro.

Cuando ha terminado esta operacion, lleva el obrero la hoja de vidrio, teniendo cuidado de darla vueltas todavia á una hera plana formada con cenizas calientes y colocada muy cerca del horno de recocion. Alli se deposita la hoja horizontalmente, y por medio de un lijero golpe se separa de la caña. Entonces la toma un ayudante auxiliado de una horca

á propósito, y la conduce al horno de recocer donde la coloca en una situacion vertical.

Los vidrios preparados de este modo ofrecen en el centro un nudo grueso, de un efecto desagradable. Cuando se preparan para la venta, los vidrios qne se obtienen no pueden tener jamás grandes dimensiones; pero en cambio ofrecen un brillo perfecto que no se encuentran en el vidrio que se obtiene por el procedimiento moderno, tan preferible por otra parte bajo todos los demas aspectos.

1422. Siendo el nuevo procedimiento el único que se practica en la actualidad en las fábricas francesas, le describiremos con mayores detalles.

Cuando el vidrio está afinado y limpio de la película que sobrenada en la masa fundida, se calientan las cañas por una abertura que hay practicada en el horno esclusivamente para este objeto. El ayudante toma la caña caliente, la coloca en el vidrio, coge cierta cantidad, y la retira dándola un movimiento de rotacion para que el líquido no se separe, en seguida toma nueva cantidad de materia y cuando la caña está bien guarnecida de vidrio, pasa á manos del soplador. Este la pone sobre una plancha de fundicion tocando solamente con el estremo guarnecido y dándola vueltas sin cesar á fin de reunir el vidrio cerca de la estremidad; conseguido esto, introduce la caña en el crisol y recoge nueva cantidad de materia. Esta masa de vidrio enrojecido que toma, la pone, sin dejar de dar vueltas á la caña, en el agua que contiene un hoyo practicado en un pedazo de madera. Mientras el soplador hace volver la masa en diversos sentidos dentro del hoyo, un ayudante vierte agua en la parte del vidrio que toca á la caña, á fin de resfriarla, y de hacer al vidrio menos adherente á ella. Cuando la masa de vidrio se enfria se pone

á la boca del horno para reblandecerla. Asi que el obrero la juzga bastante blanda, la retira y empieza de nuevo á tornearla sobre el agua, pero soplándola de modo que se forme un esferoide del grueso conveniente. Entonces toma la caña y la hace describir círculos en el aire semejantes á los que describiria un péndulo que completará el círculo, ó á los que describe una campana cuando la voltean. Al mismo tiempo sopla el obrero la caña cuando aprovechando el instante en que se encuentra al poco mas ó menos vertical, el globo se alarga y toma la forma de un cilindro, tanto por el propio peso del vidrio, cuanto por la accion del soplo.

La pieza de vidrio no debe jamás quedar en reposo mientras está blanda, porque parando el movimiento se deprimiria desigualmente.

Hay que advertir que el soplador pone tres ó cuatro veces la pieza de vidrio á la boca del horno para ablandarla, antes que haya adquirido la estension necesaria; luego que ha llegado á este término descansa la caña sobre un gancho portátil, que sostiene el ayudante; el obrero introduce el cilindro en el horno, y alli calienta la estremidad cerrada, aplicando el dedo al mismo tiempo á la otra estremidad de la caña. Bien pronto el aire contenido en el cilindro ó manchon de vidrio se dilata, y como no encuentra ninguna salida, hace esfuerzo sobre la estremidad reblandecida y la rebienta. Asi que está formada esta abertura, el obrero da vueltas con velocidad al cilindro de manera que los bordes del agujero se separen, y se agrande la abertura. El soplador separa del horno el cilindro agujereado, dando vueltas á la caña con velocidad, y haciéndola describir como antes el círculo de campana, pero con precaucion. Por este medio se agranda mas el

agujero, y el estremo del cilindro adquiere una abertura igual á su diámetro.

El vidrio se enfria con prontitud, y al momento adquiere la pieza la consistencia necesaria para no ladearse; á medida que el vidrio se hace mas fuerte, el obrero va conteniendo su trabajo, y asi que adquiera la solidez suficiente para sostenerse sin deformarse, toma la caña el ayudante y coloca el cilindro de vidrio sobre un borriquete de madera que tiene dos puntos de apoyo, con unas muescas á propósito para que el cilindro no se resbale; en seguida toma una gota de agua con un hierro, la pasa por la boca del cilindro cerca de la caña, y dando un pequeño golpe con el hierro en medio de la caña se desprende la pieza con una fractura mas ó menos igual (1).

Practicada esta operacion se corta el cilindro por el lado que estaba unido á la caña y se le deja la longitud conveniente: luego se procede á estenderle en forma de plano.

1423. Para estender el cilindro, se empieza por cortarle en toda su longitud, cuya operacion se practica colocándole en un borriquete á propósito, marcando con agua fria una línea, por donde se ha de cortar y pasando por dicha línea un hierro enrogecido. Inmediatamente se determina la fractura en toda la longitud con la mayor regularidad. Hendido el cilindro de este modo se conduce al horno de estender, in-

(1) Los fanales que se emplean para cubrir los floreros, los reloges, etc., se hacen del mismo modo, con la diferencia de no agujerear el cilindro por uno de los estremos, sino por el contrario se les da la forma semiesférica mas regular posible, y con la mayor igualdad en el grueso.

Los fanales elípticos se preparan como los precedentes, con la diferencia que al terminar la operacion se les comprime entre dos tablas despues de haberlos reblandecido en el horno.

troduciéndole con precaucion. Cuando se observa que se ha reblandecido y se halla en estado de plegarse sobre sí mismo, le coloca el obrero estendedor en el centro del horno sobre la plancha de estender.

Esta placa conocida con el nombre de *lagra* no es otra cosa que una hoja ordinaria de vidrio: es la primera hoja de la hornada que se aplica sobre el suelo de tierra, y se espolvorea con vidrio de antimonio. De tiempo en tiempo se introduce en el fogon un poco de cal, esta se encuentra arrastrada por la corriente de aire, y se deposita en parte sobre la placa de estender: por medio de estas precauciones se evita el que las placas de vidrio queden adheridas á la lagra, y la operacion se ejecuta con facilidad. Pero al cabo de doce ó veinte y cuatro horas de trabajo la lagra se devitrifica, se endurece y raya los vidrios que se estienden en su superficie, lo que obliga á reemplazarla.

Cuando el cilindro se halla sobre la placa y suficientemente reblandecido, el obrero estendedor separa á derecha é izquierda los dos costados que ceden con facilidad. Por medio de una plancha de madera colocada en un mango á propósito, que se hace resbalar con velocidod sobre la superficie del vidrio, se le da á la placa la planitud necesaria tanto por la parte de arriba con por la de abajo.

Terminada esta operacion se pasa la hoja de vidrio al horno de recocer y tan luego como se enfria toma la consistencia necesaria para sostenerse sin doblarse, en la posicion vertical que se la coloca.

1424. Por este último procedimiento se forman los *vidrios* planos que ordinariamente tienen base de potasa. Este es el vidrio de Bohemia. Hay sin embargo esta diferencia, que en el vidrio de vidrieras el costado mas largo proviene de

la longitud del cilindro, y en los planos ó en tablas del desarrollo de la circunferencia del cilindro.

De las lunas.

1425. El vidrio que se emplea en las lunas, es un vidrio con base de sosa y de cal: debe estar perfectamente afinado. Los hornos que se emplean para esta vitrificacion, tienen necesidad de un tiro muy grande, porque en la fabricacion de las lunas no puede pasar de cierto punto la dósis de la base alcalina, para hacer mas facil la vitrificacion, pues de lo contrario serian higrométricas en mayor ó menor grado, se alterarian en poco tiempo y perderian su brillo. Como las lunas son siempre unos objetos de mucho precio, es indispensable en una buena fabricacion, disponer sus partes constituyentes de modo que proporcion en una larga duracion, y una gran resistencia á la accion prolongada del aire húmedo.

El vidrio de espejos debe tener una gran trasparencia, no debe presentar burbujas, nudos ni estrías; necesita una vitrificacion perfectamente homogénea, y para obtenerla es necesario un fuego vivo y sostenido por mucho tiempo; asi la afinacion de este vidrio es la mas dificil de todas.

1426. La fabricacion de las lunas data desde los primeros tiempos en que se introdujo el arte de la fabricacion de los vidrios en Europa. Los espejos fueron durante muchos años el objeto de un comercio importante para Venecia, única ciudad que pudo suministrar este género al comercio. La fábrica estaba establecida en Murano, pero no producia sino lunas que se fabricaban por un procedimiento de soplo, análogo al que se practica en el dia para la fabricacion de los vidrios de vidriera.

Este procedimiento fué introducido en Francia en 1665. En las cercanías de Cherbourg, en Tourlaville, se estableció por unos artistas franceses una fábrica montada minuciosamente por el modelo de la de Murano.

Las mayores lunas que podian obtenerse en estas fábricas tenian cerca de tres pies por cada costado. Por otra parte estaban espuestas á las burbujas, nudos y estrias tan frecuentes en los vidrios ordinarios. Todos estos inconvenientes desaparecieron por la invencion del procedimiento que se sigue en la actualidad. Abahan Thevar imaginó este medio atrevido, que permite obtener lunas de diez pies, y le puso en práctica en París en 1685. Este célebre artista fué el mismo que fundó en 1691 la célebre manufactura de Saint-Gobin, que permaneció mucho tiempo sin rival alguno.

En la actualidad existen en Francia tres fábricas de lunas, la de Saint-Gobin, la de Sain-Quirin y la de Mon-Lucon. Como estas fábricas estan montadas en grande escala, el comercio de las lunas es un objeto importante para la Francia.

1427. Las grandes dimensiones de las lunas exigen que se las dé cierto espesor, y como está puesto en uso fabricar el vidrio que las forma por medio de la sosa, hay precision de poner un cuidado estremado en la eleccion de las primeras materias, para evitar cuanto sea posible la tinta verde que presenta el vidrio producido por este alcalí. Muy posible será remediar este defecto sirviéndose de la potasa, ó al menos reemplazando una parte de la sosa por la potasa.

En las manufaturas actuales se pone un cuidado estremado en purificar el carbonato de sosa; la misma atencion se pone en la eleccion de la arena y de la cal, y sin embargo, el vidrio que se obtiene conserva todavia una tinta verde ó azu-

lada muy notable, lo cual no sucederia ciertamente en las lunas con base de potasa; pero es de temer que un vidrio con base de potasa tan rico en alcalí como el vidrio de lunas, tenga la propiedad higrométrica.

1428. El grueso que exigen las lunas, lleva tras sí otro inconveniente mas grave todavia. Este resulta de las estrias, burbujas, nudos, y filetes que se encuentran en la masa del vidrio, y que reflejan los objetos en diversos sentidos, de modo que desfiguran las imágenes. Estos defectos no se perciben por desgracia, sino en el momento en que la luna ha recibido ya un pulimento costoso, que contribuye tambien á sostener bastante alto el precio de las lunas. Cuando se presentan estos defectos se adelgazan las lunas, ó se cortan en pedazos pequeños para hacerlos desaparecer. Con el objeto de evitar todas estas imperfecciones se le hace sufrir á esta clase de vidrio una afinacion muy prolongada, y por esto se aumenta tambien su fusibilidad con una profusion de alcalí mayor que la que se pone en los vidrios de vidrieras.

1429. En el último siglo se ocuparon mucho del color que debian tener las lunas para llenar su objeto. Montamy pretendia que el color negro era preferible á todos los demas, pero su teoría parecia bastante especiosa para exigir una refutacion en forma de parte de Allut que fué conducido á la consecuencia opuesta. Las opiniones de Montamy, no pudieron resistir á un exámen detenido. En la actualidad se busca por el contrario, el medio de hacer lo mas perfecta posible la trasparencia de las lunas y destruir las menores señales de coloracion en el vídrio que las forma. No hay la menor duda que este es el objeto á que debe aspirarse cuando observamos que la reflexion se efectua sobre la lámina de es-

taño situada en la segunda superficie del vidrio. Si por el contrario se desea que la reflexion se verifique en la primera superficie, será necesario, en efecto, dar al vidrio no solamente un color negro, sino una opacidad completa, semejante á la de los metales, lo que no es facil.

Durante mucho tiempo, no se habia empleado otro combustible que la leña para alimentar los hornos de fusion destinados á la fabricacion de las lunas ; pero de algunos años á esta parte se hace uso ventajosamente del carbon de tierra. Comparando los productos de dos hornos alimentados uno con leña y otro con carbon, no se advirtió ninguna diferencia en la calidad del vidrio. Cuando se emplea el carbon no se cubren los crisoles, pero se deja reposar la materia en ellos dos ó tres horas mas.

1430. *Preparacion.* Para hacer las lunas se emplean dos clases de crisoles, los morteros y las cubetas; los primeros sirven para contener las materias que se han de fundir y para conservarlas largo tiempo en estado de fusion ; las otras reciben el vidrio fundido que acaba de afinarse ; desde estas se vierte en una mesa muy plana, donde corre la materia para formar la luna. Tres morteros contienen la materia para seis cubetas chicas ó para tres grandes. Estos últimos se emplean para las lunas de grandes dimensiones, por ejemplo de 100 pulgadas ó mas. Hace poco tiempo que se han construido unos hornos de seis morteros y doce cubetas, ocho pequeñas y cuatro grandes, se fabrican cubetas de tres dimensiones, conocidas con los nombres *de pequeñas*, *medianas*, *grandes*. Las pequeñas tienen la forma de un cuadrado perfecto, las medianas y las grandes son cuadrilongas.

Hácia el medio de la altura de las cubetas se practica una hendidura de dos ó tres pulgadas de lonjitud y de una

pulgada de profundidad, llamada *cintura* de la cubeta. Esta hendidura sirve para asirla con las tenazas, y está praticada en los cuatro costados.

Las arenas que se destinan para la composicion del vidrio de lunas, deben ser muy blancas y finas. En defecto de arena puede aplicarse la piedra arenisca tierna, blanca y bien pulverizada. Las piedras de fusil, la silice y el cuarzo calcinado enfriados repentinamente en el agua y reducidos á polvo, pueden tambien servir para la formacion de las mezclas. En Saint-Gobin, solo se sirven de la arena de Aumont.

Véase la composicion del vidrio para las lunas:

Arena muy blanca.....	300 partes.
Carbonato de sosa seca.....	100
Cal apagada al aire.....	43
Calcin ó despojos del mismo vidrio...	300

El calcin no se introduce en las mezclas sino despues de la tostion: es precision el que se halle muy dividido para mezclarlos y esto se consigue enrojeciendo los pedazos de vidrio roto en un horno de tostion, y haciéndolos caer enrojecidos al agua fria. Su inmersion repentina en este líquido determina una multitud de fisuras que facilitan una division pronta y completa. Por lo demas, es preciso tener el cuidado de añadir una centésima parte de sosa ó de calcin, para reemplazar la porcion perdida por la evaporacion.

Las cantidades de arena, de alcalí, de cal y de calcin, no son invariables; solo se marcan aqu i como datos, de los cuales nos podemos separar siempre que las circunstancias lo exijan.

1431. Como la materia una vez fundida disminuye de

volúmen, solo se introducen los morteros el tercio de los que pueden contener, luego que esta cantidad se halla fundida se incorpora el segundo tercio, y fundido este el tercero. Estas tres épocas se distinguen con los nombres de *primera*, *segunda*, *y tercera* fundicion. El tiempo que se necesita para la fundicion y la afinacion, se divide entre los morteros y las cubetas. Se deja reposar la materia diez y seis horas en cada uno de estos crisoles, y al cabo de estas treinta y dos horas se encuentra á propósito para verterse sobre la mesa. Durante las dos ó tres últimas horas, se deja de atizar el fuego y de añadir combustible; se tapan todas las aberturas, y se deja que tome la materia la consistencia necesaria para poderse estender; esto es lo que se llama *detener el vidrio* ó *hacer la ceremonia*.

La accion de trasvasar el vidrio de los morteros á las cubetas se llama *tregetar*. Antes de ejecutar esta operacion se limpian las cubetas del vidrio que puedan retener de la operacion anterior y de las suciedades que hayan caido despues de vaciadas. Para esto se retiran enrojecidas del horno, y se colocan cerca de una cubeta llena de agua. Se quita con prontitud el vidrio que se encuentra amasado en el fondo del vaso, y se va echándo en el agua á medida que se saca. Si la cubeta es nueva y no ha servido todavia, se vierte en ella un poco de vidrio fundido para lavarla y se limpia por el mismo método que las demas. Acabada esta operacion, vuelven á colocarse las cubetas en el horno y despues de haberse calentado al grado suficiente se pasa á ellas la masa fundida que está en los morteros. Para practicar esta operacion, toma un obrero con una cuchara de cobre todo el vidrio necesario para llenar la cubeta, teniendo el cuidado de enfriar la cuchara de tiempo en tiempo, para impedirla que entre en fu-

sion, y para que el vidrio no adhiera á ella. El trasvasar el vidrio fundido desde los morteros á las cubetas, exige dos obreros que alternan en la operacion; cada uno toma tres veces vidrio y de aqui viene el nombre de *tregstar* que se da á la operacion, y que quiere decir echar tres veces ; al concluir las tres veces, el obrero introduce su cuchara en el agua fria. En seguida se cierra el horno, y las cubetas quedan abandonadas á sí mismas para que el vidrio se afine, es decir, para que las burbujas que se forman en la masa al tiempo de trasvasarla, se desprendan y para que el esceso de sosa se volatilice enteramente.

1432. *Elaboracion.* Cuando la fusion, la afinacion y la ceremonia han terminado, se examina si el vidrio está tal cual se desea para poderlo estender sobre la mesa. Para este efecto se introduce en la cubeta el estremo de una caña, lo que se llama *tirar el vidrio*; se deja hacer hilo á la porcion que se ha levantado; que por su propio peso forma la figura de una pera pequeña ó de una lágrima de vidrio por lo cual se reconoce si tiene la consistencia necesaria ó si contiene aun burbujas. Cuando ya la masa se encuentra al punto conveniente, es preciso sacar las cubetas fuera del horno y verter sobre la mesa la materia que contienen para formar la luna. Cada cubeta contiene la necesaria para una luna.

En tanto que el vidrio adquiere en las cubetas la consistencia necesaria, se ocupan los obreros en calentar el horno de recocion, asi como la mesa de cobre que debe recibir el vidrio líquido. Esta mesa formada de una sola pieza debe tener alrededor de 11 centímetros de espesor (56,87 líneas). Su superficie debe estar perfectamente pulimentada. En vano se ha tratado algunas veces de tirar las lunas sobre

mesas de 40 ó 50 milímetros (20,680 á 25,850 líneas) de espesor; porque la esperiencia ha hecho ver que semejantes mesas no podian aplicarse sino á la fabricacion de lunas de pequeñas dimensiones, en las que la masa de vidrio no es muy considerable. Las mesas mas gruesas tienen muchas veces necesidad de recibir un repaso para que se conserven bien planas, porque las transiciones estremas de temperatura que esperimentan con tanta frecuencia, hacen su superficie ondulosa. Como el precio de estas mesas es tan elevado, porque existe una en Saint-Gobin del peso de 50 á 55000 libras que ha costado 100,000 francos (380000 rs.), han ensayado en Inglaterra el sustituir estas mesas con otras de fundicion; pero no habiendo producido esta tentativa buen resultado se han visto precisados á volver soble las mesas de bronce. Estas mesas estan sostenidas por una fuerte armadura de madera que tiene tres pies. A la estremidad de cada pié tiene una rueda para poder conducir la mesa con facilidad á los puntos que se necesita.

La altura de la mesa es igual al nivel de la embocadura de los hornos de recocion. El grueso de la luna está determinado por la altura de los triángulos ó reglas de cobre que tiene á su alrededor y que constan de 27 milímetros (13,959 líneas) de ancho. El grueso de 8 milímetros (4,136 líneas) lo menos, crece con las dimensiones de la luna. Estos triángulos se colocan sobre la mesa en el momento en que se va á estender la masa vítrea, y su separacion determina el ancho y lonjitud de la luna. Para estender la masa de vidrio sobre la mesa se emplea un rodillo, que está detenido por las reglas salientes de los costados y no deja entre él y la tabla nada mas que el vidrio necesario para la formacion de la luna. Este instrumento está hueco; su lonjitud es igual al ancho

de la mesa: su diámetro es de 18 á 19 centímetros, (93 á 98 líneas), su peso puede variar entre 250 á 300 kilógramos (545 á 654 libras).

Cuando el horno de recocer se halla caliente al grado rojo, la mesa á una temperatura conveniente y la masa vítrea al punto necesario, se aproxima la mesa á la embocadura del horno, se limpia bien y se colocan los triángulos sobre cada costado de la superficie plana de la mesa, se prepara el rodillo y se procede á la operacion de estender la masa.

1433. Las cubetas que se quieren emplear se aproximan á la boca del horno; dos obreros introducen los ganchos y aseguran la cubeta, mientras un tercero introduce una gran pala por la parte de abajo. Asi que la cubeta está bien asegurada y la pala bien colocada debajo de la cubeta, el obrero tira hácia sí ayudado por los otros dos que maniobran con los ganchos; de este modo aproximan la cubeta á la entrada del horno, donde se coloca sobre un carrito y conduce cerca de la mesa. Alli dos obreros se dan priesa á quitarla la nata ó película, la levantan á unos 32 centímetros (165,44 líneas) sobre la altura de la mesa, la limpian bien por la parte de afuera y vierten el vidrio entre las dos reglas dando principio por la parte de la embocadura del horno y retirando la cubeta por el costado opuesto.

Tan luego como la cubeta se ha vaciado, se pone el cilindro en movimiento haciéndole rodar sobre los triángulos y sobre el vidrio estendido, que cede fácilmente al peso de este cilindro, se aplana en toda la longitud y llena con igualdad todo el espacio comprendido entre los dos triángulos.

Cuando el cilindro ha recorrido en ida y vuelta toda la superficie sobre los triángulos, se vuelve á colocar sobre su caballete. Se levantan al momento los triángulos y se limpian

todas las ebras y desigualdades que puedan haber quedado en los dos costados de la luna. Durante este tiempo, un obrero forma el reborde, ó lo que se llama cabeza de la luna, mientras que otro limpia el suelo del horno de recocer y arregla la arena de modo que la luna pueda resbalar sin obstáculo.

En tanto que se procede á la introduccion de la luna en el horno de recocion, otros obreros se ocupan en retirar fuera del horno de fusion otra nueva cubeta que llega á la mesa en el momento en que la luna precedente acaba de ser introducida en el horno de recocion.

Como la luna se encuentra blanda todavia en el momento de introducirla en el horno de recocion, el esfuerzo que es preciso ejecutar sobre ella para colocarla sobre el suelo de este horno, produce en su superficie superior unas ondulaciones muy marcadas que desaparecen despues con el pulido.

1434. Despues de haber llenado el horno de recocion se tapan bien todas sus aberturas con chapas de hierro y tierra amarilla mezclada con arena. Al cabo de veinte horas se empiezan á quitar algunas chapas de hierro; una hora ó dos despues, se quitan algunas mas; por último, á medida que el horno se va enfriando, se van quitando mas y mas, concluyendo por quitarlas todas juntamente con la tierra que ha servido de lodo. Luego que puede colocarse la mano sobre las lunas sin esperimentar una grande impresion de calor, pueden retirarse del horno.

La temperatura de este horno en el momento de introducir las lunas debe ser el rojo oscuro. Si el horno se halla demasiado caliente, podrán entrar las lunas en una media fusion y deformarse, ó al menos adherir al suelo, de modo que no puedan separarse sin romperse.

Por otra parte, si el horno está demasiado frio, la reco-

cion se hará mal y podrán saltar en pedazos al tiempo de separarlas del horno ó despues. El menor cambio de temperatura es suficiente para hacer saltar en muchos pedazos una luna mal recocida. Tambien se quiebran en el momento de cortar los bordes por medio del diamante. Esta separacion no se verifica las mas veces por el lado de la incision, en las lunas mal recocidas.

Los hornos de recocion son muy estensos ó tienen muchos fogones. El suelo debe estar construido de ladrillos colocados de plano, y presentar en toda su superficie un nivel perfecto. Se tiene cuidado de estender arena en todos sus puntos para que las lunas puedan resbalar fácilmente sobre los granos y hacer sus contracciones sin violencia.

1435. El pulido de las lunas se compone de dos operaciones principales, que cada una puede subdividirse, estas son la *dulcificacion y el pulido.*

Despues de haber reducido la luna á sus dimensiones útiles, se la pega con yeso sobre una mesa de piedra, en seguida se frota con otra luna mas pequeña fija tambien por el yeso á un pedazo de guijarro de forma piramidal, que sirve de moleta. Desde luego se empieza á desbastar con arena cuarzosa de grano grueso, despues se suaviza con arena mas fina.

Las lunas pasan luego á una mesa, donde se frotan una contra otra, pero en vez de arena se interpone un poco de esmeril diluido en mucha cantidad de agua.

Por último, se las da la mano de pulido frotándolas con un pulidor pesado guarnecido por su parte frotante, con un pedazo de fieltro. Como materia dura se emplea el colcotar en diversos grados de finura; el mas grueso sirve para desvastar y el mas fino para concluir. En fin se procede al es-

tañado, cuya operacion describiremos mas adelante al ocuparnos del estaño.

Vidrio de vasería.

1436. Este vidrio puede ser de base de sosa ó de potasa, pero es evidente que el segundo será preferible bajo muchos aspectos. La vasería de vidrio de Bohemia, es ciertamente mas hermosa, mas ligera y mas durable que la que se hace por medio del vidrio con base de sosa.

Por lo demas el vidrio de vasería difiere poco ó nada del de vidrieras por sus proporciones.

Asi para todos los usos de los laboratorios y demas operaciones de química se refunden simplemente los retales y el casco del vidrio de vidrieras. Esta refundicion colora el vidrio; pero el color para este uso ofrece pocos inconvenientes.

Es evidente que puede darse á todos los vidrios precedentes la elaboracion necesaria para producir la vasería, y que se obtendrá á voluntad vasería blanca, verdosa, azulada ó amarilla segun la naturaleza de las materias empleadas.

Vidrio de botellas.

1437. El vidrio de botellas está formado como hemos visto anteriormente, de silice, alumina, cal, potasa ó sosa, óxidos de hierro y de manganeso. Estos últimos óxidos coloran el vidrio que debe ademas una parte de su color al carbon.

Pero sea lo que quiera, como el color del vidrio de botellas le es esencial, ó al menos no perjudica para su despacho, se fabrica en crisoles abiertos, aun sirviéndose de la

ulla como combustible. Esta circunstancia define enteramente la fabricacion y basta para dejar prever casi todos los puntos importantes de ella.

1438. *Preparacion.*—En la composicion del vidrio de botellas se hace entrar poca sosa ó potasa, y como los carbonatos de estas bases son de un precio bastante subido, no se emplean ordinariamente en las fábricas de vidrio, sino las cenizas nuevas ó la sosa de Vareck para suministrar su base alcalína. Por otra parte, las demas materias se toman en un estado de impureza que no puede convenir sino á la fabricacion de las botellas que se emplean para el vino.

Las primeras materias para la fabricacion de esta clase de vidrio son arenas amarillas y ferruginosas, residuos que provienen de la legiviacion de la sosa del comercio, cenizas legiviadas que se conocen con el nombre de *cernadas*, cenizas nuevas, sosas de Vareck y arcilla comun.

Las arenas coloreadas son preferibles á las arenas blancas, el óxido de hierro que las colora juega el papel de fundente. No tienen necesidad de ninguna lavadura ni preparacion, sin embargo se separan siempre los cuerpos estraños de un volúmen crecido, tales como las piritas, los guijarros etc. Para esto se secan bien y se pasan al través de una criba clara. La arcilla que se emplea para la composicion del vidrio es una tierra amarilla margosa; esta es la tierra de horno que contiene alumina, silice, carbonato de cal, óxidos de hierro y de manganeso; es poco legaminosa, se reduce á polvo con facilidad cuando está seca, lo que hace las mezclas mas fáciles.

Los residuos de la legiviacion de las sosas asi como las cenizas legiviadas ó cernada, se secan bien y despues se pasan por la criba si es necesario.

Las cenizas nuevas provienen ordinariamente de la combustion que se efectua en los fogones domésticos: deben preferirse aquellas que resultan de la leña nueva ó del carbon de leña: se tamizan bien y se secan antes de servirse de ellas.

La sosa de Vareck se emplea en polvo: se pasa al través de un tamiz de tela metálico muy espeso.

1439. Véanse las dósis ordinarias de estas materias:

Arena amarilla.	100 partes.
Sosa de Vareck.	30 á 40
Cernada.	160 á 170
Cenizas nuevas.	30 á 40
Arcilla amarilla.	80 á 100
Calcin ó fragmentos de botellas. . .	100

La dósis de calcin no es exacta; cuando se hace uso de crisoles nuevos se aumenta en la primera y segunda vez que se funde en ellos. Si se emplea una arena muy arcilllosa, es necesario suprimir la marga y suministrar la cal por medio de una adicion conveniente de creta. Puede emplearse el anatron ó la sosa bruta para reemplazar á la potasa que suministra la sosa de Vareck; pero aun en este caso se tiene cuidado de unir á la mezcla cierta cantidad de cenizas nuevas, para que el vidrio no esté desprovisto de potasa. En fin se emplea la sosa de Vareck en mayor dósis y se suprime la cernada, la disolucion de la arena se efectua mejor, las fundiciones con mayor rapidez, pero la hiel de vidrio se produce con mas abundancia.

Véanse las proporciones de las sustancias que deben inintroducirse en este último caso.

Arena amarilla.	100 partes.
Sosa bruta de Vareck.	200
Cenizas nuevas.	50
Calcin ó fragmentos de botellas. . .	100

Muy curioso seria el comparar la resistencia de las botellas preparadas de este modo con la de las que se obtienen por el otro procedimiento. Por lo demas este último está generalmente puesto en práctica en la actualidad ; es el que se usa tambien en Givors.

1440. El horno de fusion para el vidrio de botellas , no contiene comunmente sino seis crisoles : estos tienen de 92 á 96 centímetros de (475,64 á 496,32 líneas) de altura, y el mismo diámetro ; su grueso en el fondo es de 10 á 12 centímetros de (51,70 á 62,04 líneas). Se llenan de mezcla hasta los bordes , y cuando la materia se ha bajado convertida en vidrio se añade nueva cantidad de composicion en el crisol y se aviva el fuego. Las fundiciones se hacen con rapidez, porque la mayor parte de las composiciones del vidrio de botellas suministran poca hiel de vidrio , y no hay que perder ningun tiempo para la afinacion. La fundicion dura de siete á ocho horas y asi que ha terminado se aminora un poco el fuego, para que la materia se espese al punto necesario para poderla trabajar. Para esto se llena el fogon de leña menuda bien amontonada, se interceptan las corrientes de aire todo lo posible, evitando que toque al fuego durante el trabajo del vidrio , á fin de no reanimar la combustion. Esta preparacion se llama *hacer la brasa.*

1441. *Elaboracion.* El trabajo del vidrio de botellas es muy sencillo. El ayudante coge por medio de la caña la masa de vidrio conveniente y entrega la caña al soplador.

Este, soplando y dando vueltas sin cesar á la caña, forma poco á poco el vientre de la botella, que se concluye en un molde. Mientras la botella está en el molde, el obrero continua soplando y dando vueltas á la caña. Cuando la botella ha tomado la figura conveniente, levanta la caña y colocando la botella en una situacion vertical é invertida, es decir, la boca hácia abajo, forma el culo. Entonces se fija la caña en la parte opuesta por medio de un boton de vidrio fundido despues de haber cortado la botella por el cuello; se reborda este y se coloca el cordon que debe reforzarle, y el sello, si lo ha de llevar.

La caña pasa en seguida á manos del ayudante que la conduce al horno de recocer: allí separa la botella de la caña por medio de un ligero choque.

Comunmente se hace uso del carbon de tierra para la elaboracion del vidrio de botellas, y se calcula en general sobre 100 hectólitros (179,90900 fanegas) de carbon, para fabricar al rededor de 3500 botellas ordinarias. Estas vienen á salir en Givors á 9 francos el 100 (34,2 rs.) y se vende en fábrica á 10 francos (38 rs.)

1442. *Usos.*—El vidrio de botellas se emplea en fabricar las botellas para el vino, y para algunos aparatos grandes de química, tales como retortas, balones, etc. Estos usos no tienen necesidad de grandes detalles; pero es preciso decir algunas palabras sobre los vasos destinados á sufrir grandes presiones. Se fabrica en Francia tan gran cantidad de vinos espumosos y de aguas gaseosas, que un fabricante inteligente podria dedicándose á la fabricacion de las botellas necesarias para esta clase de industria, asegurarse un buen éxito y de mucha duracion. En efecto, estos vasos esperimentan una presion interior tan fuerte, que causa la ro-

tura de las botellas demasiado débiles, lo que ocasiona una pérdida siempre de consideracion y muchas veces desastrosa. Esta pérdida podria disminuirse, ensayando todas las botellas bajo una presion doble de la que deben soportar. Por otra parte seria indispensable el estudiar la forma de las botellas, y detenerse en aquella que pareciese mas ventajosa. Ademas seria tambien preciso el someter á unos ensayos convenientes los vidrios de diversas composiciones y preferir los que exigieran mayor esfuerzo para efectuar su rotura: en fin, es probable que se obtendrian muchas ventajas consagrando al recocido de estas botellas un cuidado particular. La primera de estas condiciones ya se ha realizado, porque M. Colardean, ha construido una máquina á propósito en la que pueden someterse las botellas á una presion conveniente para ensayarlas. No debe dudarse que la introduccion de estas máquinas en el comercio obligará muy pronto á todos los fabricantes de botellas á estudiar cuidadosamente los datos que pueden proporcionarles á punto seguro, vasos de una resistencia considerable, sin necesidad de aumentar su grueso, de una manera incómoda.

Parece segun los esperimentos practicados por la sociedad de fomento, que las botellas de vino de Champaña no resisten sino cuando pueden soportar una presion de doce atmósferas. La tension espirituosa en las bodegas es de 20 á 30 por 100 de la presion atmosférica, las botellas nuevas sometidas á la máquina de M. Colardeau resisten casi todas á 12 atmósferas, en cuyo caso la tension espirituosa solo está representada por 2 ó 3 por 100 para cada atmósfera. De aqui resulta que el modo de llenarlas y el recocido pueden tener grande influencia, por lo cual será muy conveniente buscar los medios mas á propósito para su perfeccion. Tal vez seria

ventajoso el dejar en las botellas mas vacío, y no servirse de ellas hasta despues de haberlas recocido al agua hirviendo. El premio que la sociedad de fomento ha ofrecido es bastante considerable para estimular á los fabricantes y empeñarlos en hacer los ensayos convenientes para resolver esta cuestion.

Cristal.

1443. En todas las obras antiguas se distingue indiferentemente bajo el nombre de cristal el vidrio incoloro, cualquiera que sea. Asi se confunde bajo esta denominacion comun al vidrio simple con base de potasa, al vidrio con base de potasa y de cal, en fin, al vidrio con base de potasa y de plomo. Es necesario conocer esta confusion si se quieren leer con provecho los autores antiguos que se han ocupado de la fabricacion del vidrio. En la actualidad se reserva el nombre de *cristal* al doble silicato de potasa y de plomo, que se emplea en la fabricacion de los vasos de adorno, y de diversos objetos de economía doméstica. El vidrio de la misma naturaleza al poco mas ó menos que se emplea en la fabricacion de los instrumentos de óptica, se designa mas particularmente bajo el nombre de *flint-glass*, y el que se fabrica para imitar las piedras preciosas se conoce con el de *strass*.

El cristal y el flint-glass son unos vidrios cuyo orígen inglés no puede desconocerse. Su invencion es una consecuencia natural y necesaria del empleo de la ulla en casi todas las fábricas inglesas, empleo que cuenta una época muy antigua. El preparar el vidrio blanco en un crisol abierto, usando solamente la ulla como combustible, es un problema que puede resolverse en la actualidad, pero de ninguna manera en otro tiempo muy distante de nosotros. Para preservar el vidrio del

contacto del humo que le ennegrece es necesario trasformar el crisol ordinario en una retorta de cuello corto, que tiene su boca fuera del horno. Pero bajo esta condicion, la vitrificacion se hace muy dificil para los vidrios ordinarios; seria necesario aumentar á la medida la dósis de alcalí; y hallar el medio de aumentar la fusibilidad del vidrio sin hacerle delicuescente; esto es lo que se ha realizado por medio de una adicion conveniente de protóxido de plomo. La belleza del producto le señaló bien pronto un lugar distinguido entre las diversas variedades de vidrios, y su fabricacion no tardó en propagarse por todos los paises, aun por aquellos en que no se encontraba la ulla. Pero en estas localidades, se ha podido continuar la fabricacion en los crisoles ordinarios, teniendo cuidado de conducir el fuego de leña, de manera que se evite en lo posible la produccion de humo, y modificando ligeramente la dósis de las materias empleadas. En la actualidad, la mayor parte de los vidrios destinados á recibir las labores del tallado se hacen de cristal.

1444. No es el cristal por lo tanto de una invencion moderna, ó al menos, si ha sido preciso inventarlo de nuevo, es tambien muy cierto que ha sido ya conocido en una época muy antigua. Esto se ha demostrado por un análisis practicado en 1787, con el *espejo* llamado *de Virgilia*, por M. Fougeroux de Bondaroy. Este espejo, cuyo peso era de 30 libras, pulido en sus dos superficies, trasparente pero coloreado de un verde amarillento, contenia lo menos la mitad de su peso de óxido de plomo, y ofrecia ademas todos los caractéres del cristal. Este espejo estaba conservado en el tesoro de San Dionisio, despues de los primeros tiempos de su formacion, lo que señala á su fabricacion una época muy anterior al descubrimiento del cristal moderno. Por lo demas es evidente

que su nombre no tiene exactitud, ni demuestra de ninguna manera que haya pertenecido á Virgilia, ni que cuente una antigüedad tan remota. Esta pieza prueba únicamente que se ha sabido fabricar el cristal hace mucho tiempo, que se han conocido bastante bien los procedimientos de fabricacion, puesto que ha podido formarse un espejo de dimensiones tales, que aun en la actualidad seria notable, y que este secreto ha estado perdido durante el trascurso de muchos años.

El hacer el cristal ha sido cosa facil, pero para llegar á la preparacion del cristal incoloro, han sido necesarias muchas tentativas, muchos ensayos que han podido desanimar á los esperimentistas en muchas ocasiones. Seria muy natural admitir que la posibilidad de hacer un cristal coloreado, como el espejo de Virgilia, era conocido de muchos químicos antiguos, sin que de aqui pudiera concluirse que sabian igualmente preparar un cristal puro y sin color como el nuestro.

1445. *Preparacion.* Muchos óxidos metálicos son susceptibles de combinarse con la silice, y de producir por este medio silicatos que puedan mezclarse facilmente con los silicatos alcalinos, pero la mayor parte de estos silicatos estan coloreados. El protóxido de plomo y el óxido de bismuto parecen los únicos que pueden producir silicatos poco teñidos, y por consiguiente vidrios incoloros por su mezcla con el silicato de potasa en la dósis conveniente. Siendo el óxido de bismuto mucho mas caro que el de plomo, solo se emplea este último para la fabricacion del cristal ordinario.

El cristal bien preparado no tiene color. Es mas traspa-rente, mas limpio, mas brillante y pesado que el vidrio comun. Todas estas ventajas las debe al silicato de plomo; pero como este último está por sí mismo coloreado en amarillo,

sucede que cuando la cantidad es demasiado grande, comunica al cristal un viso amarillento.

Es preciso per lo tanto, mantener en un grado conveniente la proporcion de silicato de plomo. Debe evitarse ademas el introducir demasiada cantidad de este silicato, bajo cualquiera otro punto de vista. El silicato de plomo es mucho mas tierno y mas facil de rayar que los silicatos alcalínos, de donde resulta, que poniendo esta sal en cantidad demasiado grande, podria hacer al cristal tan facil de rayar por el menor frotamiento, que no se pudiera emplear en la mayor parte de los usos domésticos á que se destina. Por otra parte esta adicion le haria mas caro y pesado y seria al menos inútil hacerla, aun prescindiendo de los motivos precedentes. No debe creerse, como parece admiten muchos escritores que la gran densidad del cristal sea una ventaja, sino por el contrario un inconveniente muy real; es necesario no considerarla sino como un medio facil de manifestar que el cristal contiene bastante silicato de plomo, para poseer todas las cualidades que por otra parte le hacen tan preferible á los otros vidrios.

1446. Asi como no puede emplearse en la fabricacion del cristal sino el silicato de plomo, tampoco puede asociarse á este, sino el silicato de potasa si se quiere obtener un cristal muy blanco. El silicato de sosa produce siempre un vidrio azul ó verde, cuyo color se hace sensible y desagradable en los objetos gruesos que comunmente se fabrican de cristal.

Tal vez estaríamos dispuestos á admitir que pudiera emplearse el silicato de sosa en esta fabricacion, teniendo la precaucion de elaborar solamente vasos muy delgados; pero como los vasos de cristal se destinan en general á recibir las molduras ó los adornos tallados, no puede de ningun modo disminuirse mucho su espesor. Ademas, el recocido seria

una operacion muy dificil, si se pretendia fabricar vasos de dimensiones muy crecidas, sin darles el grueso proporcionado. El cristal es demasiado fusible para impedir con facilidad, que estos objetos se desfiguren durante la recocion.

Por estos motivos el cristal está destinado necesariamente á producir objetos gruesos, y esta es la causa porque solo pueden emplearse en su fabricacion los silicatos incoloros de plomo y de potasa; no pueden tampoco emplearse por consiguiente sino materias muy puras y exentas absolutamente de óxidos colorantes para obtener estos dos silicatos.

1447. La silice debe, pues, ser muy blanca y estar privada absolutamente de óxidos de hierro ó de manganeso. La arena de Estampas, la de Aumon, la de Lonjumeau, la de Fontenebleau y otras muchas tambien pueden servir, sobre todo si se tiene cuidado de lavarlas con ácido hidro clórico dilatado en agua, para quitarle algunas señales de óxido de hierro ó de manganeso, que pueda contener.

El carbonato de potasa debe purificarse primero, disolviéndolo en el agua, decantando la disolucion bien clara y haciendo evaporar el licor. Todos los óxidos colorantes se depositan, y por la evaporacion se obtiene carbonato de potasa mezclado con otras sales, pero privado al menos de los óxidos de hierro ó de manganeso. Si el nitrato de potasa fuera de un precio económico, podria emplearse en reemplazo del carbonato.

El protóxido de plomo del comercio rara vez se encuentra puro. Contiene las mas veces óxidos de cobre, de hierro ó de manganeso en cantidad demasiado grande para poder producir con el cristal sin color. Por esto se fabrica espresamente el óxido de plomo que se destina á la formacion del cristal. En general, se elige para este efecto un plomo muy pu-

ro, que se oxida con cuidado para evitar la introduccion de materias estrañas y perjudiciales. Se tiene por uso el llevar la oxidacion de plomo hasta el estado de deutóxido ó *de minio*. No por esto el cristal contiene *minio*, porque este pierde por el calor una porcion de su oxígeno y vuelve á pasar al estado de protóxido que es el único que hace parte del cristal. Pero es ventajoso y aun probablemente indispensable, el suministrar á la mezcla que debe producir el cristal, un cuerpo susceptible de ceder el oxígeno al principio de la fusion.

Se ha creido que este desprendimiento de oxígeno era necesario para producir en el vidrio la agitacion que impide á este producto el separarse en capas de diversas densidades. Pero reflexionando sobre este punto cualquiera puede convencerse de que la descomposicion del minio se termina mucho tiempo antes de que se produzca la fundicion. El oxígeno que se desprende del minio tiene muy probablemente por objeto el quemar una materia orgánica análoga á la ulmina que se encuentra en gran cantidad en el salino; materia que se descompone en parte, calcinando este último para hacer la potasa, pero que se encuentra todavia en las potasas del comercio, en cantidad muy notable. Esta materia puesta en contacto con el protóxido, le reduciria al estado metálico, teñiria el cristal, mientras que quemada por el oxígeno del minio desaparece sin dejar señal de su existencia.

Es evidente que podria llegarse al mismo resultado sirviéndose del nitrato de potasa en vez del carbonato y que entonces podria reemplazarse el minio por el protóxido de plomo puro.

1448. *Dosis*. Las composiciones varian por lo demas, como para todos los vidrios, segun el estado de los hornos y

la naturaleza del combustible. Véanse las composiciones para los hornos de ulla y en crisoles abiertos.

Arena pura.....	300 partes
Minio.....	200
Carbonato de potasa purificado.	100
Greda blanca.....	300

En caso necesario se añade, asi como en las composiciones siguientes:

Oxido de manganeso.	0,45
Acido arsenioso.....	0,60

Esta es la dósis mas ordinaria; pero se obtienen productos mas hermosos y durables con la siguiente:

Arena pura.....	300 partes
Minio.....	200
Carbonato de potasa purificado.	90 á 95

Cuando el horno tiene buen tiro puede disminuirse hasta este punto la dósis de la potasa, en el invierno por ejemplo; pero en estío generalmente hay precision de usar la dosis precedente ó recurrir á la siguiente:

Arena pura.....	300 partes
Minio.....	215
Carbonato de cal purificado.	110
Nitrato de potasa.....	10
Borax.....	12

1449. En las composiciones que deben vitrificarse en

crisol abierto en un horno alimentado con leña, puede reducirse la dósis del minio: el calor es bastante intenso para esto. Sin embargo, el empleo de la arena, del minio y del carbonato de potasa, en las relaciones ordinarias de 3, 2 y 1, no ofrece ningun inconveniente.

Esta disminucion de minio se hace por economía que permite la naturaleza del combustible. Bien se concibe que pudiera reducirse mucho la cantidad de minio, pero siempre seria á espensas de la bondad de los productos. No debe aminorarse la dósis siguiente, si se desea obtener un hermoso cristal.

Arena	300 partes
Minio	180
Carbonato de potasa purificado.	120
Greda blanca	300
Acido arsenioso	0,45
Oxido de manganeso	0,60

Mezcladas las sustancias que deben componer el cristal, se introducen en los crisoles que estan ya colocados en el horno, la materia entra en fusion al cabo de algun tiempo. Para obtener una fusion perfecta deben pasar 14 horas de fuego, y 14 para el trabajo del vidrio, suponiendo que se trate de un crisol susceptible de contener 300 kilógramas (654 libras de mezcla.)

1450. *Elaboracion.* El cristal se trabaja del mismo modo que el vidrio ordinario, pero permite muchas manipulaciones que el vidrio no puede soportar sino dificilmente. Estas se refieren á la fusibilidad del cristal que es mucho mayor que la del vidrio, y sobre todo á la dificultad con que el cristal se devitrifica, lo que permite ablandarle al fuego mu-

chas mas veces que el vidrio comun. A la reunion de estas dos circunstancias debe el cristal probablemente el notable pulimento de sus superficies, pulimento que le coloca en el primer rango entre las materias vítreas.

Soplando el cristal en moldes de bronce se obtienen vasos que presentan relieves ó incrustaciones muy limpias, pero sin embargo, muy fáciles de distinguir por la dulzura de sus aristas de las que se obtienen por el tallado.

La poca dureza del cristal le hace mas á propósito para el tallado que á los demas vidrios. Esta operacion que se divide en cuatro épocas distintas, se ejecuta sin embargo, con una rapidez verdaderamente admirable. Se bosqueja la pieza en una muela de hierro con arena; despues se dulcifica ó afina en otra muela de arena, que hace desaparecer el grano grosero que ha dejado la operacion precedente; en fin, se pule la superficie, en una muela de madera con piedra pomez desde luego, y para concluir en otra muela de corcho, con la potea de estaño.

Hace algunos años que se construyen globos para los quinqués, á los cuales se priva del pulimento ya sea por la superficie interior ya por la esterior. En esta última se concibe bien como puede ejecutarse la operacion, pero en la superficie interior no puede seguirse el mismo procedimiento, y el de pulido se ejecuta de otra manera muy distinta. Para esto se introduce en el globo arena de grano muy igual; se disponen sobre un tambor cierto número de estos globos, y se imprime al tambor un movimiento de rotacion, por cuyo medio la superficie interior de todos los globos se encuentra deslustrada prontamente y con igualdad.

Flint-glass.

1451. El flint-glass, es como ya hemos dicho, aquella variedad de cristal que se consagra á las necesidades de la óptica. Este cristal debe tener una gran densidad, lo menos de 3 á 6. Debe estar poco ó nada coloreado; ser muy homogéneo, sin burbujas ni estrías. Esta última condicion parece muy dificil de llenar, particularmente cuando se quieren obtener grandes masas para los anteojos astronómicos de mucho diámetro.

Parece que el flint-glass se preparó durante mucho tiempo por los fabricantes de cristal, que hallaban en varios puntos de sus crisoles un cristal conveniente para los instrumentos de óptica. Pero el problema de la fabricacion constante y regular de flint-glass quedó siempre por resolver, hasta que Mr. Guinand se ocupó de su investigacion. Este artista ingenioso ha llegado á producir unas masas de flint-glass susceptibles de suministrar unos objetivos de 12 pulgadas de diámetro, dimension hasta entonces desconocida. Comunicado su secreto por él al célebre Frauenhoffer, ha sido esplotado por ambos durante muchos años, sin haberse podido descubrir. Despues de su muerte, uno de los hijos de Mr. Guinand, poseedor del secreto de su padre, ha continuado la fabricacion del flint-glass, en los alrededores de Neulchatel. El otro intentó vanamente reproducirlo en la hermosa fábrica de Choisy. Despues de las inútiles tentativas de este último, los señores Tibeaudeau y Bontams, directores de este establecimiento, han llegado á producir masas de flint-glass de unas dimensiones iguales cuando menos á las mas hermosas de Mr. Guinand, padre. Forzoso es esperar que la Francia ha-

rá la adquisicion de esta industria, y que los ópticos franceses no tendrán que recurir á las fábricas estrangeras.

1452. *Preparacion.* La preparacion del flint-glass debe ser análogo á la del cristal ó á la del strass. Es probable que se obtenga con unas proporciones mas ó menos análogas á estas·

Arena pura.....	300
Minio.....	300
Potasa.....	150
Borax.....	10
Acido arsenioso.....	0,45
Oxido de manganeso.	0,60

Pero las cantidades de borax pueden aumentarse, y aun parece útil el reemplazar una parte de la silice por el ácido bórico.

1453. *Elaboracion.* En la elaboracion sobre todo es donde debe evitarse que el flint-glass se estrie ó adquiera burbujas, que es en lo que consiste el secreto de esta fabricacion. Se dice que Mr. Guinand padre se procuraba masas brutas que descubria en seguida en diversas direcciones hasta que encontraba una porcion bien pura. Esta la separaba de la masa y la quitaba todos los puntos impuros, y despues la volvia á introducir en el horno para reblandecerla y hacer desaparecer todas las señales de su trabajo. Es muy probable que la fabricacion se efectue de una manera mas ó menos análoga á esta, porque parece muy dificil obtener á punto fijo grandes masas de flint-glas sin estrias.

Strass sin color y coloreados.

1454. Hace mucho tiempo que los químicos habian hecho conocer los procedimientos que convienen para la fabricacion de las piedras artificiales que se usan en la bisutería. Merret, Neri, Kunkel, Orschal, Haudicgner de Blancourt, Montani y Leviel, han dado con respecto á este particular, algunas recetas mas ó menos practicables. Bullion y Fontanieu han dado otras nuevas y uno y otro han establecido con mucha claridad los principios de este arte. Asi la composicion del strass se conoce hace lo menos sesenta años, y sin embargo hasta estos últimos no se han establecido en Francia fábricas en estado de rivalizar con las de Alemania, para la preparacion de las piedras preciosas artificiales.

M. Donault Wieland ha desplegado en esta fabricacion un celo y una intelijencia tan notables, que se le debe considerar como el verdadero autor de las perfecciones que ha recibido la preparacion del strass de poco tiempo á esta parte. Llevado por un sentimiento digno de elogio, y juzgando con razon que el trabajo publicado sobre esta materia por M. Fontanieu era insuficiente é inexacto, no se ha detenido en hacer conocer los procedimientos que le son propios.

1455. *Strass incoloro.* La base de todas las piedras artificiales, es el strass incoloro, que teñido por los silicatos de bases metálicas producen las imitaciones de piedras coloreadas. Tallado sin ninguna adicion sirve para imitar el diamante.

El strass se prepara con la silice, la potasa, el borax, y el óxido de plomo. Algunas veces se añade á estas materias el ácido arsenioso. Como el objeto es obtener un producto

bien puro, es preciso tener mucho cuidado en la eleccion de las primeras materias.

La silice puede tomarse en el estado de cristal de roca, de arena ó de pedernal. El cristal de roca produce un vidrio mas blanco; el pedernal contiene siempre un poco de hierro, que comunica al vidrio el color amarillo; lo mismo sucede con la arena mas pura: uno y otro tienen necesidad de lavarse con el ácido hidro-clórico. Para pulverizar y tamizar el cristal de roca asi como los pedernales, se los enrojece al fuego y se echan de repente al agua fria.

La potasa no debe estar mezclada con otras sales. M. Douault Wieland escogia la mejor potasa, ó bien tomaba la potasa alcohólica; pero el empleo del nitrato de potasa me parece muy preferible, en razon de la pureza constante de esta sal.

El borax del comercio, el de Holanda, por ejemplo, produciria un vidrio moreno; por esto es preferible el ácido bórico cristalizado.

El óxido de plomo se emplea en el estado de minio bien puro. La pureza absoluta del carbonato de plomo, precipitado del sub-acetato por el ácido carbónico, podria empeñar á poner en uso el albayalde de Clichy; este produce en efecto un vidrio muy hermoso, pero no está exento de burbujas.

La eleccion de los crisoles es muy importante. Los de Hesse son mucho mejores que los de porcelana. Los crisoles coloran algunas veces la materia en amarillo ó en pardo, cuando su superficie interior deja escapar algunas partículas de hierro. Este inconveniente no le presentan los crisoles de porcelana dura, pero se rompen ó agujerean muchas veces, y son muy permeables.

Para fundir la materia se usa un horno terroso ó un hor-

no de porcelana, y los crisoles permanecen 24 horas al fuego poco mas ó menos. Cuanto mas tranquila y prolongada es la fusion tanta mayor dureza y hermosura adquiere el strass. Teniendo buenos crisoles puede hacerse uso de un horno de porcelana; pero cuando los crisoles no resisten mucho, es preciso servirse de un horno terroso.

1456. M. Donault ha fabricado con buen éxito un strass muy hermoso, empleando muchas proporciones. Las cuatro mezclas siguientes han producido buenos resultados.

Productos empleados.	N.° 1.	N.° 2.	N.° 3.	N.° 4.
Cristal de roca	300	.....	300	.....
Arena	.....	300	.....	30
Minio.....	470	.....	462	.....
Albayalde de Clichy.	.....	514	.....	512
Potasa alcohólica.....	163	96	168	96
Borax.....	22	27	18	27
Acido arsenioso	1	1	0,5	1

Ya se advierte que el strass por la composicion se aproxima mucho al flint-glass.

El strass incoloro solo se usa en la bisutería. Se emplea para imitar los diamantes que tan buen éxito han merecido en estos últimos tiempos, por la perfeccion singular de estos diamantes bajo todos aspectos.

Con el cristal de roca se obtiene segun parece un strass mas duro que el que produce la arena ó el pedernal; pero es algunas veces demasiado blanco, lo cual no presenta ninguna ventaja para la formacion de las piedras pequeñas y medianas: estas tienen menos oriente y lanzan menos fuegos

que aquellas cuya materia está ligeramente coloreada en amarillo. Esta tinta desaparece en la talla de las piedras.

1457. *Strass coloreados.* Estos strass estan destinados á la imitacion de diversas piedras naturales mas ó menos estimadas en el comercio de la bisutería. Bajo este aspecto, el arte de hacer el strass es en algun tanto un arte limitado; porque desde que han podido obtenerse unas copias exactas de las piedras que se emplean en la joyería, se ha llenado el objeto de esta fabricacion. En efecto, seria en vano obtener uu strass admirable por sus bellos matices; si este strass no imitara con perfeccion á cualquiera de las piedras preciosas, seria desechado por los consumidores. Es necesario no perder de vista que estos desean adquirir á un precio moderado las piedras de una imitacion bastante perfecta para que un ojo poco diestro las confunda con las verdaderas piedras finas, de un valor mucho mas considerable. Asi el strass mas perfecto, no tendria ningun valor si no imitara bien, porque no podria alucinar á nadie.

Los fabricantes de strass estan limitados con respecto á los colores y aun á la intensidad de estos. Asi, aunque bajo todos aspectos hubiéramos debido colocar la fabricacion de los strass coloreados, con los vidrios teñidos ó pintados, nos ha parecido mas cómodo para el lector, reunir aqui el pequeño número de recetas que componen este arte, trasladando todo lo concerniente á la teoria general de la coloracion de los strass para el capítulo de los vidrios coloreados de que hacen parte evidentemente.

En la fabricacion de las piedras artificiales hay precision de tomar muchas precauciones y cuidados, que solo la práctica puede dar á conocer. Las materias deben estar pulverizadas y aun molidas con mucha delicadeza. Las mezclas solo

se hacen bien por una tamizacion repetida. No debe emplearse el mismo tamiz para diferentes composiciones por mucho cuidado que se ponga en limpiarle despues de la operacion. En fin, para obtener unas masas bien fundidas, bien homogéneas, sin estrias ni burbujas, es necesario emplear sustancias puras y mezcladas en un estado de tenuidad estremado; elegir los mejores crisoles, fundir la materia á un fuego graduado y bien igual en su maximum de temperatura; dejar la materia en el fuego durante 24 ó 30 horas, y hacer enfriar los crisoles con mucha lentitud, para que la materia esperimente una especie de recocido.

1458. *Topacio.* Esta composicion está sujeta á muchas variaciones durante la fundicion, en razon al grado de temperatura ó á la duracion del fuego. Pasa con facilidad desde el blanco del strass al amarillo de azufre, al violeta, y al rojo de púrpura, segun las circunstancias, que aun no estan bien conocidas. Esta materia puede compararse al *rubin-glass* de los alemanes y de los italianos.

Véase la receta de M. Donaulti

Strass muy blanco...	1000
Vidrio de antimonio.	40
Purpúra de casio....	1

Es necesario elegir el vidrio de antimonio lo mas trasparente posible y de un amarillo rojo de naranja claro.

Con el hierro solo puede obtenerse un topacio muy bello haciendo la mezcla siguiente:

Strass.....	1000
Oxido de hierro.....	10

1459. *Rubí.*—Esta es la mas rara y la mas cara de las piedras artificiales. La preparacion del topacio suministra un medio para obtener constantemente y á voluntad los rubíes mas hermosos. La mezcla del topacio produce muchas veces una masa opaca, trasluciente en sus bordes y que reducida á láminas delgadas presenta un color rojo por traspa-rencia. Una parte de esta materia, *topacio opaco*, y 8 de strass, fundidas en un crisol de Hesse y espuestas durante 30 horas al fuego de un horno terroso, dan por resultado un hermoso cristal amarillo semejante al strass. Refundido este cristal al soplete produce el rubí de Oriente mas bello que se conoce.

Puede obtenerse un rubí de menos hermosura y de una tinta diferente empleando las siguientes proporciones:

Strass incoloro.....	1000
Oxido de manganeso.....	25

1460. *Esmeralda.* La esmeralda es muy facil de fabricar. La que sale mejor resulta de la mezcla del óxido verde de cobre con el strass incoloro. Si se añade óxido de cobalto el vidrio que se obtiene presenta reflejos azulados. La composicion quo mejor imita á la esmeralda natural es la siguiente:

Strass incoloro.....	1000
Oxido de cobre, puro.....	8
Oxido de cromo.....	0,2

Aumentando la proporcion de cromo ó de óxido de cobre, y mezclando óxido de hierro, puede variarse el matiz verde é imitar á la esmeralda subida.

1461. *Zafiro.* Para producir un color de un hermoso azul oriental es necesario emplear un strass muy blanco, y el óxido de cobalto muy puro. Esta composicion debe ponerse en un crisol de Hesse, enlodarle y esponerle al fuego durante 30 horas: las proporciones son las siguientes:

Strass incoloro.....	1000
Oxido de cobalto.....	15

1462. *Amatista.* El color de esta piedra debe ser muy hermoso y aterciopelado para que se le dé alguna estima. Las proporciones que producen mejor resultado son las siguientes:

Strass incoloro.....	1000
Oxido manganeso.....	8
Oxido de cobalto.....	5
Púrpura de casio.....	0,2

1463. *Aqua-marina.* Esta es una piedra de poca estima, aun cuando sea natural. Es una esmeralda pálida, que tira mas bien al azul que al verde é imita bastante el color del agua de mar. Se obtiene mezclando:

Strass incoloro.....	1000
Vidrio de antimonio.....	7
Oxido de cobalto.....	0,4

1464. *Granate sirio.* Esta piedra, que los antiguos llamaban *carbunclo*, tiene un color vivo que la hace apreciar. Se emplea sobre todo en las joyas pequeñas. El granate artificial

es una especie de rubí subido que se fabrica segun la fórmula siguiente:

Strass incoloro.....	1000
Vidrio de antimonio.....	500
Púrpura de casio.....	4
Oxido de manganeso.....	4

Esmaltes.

1465. Segun nuestra acepcion esta palabra no designa sino la especie de materia vítrea en cuya composicion se hace entrar el ácido estánico. Observemos sin embargo, que muchas veces se confunden bajo este nombre unos productos muy diferentes, que no tienen otra cosa de comun con el esmalte blanco estanífero, que el uso que se hace de ellos para esmaltar diversos cuerpos, es decir, para cubrirlos de una capa vítrea. Pero es muy evidente, que tomando las precauciones convenientes, toda materia vitrificable podra servir para esmaltar, y que si el esmalte constituye una especie particular entre los cuerpos vítreos, no es en razon de sus usos tégnicos, sino mas bien porque el esmalte comun que se emplea las mas veces, se separa perfectamente de todos los demas vidrios por la presencia del ácido estánico.

Ya hemos visto anteriormente que el esmalte blanco se compone de silice y de ácido estánico, unidos al óxido de plomo y á una base alcalína. Examinemos ahora por que procedimientos puede obtenerse este producto.

1466. Se hace una aleacion de quince partes de estaño para 100 de plomo; se calienta al contacto del aire hasta el grado rojo: la aleacion entra en ignicion por varios puntos y se oxida con rapidez. La capa de óxido que se forma se va

reuniendo á medida que se produce, y se tiene cuidado de mantener á descubierto el baño metálico. Cuando toda la materia se ha oxidado se la reduce á polvo y diluye en el agua. Se dejan aposar las porciones groseras, se decanta el licor que se halla turbio todavia y se recoge aparte todo el polvo fino que estaba en suspension. Esta operacion se vuelve á empezar, teniendo cuidado de calcinar nuevamente de tiempo en tiempo el residuo grosero para oxidar las partes que puedan hallarse todavia en el estado metálico.

Cuando por este medio se ha obtenido el estamiato de plomo *ó calcina*, reducido á polvo suficientemente fino y bien purgado de toda porcion metálica, se procede á la mezcla que debe suministrar la materia á propósito para producir el esmalte. Esta mezcla está formada de

Arena sílicea.....	100
Calcina.....	200
Carbonato de potasa.....	80

Esta mezcla se introduce en un crisol que se espone á una temperatura poco elevada, y solo suficiente para recocer ó determinar cuando mas un principio de fusion en la superficie; esta cocion sirve de base á todos los esmaltes.

La potasa puede reemplazarse por el carbonato de sosa y aun por la sal marina; pero estas sustituciones producen unos esmaltes dotados de propiedades particulares.

1467. En los autores antiguos se indica una dósis de materia alcalína mucho mas debil, pero tambien se emplea el talco en vez de la arena sílicea, y en este caso la base alcalina se halla suministrada por el talco. Asi, por ejemplo la receta dada por Neri, se reduce al poco mas ó menos á los elementos siguientes:

50,00 talco.....	Silice.....	25
	Alumina.....	13
	Cal ú óxido de hierro....	3,45
	Potasa.....	8,75
50,00 calcina en partes iguales de plomo y estaño.....	Acido estánico.....	26
	Oxido de plomo.....	24
0,50 Potasa.....	Potasa.....	0,30
100,50 esmalte.		100,50

Es muy evidente que las propiedades de semejante compuesto, no pueden asemejarse exactamente á las del compuesto que desde luego hemos indicado. Es cierto que el óxido de hierro debe ser perjudicial, pero es muy posible que la cal ó la alumina jueguen un papel favorable.

Es muy útil pues, observar que Clonet considera como necesario emplear una mezcla de 3 partes de arena silicea y una parte de talco, al menos como materia silicosa. El efecto del talco puede imitarse hasta cierto punto, cociendo de antemano la arena pura con la potasa; pero esta cocion no introduce alumina en el esmalte, y tal vez su presencia es de alguna utilidad.

1468. La naturaleza de la calcina no esta menos sujeta á variar que las proporciones de las otras sustancias. Acabamos de indicar las dos aleaciones estremas, á saber: 100 partes de plomo y 100 de estaño, ó bien 100 de plomo y 15 de estaño; pero se concibe, que podrán emplearse todas las partes intermedias. Estas variaciones comunicarán sin

embargo, al esmalte cualidades particulares, y teniendo estas en cuenta, asi como todas aquellas que acabamos de mencionar, se comprende con facilidad, el por qué la fabricacion del esmalte ha podido ser un secreto por espacio de tantos años. En efecto, todos los alfareros saben muy bien preparar el esmalte que emplean como cubierta sobre la loza comun, pero cuando se trata del esmalte que se aplica sobre los metales, es muy dificil, á lo que parece, el producirle con seguridad segun se desea.

Los venecianos han conservado este ramo de industria, tan limitado por otra parte, que no merece la pena de buscar los medios de apoderarse de él. En Francia sin embargo, se fabrican hace mucho tiempo unos esmaltes susceptibles de rivalizar con los de Venecia. M. Lambert, que se ha ocupado muy detenidamente de esta parte de la química práctica, posee en Sébres un establecimiento susceptible de llenar todas las necesidades del pais.

1469. Cuando se ha obtenido la cocion ó frita por uno de los procedimientos que acabamos de esponer, falta someter el esmalte á la fusion, y privarle de toda coloracion accidental. Esto se consigue añadiendo la dosis conveniente de peróxido de manganeso. Se practican desde luego en pequeño algunos ensayos con diversas mezclas. Cuando hay una seguridad sobre las proporciones que deben emplearse, se mezcla la frita reducida á polvo, con el peróxido igualmente pulverizado; se pone todo en un crisol, y se funde á un fuego de leña muy activo y bien puro ó exento de humo. Cuando la materia está en fusion, se vierte en el agua y se pulveriza. Esta operacion se repite tres ó cuatro veces; se le da en fin la ultima fusion al esmalte y se introduce en el comercio.

1470. En el esmalte puede muy bien sustituirse el ácido antimónico al ácido estánico, pero en este caso es preciso evitar el empleo del óxido de plomo. Parece que el compuesto que se obtiene de este modo, conviene mejor para los esmaltes coloreados en púrpura ó en azul. M. Clonet da las siguientes proporciones como las mas convenientes.

300 de vidrio blanco.
100 de borax.
25 de nitro.
100 de antimonio diaforético lavado.

1471. La coloracion de los esmaltes se hace por medio de las mismas sustancias que las del strass, á escepcion de ser mayor la dósis en lo general. En cuanto al empleo de los esmaltes es bastante variado. Cuando tratemos de las lozas haremos conocer uno de los mas importantes, es decir, la preparacion y aplicacion del esmalte ó cubierta á las lozas comunes. Al ocuparnos de las pinturas vitrificadas trataremos de las aplicaciones del esmalte al arte de esmaltar los metales, como tambien sobre el arte de pintar en esmalte, que se hallará reunido al de pintar sobre porcelana, y sobre vidrio, al cual toca con mayor proximidad.

CAPITULO XI.

Vasos terrosos.

1472. Conocemos bajo la denominacion general de vasos terrosos no solamente los vasos de adorno y los que se emplean en el uso doméstico, fabricados con tierra arcillosa,

cocida y barnizada, sino tambien todos los objetos cualquiera que sean, preparados con las arcillas sometidos à la accion del fuego. Por consecuencia, los ladrillos mas ordinarios, las ejas, las baldosas, etc., se hallarán colocados en este capítulo al lado de los vasos terrosos mas esmerados.

El arte de elaborar la arcilla y endurecerla por medio de una cocion conveniente, parece ser uno de los primeros que los hombres han puesto en práctica. Desde que la civilizacion en su primer tiempo introdujo el uso de los alimentos cocidos, se vieron aparecer los vasos terrosos, mas ó menos ordinarios destinados á su cocion. Se observará mas adelante y no sin alguna sorpresa, la clase de uniformidad que reina en los procedimientos ó en los productos de esta industria, entre los pueblos salvages ó al menos poco civilizados, por mas que se les examine á grandes distancias de lugares y de épocas.

El arte de fabricar los vasos terrosos ha llegado en la actualidad á un grado de perfeccion notable en la parte práctica si bien en la teoría quedan todavia una multitud de pormenores difíciles de esplicar. Al presentar en este capítulo todas las cuestiones de teoría á que nos ha parecido referirse la fabricacion de los vasos terrosos, no hemos tenido la pretension de poderlas resolver, pero esperamos al menos que una vez sentadas estas cuestiones, será facil llegar á su solucion completa, bien sea combinando de un modo conveniente los hechos observados en las fábricas, bien sometiendo las primeras materias y los productos á unos análisis ejecutados cuidadosamente.

1473. Los resultados á que nos ha conducido el estudio de los vidrios, nos permite formar una idea general bastante clara de los vasos terrosos. Podemos en efecto, representar-

nos á *priori* la clase de reaccion que debe efectuarse entre las materias que se emplean para la fábricacion de estos vasos, cuando se esponen á la accion del fuego.

Las mezclas naturales ó artificiales que componen las pastas de los vasos terrosos, pueden clasificarse del modo siguiente:

Silice, alumina.....	Tipo ideal.
Silice, alumina, cal	Arsénico, loza, crisoles, ladrillos, baldosas, tejas etc.
Silice, alumina, óxido de hierro	
Silice, alumina, cal, óxido de hierro.	
Silice, alumina, potasa.....	Porcelana dura.
Silice, alumina, sosa.....	Porcelana tierna.
Silice, alumina, magnesia.....	Porcelana de Piamate.
Silice, alumina, barita.....	Arenisca fina inglesa.

Una arcilla, formada de silice y alumina, perfectamente pura, es un tipo ideal que muy rara vez presenta la naturaleza.

Asi, aun cuando puede afirmarse, que una arcilla semejante produciria verdadero vidriado, parece cierto al menos que las combinaciones que se forman en los productos terrosos ordinarios son mas complicadas. En esta clase de productos, la parte esencial, ó al menos la mas abundante, consiste en silice y alumina. Esta mezcla es ya por sí misma susceptible de adquirir al fuego la dureza y la densidad necesarias, pero la adicion de una base cualquiera aumenta su fusibilidad. Así, puede concebirse que las otras bases designadas anteriormente, forman con la alumina y la silice, dobles silicatos vitrificables, en cantidad mas ó menos crecida. Diseminados estos, en la pasta formada por el silicato simple de alumina, por la silice, ó por la alumina en esceso, contribuyen poderosamente á darla cohesion y dureza.

En resumen, tendremos en la pasta de los vasos terrosos.

Silicatos de muchas bases.....	Fusibles.
Silicato de alumina.....	Infusibles, pero susceptible de endurecerse al fuego.
De silice ó de alumina en esceso..	Infusibles y casi inalterables al fuego.

La relacion de estas diversas sustancias entre sí, su naturaleza y el grado de fuego á que se somete, son otras tantas circunstancias que ejercen, á no dudarlo, una influencia muy grande sobre la naturaleza de los productos. Cuando hayamos examinado en particular cada uno de estos, será mas facil hacer la separaciou de estas diversas circunstancias.

1474. Los principios constituyentes de los vasos terrosos ofrecen el mejor medio de clasificacion para una obra de esta naturaleza. Por lo demas, los grupos que resultan estan en relacion con los que se obtendrian por los caracteres sacados de la naturaleza de los productos, mirados bajo el aspecto técnico; por esto las clases que hemos formado son precisamente las mismas que M. Bronguiart ha establecido hace mucho tiempo en el artículo *Arcilla* del Diccionario de ciencias naturales.

1.° *Porcelana mate.* Silice, alumina, potasa, sosa y cal.

2.° *Porcelana china.* Silice, alumina y potasa.

3.° *Porcelana del Piamonte.* Silice, alumina, magnesia.

4.° *Arenisca.* Silice, alumina, y algunas veces barita ó cal ú óxido de hierro.

Productos de barro. Silice, alumina, y algunas veces cal.

6.ª *Loza comun.* Silice, alumina, óxido de hierro y cal.

7.° *Ladrillos y crisoles refractarios.* Silice, alumina con señales de cal ó de óxido de hierro.

8.° *Ladrillos comunes, baldosas, tejas,* etc. Silice, alumina, óxido de hierro y algunas veces cal.

Lo mismo que hemos practicado en el vidrio, haremos preceder en el exámen de cada una de estas especies, á la esposicion sumaria de los caracteres generales de estos productos y de los procedimientos que se emplean para su fabricacion.

1475. *Primeras materias.* El alfarero emplea un gran número de primeras materias, unas para la fabricacion de las pastas, otras para los baños que las cubren, y otras muchas para los adornos que aplican á la superficie de las piezas.

Los adornos metálicos se obtienen por medio de los metales nobles, como el oro y el platino. Las coloraciones por medio de los óxidos metálicos, susceptibles de producir silicatos coloreados, inalterables al fuego. Los óxidos de cobalto, de cromo, de hierro, de cobre, de manganeso, de zinc, de antimonio, de urano, y algunos otros se hallan en este caso.

Los baños ó cubiertas son siempre unos vidrios. Pero unas veces se hacen con sustancias suministradas por la naturaleza, en cuyo caso se halla el felspato, que sirve para cubrir la porcelana dura: otras se componen de elementos análogos á los del felspato ó á los del vidrio de botellas, pero resultan siempre de mezclas artificiales. Otras, en fin, son producidas por el esmalte ó por una especie de cristal, y son tambien el resultado de mezclas combinadas de diversas maneras. El óxido de plomo, ó mas bien el silicato de plomo, juega un papel muy principal en la preparacion de estos baños.

Las pastas se preparan por medio de diversas sustancias

que pueden clasificarse de dos maneras. En efecto, para que la elaboracion de las piezas sea facil, es necesario que la pasta sea legaminosa, ductil, susceptible por consecuencia de alargarse, plegarse y estenderse bajo la mano del obrero, sin romperse ni hacerse grietas. Por otra parte, si la pasta es demasiado legaminosa, durante la desecacion de las piezas, la evaporacion del agua se hará de una manera desigual, y la pieza quedará espuesta á romperse en todos sentidos, como se verifica siempre en las masas de arcilla pura que se abandonan al aire despues de haberlas humedecido. Este último inconveniente puede evitarse disminuyendo la propiedad plástica de las arcillas, por la adicion de otro cuerpo que carezca de ella. Se advierte por esto, que en la fabricacion de las pastas hay necesidad de materias plásticas y de otras que no tengan esta propiedad.

Las materias plásticas que se emplean son las arcillas, las margas y la magnesia, á las cuales pueden añadirse el espejuelo ó piedra de yeso, el talco y los ocres.

Las materias no plásticas son : la silice, las arenas, el cuarzo, el felspato, la creta, los huesos calcinados, el sulfato de barita y algunas sales solubles que rara vez se emplean.

Por otra parte ya hemos visto que la pasta de los objetos terrosos debe contener materias fusibles y materias infusibles. Con respecto á esto, las primeras materias que acabamos de citar podrian clasificarse; pero se advierte fácilmente que una vez mezcladas estas materias reaccionan unas sobre otras, y que algunas sustancias que aisladamente eran infusibles, pueden llegar á ser fusibles por su combinacion con una ú otra de las materias con que estan mezcladas.

Estas consideraciones nos conducen á la espresion general que hemos anunciado en otra parte (1473), y que verda-

deramente nos parece la única que puede darse de una manera, relativamente á la fusibilidad ó infusibilidad de los elementos de todos los objetos terrosos cocidos.

Entre las primeras materias del arte de alfarero, no hemos citado sino los productos naturales poco mas ó menos. No quiere esto decir que no puedan fabricarse verdaderos vidriados por medio de la silice y de la alumina, estraidas una y otra en jalea de sus combinaciones, por los procedimientos químicos, y mezcladas en seguida en proporciones convenientes; pero esta mezcla tendria un valor tal que no podria emplearse en ninguna circunstancia, y no ofreceria jamás en tan alto grado como las arcillas el carácter de plasticidad, cuyas causas nos son todavia desconocidas.

1476. *Fabricacion*. La fabricacion de los objetos terrosos se compone de una série de operaciones que se reproducen las mas veces. Las arcillas que nos ofrece la naturaleza, rara vez estan en estado de emplearse inmediatamente. La fabricacion de los ladrillos es la única que permite el hacer uso de las arcillas sin lavar; para todos los demás objetos es preciso separar de las arcillas los cuerpos estraños que contienen; por consecuencia hay que lavarlas para separar las partes groseras y sobre todo el esceso de silice; despues se forma la pasta mezclándolas en proporciones convenientes, con diversas clases de arcillas ó cimentos. Se deja macerar la pasta, se muele, y se amasa para darla ligazon y homogeneidad; en seguida se forman las piezas por procedimientos á propósito, y por último se cuecen en un horno conveniente.

Como la cocion hace contraer á las piezas y estas disminuyen mucho de volúmen sin cambiar sensiblemente de peso, se hacen mucho mas compactas y mas densas; en general la

densidad de los objetos terrosos es tanto mayor cuanto mas fina es la pasta y mas fuerte la cocion. La piezas entonces son mas duras y mas sólidas, pero tambien mas fáciles de quebrar por los cambios repentinos de temperatura.

Aqui es donde se encuentran claramente los límites entre los objetos terrosos y el vidrio. Admitamos en efecto, que la contraccion continúa hasta que la aproximacion de las partículas es suficiente para hacer pasar la masa al estado líquido ; en tal caso tendremos una masa de superficie unida y enteramente impermeable: esta será de *vidrio*. Supongamos por el contrario, que el estado vitreo no se realiza sino por partes, y que las moléculas cristalizadas se hallan diseminadas en una masa de moléculas aisladas tambien; de este modo obtendremos un *vidriado*. Pero entonces la superficie será escabrosa, y la masa mas ó menos permeable á los líquidos.

Asi cuando se trata de objetos terrosos, la finura de la pasta y su dureza no son nunca suficientes para que los vasos destinados á los usos domésticos no se ensucien completamente por el polvo que adhiere á su superficie, ó por la grasa que los penetra, lo que los hace bien pronto de un empleo desagradable. Para evitar esto se cubren de un barniz ó *cubierta* que reune en el mismo objeto las cualidades que exigen esta clase de vasos, y que convienen al mismo vidrio.

Se llama tierra cocida, arenisca ó bizcocho los vasos terrosos que no han recibido barniz. Es evidente que todos los objetos terrosos son susceptibles de quedar en este estado, por lo cual no formaremos una clase particular.

1477. *Barniz ó cubierta.* Los barnices ó cubierta que se ponen sobre los vasos terrosos para hacerlos impermeables, son unos vidrios en los cuales se trata de reunir cierto núme-

ro de propiedades, cuya necesidad manifiesta la mas leve reflexion. Cuando la pasta de que se forman estos vasos es fusible, el barniz debe ser mas fusible todavia. El barniz debe ser tanto mas fusible cuanto mas baja la temperatura á que se ha de aplicar. Asi cuando se quiere hacer uso para barnizar de composiciones análogas á los vidrios que acabamos de examinar, se advierte que el vidrio de botellas es el menos fusible, y que el strass por el contrario es el que posee mayor fusibilidad. Por esto los vasos de barro que se cuecen á temperaturas muy bajas, se cubren siempre con un barniz plomífero. La composicion de los barnices debe por lo tanto variar mucho y estar en relacion con la naturaleza de grado de cocion de los objetos sobre que se aplica. Como todos los barnices deben estenderse con igualdad y sin producir grietas, es necesario que á la temperatura de la cocion de los vasos se encuentre en estado de liquidez completa. Es de toda evidencia, que comunicándoles esta facultad, por medio del óxido de plomo en esceso para compensar la falta del fuego, se hacen susceptibles de una alteracion pronta, desagradable, y muchas veces peligrosa, tanto por el frotamiento, cuanto por los ácidos.

Estos barnices son trasparentes ú opacos; coloreados en pardo y en verde, ó perfectamente incoloros, segun la naturaleza de las pastas sobre que se aplican, ó el uso á que se destinan los objetos que se cubren con ellos.

La fabricacion de los barnices exige unas cualidades, que rara vez son compatibles; la economía, la hermosura, la dureza, la salubridad y una fusibilidad perfecta á la temperatura de la cocion de los vasos que ha de cubrir.

1478. Hemos insistido hasta aqui en las condiciones que convienen mas particularmente á los barnices, bajo el

aspecto de su aplicacion. Vamos á reasumir en algunas palabras, las que convienen á su duracion. La dureza es sin duda alguna, una de las mas importantes, y ya sabemos que una gran fusibilidad es indicio seguro de una dureza muy débil para que el barniz pueda resistir á los repetidos frotamientos del hierro, del acero y aun de la aspereza del barro de los objetos sobre que se aplica. Otra parte de la duracion, es la relacion exacta que debe hallarse entre la dilatacion del barniz y la de la pasta. Es evidente que si estas dilataciones son desiguales, las dos materias esperimentarán una contraccion, ya sea al tiempo del enfriamiento que se efectúa despues de la cocion, ya por las variaciones de temperatura que el uso á que se destinan los vasos les hace sufrir. De estas dos láminas superpuestas, debe romperse la mas débil cuando el esfuerzo de retraccion que ejerce la otra sea suficiente. Como el barniz generalmente es mucho mas delgado que la pieza sobre que se aplica, es tambien en el que ordinariamente se efectúan las grietas ó roturas. Entonces se dice que la cubierta se ha *conmovido*. Es evidente que en este caso, la pieza terrosa no se encuentra ya defendida por el barniz, y que los líquidos pueden penetrar la pasta: como esta cubierta no puede cuartearse á voluntad y de una manera regular, viene á ser este defecto en algun tanto una cualidad, cuando las grietas están bien dispuestas. En la porcelana que viene de la China, se distingue bajo el nombre de *porcelana manchada*, la que presenta las aberturas distribuidas de un modo regular. Esta porcelana se paga mas cara que la que no tiene defecto alguno.

1479. Los barnices ó cubiertas, se aplican comunmente por inmersion. La materia de que se compone el barniz se reduce á polvo muy fino, se diluye en el agua, y las piezas

que se han de barnizar y que han adquirido mas solidez y mayor facultad absolvente por una media cocion, se introducen en el agua que tiene al barniz dividido en suspension. El agua penetrando la pasta esperimenta una verdadera filtracion de fuera á dentro, y deposita en la superficie una capa igual de barniz. Cuando se hace cocer en alto grado los objetos terrosos se cubre la pieza por medio de un rocío de barniz reducido á papilla espesa. En fin la cubierta se aplica con un pincel en todos los retoques que exigen las piezas antes ó despues de la cocion.

Hasta el presente hemos supuesto que la cubierta preparada de antemano se aplicaba de este modo sobre los objetos que debian barnizarse: pero puede suceder, y sucede en efecto, que el barniz vítreo que cubre ciertos objetos, se produce á espensas de la misma pasta, tomando la silice y la alumina necesarias para producir una especie de vidrio de botellas.

Entonces basta añadir á estas materias la potasa ó sosa que debe completar el compuesto vítreo. Esto puede conseguirse fácilmente colocando hácia el fin de la cocion todas las piezas candentes todavia, en una atmósfera de sal marina. Por este medio se encuentra todo reunido, para formar un silicato de sosa y de alumina, puesto que por una parte se tiene la silice y la alumina en la pasta, y por otra se pone en presencia de la silice, la sal marina y el vapor de agua producido por la combustion.

De este modo se fija la cubierta en ciertas pastas areniscas.

El método de aplicacion de las cubiertas, la temperatura de su cocion, la naturaleza de las pastas y la de las cubiertas, son otras tantas causas que pueden conducir á dos re-

sultados muy diferentes. Unas veces la cubierta hace cuerpo con la misma masa, y otras por el contrario, solo está sobrepuesta, sin penetrar la pasta que cubre. Las porcelanas y las pastas areniscas se hallan en el primer caso, las lozas y la tierra de pipas estan en el segundo. Esta diferencia asigna á los primeros objetos de esta clase una solidez y una duracion muy superior á la que los segundos pueden ofrecer, y este punto debia fijar la atencion de todos los fabricantes que desean perfeccionar sus productos.

Despues de haber asegurado las principales circunstancias de la fabricacion de los vasos terrosos, vamos á someterlos á un exámen mas detenido, insistiendo mas particularmente en la composicion de las pastas, su elaboracion, cocion y retraccion; en la composicion de los barnices, su aplicacion, cocion, y en los accidentes que pueden presentarse durante el curso de estos trabajos.

Composicion de las pastas.

1480. Ya hemos visto que las pastas de los vasos terrosos resultan las mas veces de diversas mezclas puramente arcillosas. Casi siempre una arcilla cualquiera ó una marga, sirve de base á las pastas de estos objetos y les comunica las propiedades plásticas que necesitan para la pronta y regular elaboracion de las piezas. Pero algunas veces, en lugar de limitarse á formar unas mezclas en diversas proporciones de arcilla ó de marga, se añade á la base arcillosa unas materias que sin gozar de la propiedad plástica sirven para modificar los caracteres de la arcilla cocida, produciendo combinaciones variadas, por el auxilio del calor. En este último caso, se toman estas materias en el estado de polvo mas ó menos fino.

Las arcillas que la naturaleza ofrece á los fabricantes de objetos terrosos, exigen en general mas preparacion; las mas contienen arena cuarzosa mas ó menos grosera, y otras sustancias heterogéneas que es indispensable separar, cuando se tratan de fabricar objetos delicados. En el caso contrario basta trasformar la arcilla en pasta homogénea. Esta operacion se practica de tiempo inmemorial, pisando sobre la arcilla humedecida. La analogía de esta operacion con aquella que tiene por objeto el amasado de la pasta para hacer el pan, indica bastante que pueden amasarse las arcíllas con regularidad y economía, por medios mecánicos como hacen en Francia para el pan en estos últimos tiempos; en Inglaterra se practica el amasado de las arcillas hace mucho tiempo por medios mecánicos tambien.

Para amasar las arcillas se colocan sobre un suelo firme ó embaldosado, con la cantidad de agua conveniente, y un obrero marcha con los pies desnudos describiendo un espiral muy unido partiendo la circunferencia hasta el centro del monton, y desde el centro á la circunferencia. Cuando la mezcla está amasada lo suficiente para el objeto conveniente, se reune y somete á las operaciones subsecuentes.

En Inglaterra emplean para dividir la arcilla un cilindro de fundicion en cuya pared interior están fijas unas láminas horizontales. Un ege vertical, que lleva unas láminas en espiral da vueltas en lo interior de este cilindro, corta la arcilla y la hace descender y salir por una abertura lateral. Repitiendo la operacion se obtiene el mismo resultado que por medio del pisoteado.

Bien podria hacerse uso sin duda alguna de los medios que se han imaginado en estos últimos tiempos para reemplazar al amasado de las arcillas.

1481. Esta operacion es necesaria para todas las elaboraciones de la alfarería. Pero en tanto que la fabricacion de los ladrillos no exige otra ninguna, la de los objetos de pastas mas finas necesitan primeramente una purificacion de las arcillas que se han de emplear. Esta se efectúa por medio de lavaduras que separan la arcilla pura de las arenas gruesas con que comunmente se halla mezclada. Los granos cuarzosos de que está formada esta arena tiene generalmente un grueso mucho mas considerable que el de los granos de arcilla, y por este motivo caen con mayor rapidez al fondo del agua. Si se diluye en el agua una arcilla grosera, se deja el licor en reposo durante algunos instantes, y se decanta en seguida: la arcilla pura ó casi pura correrá con el agua, y la arena quedará en el fondo del vaso en que se halla diluido. El mismo resultado se obtendrá tamizando el líquido: el tamiz dejará pasar la arcilla y retendrá por el contrario la arena. Bien se concibe que valiéndose de una decantacion repetida y de tamices mas y mas finos pueden llegarse á purificar mas ó menos las arcillas.

Veamos como se combinan estos dos métodos de purificacion, cuando se trata de preparar una arcilla muy fina y muy blanca.

La arcilla se esplota en gruesos ladrillos que se dejan secar; estos se quebrantan, y se separan con cuidado los guijarros y los fragmentos de arcilla coloreada que pueden estar mezclados. Luego se conduce á una gran cuba llamada *amasador*. Un árbol que gira sobre su ege, colocado perpendicularmente en el centro de la cuba, y armado de brazos de madera horizontales, amasa efectivamente la tierra, despues de haber mezclado con ella una cantidad de agua suficiente para trasformarla en una papilla clara. Debajo del amasador

hay un recipiente, en el que cae la arcilla reducida á papilla, pasando al través de un tamiz que retiene las partes groseras, y sobre todo la arena gruesa y los guijarros que puedan haber escapado á la separacion. El recipiente está atravesado por un agujero, á unos cinco centímetros sobre su fondo (25,85 líneas) y por esta parte se escapa con suavidad, el agua que tiene la arcilla en suspension, quedando en el fondo del recipiente la arena mas pesada.

El agua cargada de arcilla cae en un segundo recipiente colocado debajo del primero, y atravesando un segundo tamiz mas fino que el anterior. En este segundo recipiente se la deja reposar el tiempo suficiente para que pueda depositar una parte de arena que contiene todavia...

En fin, el agua cargada siempre de arcilla mas pura, pasa á un tercero y último recipiente, atravesando tambien un tamiz mas fino que los precedentes.

1482. Cuando se quieren moler algunas materias duras, destinadas á entrar en las pastas, se hace uso de unos molinos muy sencillos. El mas conocido y antiguo se compone de un cubillo muy fuerte de madera, en cuyo fondo se encuentra una muela durmiente, en el cubillo da vueltas sobre un ege una muela circular sesgada ó ahondada en la parte inferior, con unos surcos en forma de rayos, ó bien una muela ovalada. Se introducen en el cubillo las materias que se han de moler, quebrantadas de antemano, se añade la cantidad de agua conveniente y se prolonga la operacion todo el tiempo que sea necesario.

A estos molinos han sustituido ahora otros que consisten igualmente en un cubillo de madera, á cuyo fondo se encuentra una muela durmiente; pero en vez de una muela que dé vueltas, contiene el cubillo unas moletas libres, duras y

pesadas, que estan colocadas circularmente por unas barras fijas á un árbol vertical que da vueltas en el centro del cubillo. Las materias que se han de moler, y que se quebrantan de antemano, se introducen en el cubillo con el agua necesaria, y se prolonga la operacion durante el tiempo conveniente.

Cuando se trata de mezclar diversas especies de arcilla, ò diversas materias con la arcilla que forma la base de la pasta, se emplea un aparato semejante al amasador, á escepcion de que los brazos que contiene el ege estan provistos de unos cuchillos paralelos al ege, y en número variable segun las dimensiones de la cuba.

Para las pastas finas, no es suficiente el preparar la mezcla de este modo: para estas se hace uso de un amasado particular, que consiste en poner la pasta en paralélepipedos y cortar estos en láminas por medio de un alambre de cobre. Cada una de estas láminas se coloca sobre la que la antecede y se baten fuertemente por medio de una maza. Por este medio se perfecciona la mezcla, y se desalojan todas las burbujas de aire que pueden contener.

En fin, para las pastas de porcelanas duras, se emplea un medio particular, para hacer la mezcla todavia mas íntima. Cuando la pasta está preparada, se forman unos vasos gruesos y cónicos, que se dejan secar al aire libre. Luego que estan secos se ponen en el torno y por medio de un instrumento de hierro se reducen á virutas. Estas se humedecen de nuevo y se vuelven á amasar. Por este medio se obtiene una pasta mucho mejor y mas unida que la precedente.

Elaboracion.

1483. La elaboracion de los vasos terrosos se efectua por diversos procedimientos. Unas veces se opera sobre la pasta mojada; en este caso se coloca sobre el torno y se reduce por la mano del obrero á la forma que se desea; otras se comprime en moldes de yeso ó de tierra imperfectamente cocida y porosa; otras se opera sobre la pasta endurecida al aire, y entonces se trata por los procedimientos puestos en uso para elaborar los metales, por medio del desgaste ó al torno con herramientas á propósito; otras en fin, se trabaja sobre la pasta medio líquida, y se amolda por absorcion en unos moldes de yeso.

El empleo de estos procedimientos se determina por la forma de los objetos, que pueden dividirse en cuatro clases: 1.° las piezas redondas ú ovaladas, planas, tales como los platos, etc.; 2.° las piezas redondas, hundidas, como las tazas, azucareros, teteras, cuencos, etc.; 3.° las piezas de diversas formas, que no son redondas, como las ensaladeras, las soperas de muchos lados, etc.; 4.° las piezas de guarnicion como las jarras de pico y asa, adornos de otra especie, etc. El procedimiento de fabricacion particular, para cada una de estas clases, es absolutamente el mismo, cualquiera que sea la diferencia de las piezas.

Para hacer las piezas muy planas, tales como los platos, toma el obrero una masa de pasta del grueso necesario; la bate sobre una mesa de piedra ó de yeso, con una maza de la misma sustancia, que tenga una forma plana por la parte de abajo; por este medio se forma un disco de pasta delgada que se llama *corteza*.

Por medio de un molde de yeso se forma la parte de adentro del plato, y se coloca sobre la cabeza del torno. Este torno es una masa de yeso horizontal, que descansa sobre un ege de hierro vertical; el obrero la imprime un movimiento de rotacion que conserva mucho tiempo en razon de su masa. Coloca sobre el molde de yeso la corteza de pasta, la aplica con exactitud sobre todas las partes del molde, comprimiendo desde luego el fondo del plato con una lámina de hierro muy lisa, y en seguida los bordes con un instrumento de loza que presenta exactamente el perfil que estas deben tener; las rebabas del borde se cortan con un alumbre de hierro estendido. Todas estas operaciones se practican con gran rapidez. El obrero deja tomar á los platos amoldados cierta consistencia, sin quitarlos del molde; luego que la han adquirido vuelve á colocarlos sobre el torno, los alisa completamente por la parte de abajo, los quita del molde y los pule por dentro con un pedazo do cuerno.

1484. Las piezas huecas y redondas se forman por un procedimiento muy diferente. El torno del obrero consiste en una cabeza de yeso, colocada como en el caso precedente, sobre la estremidad de un ege; pero hácia la estremidad de este ege hay una rueda plana de madera, bastante gruesa. El obrero se coloca sentado en frente de su torno y con el pie impulsa á esta rueda imprimiéndola un movimiento de rotacion muy fuerte.

Entonces se coloca sobre el torno una masa de tierra, á la cual se la va dando con las manos la forma que se desea, y por la parte de adentro se concluye la pieza con un instrumento de madera. Por la parte de afuera queda informe y su grueso muy considerable. Antes de concluirla se la deja tomar cierta consistencia, y durante este tiempo se preparan otras.

Cuando ya han tomado las piezas la consistencia suficiente se vuelven á colocar en el torno para concluirlas por fuera; pero antes se le ha dado al poco mas ó menos la forma del vaso á una masa de tierra que se ha fijado sobre la cabeza del torno; este es una especie de molde ó soporte llamado *mandril*. Se coloca el vaso invertido, sobre el mandril que llena la cavidad, y con un instrumento cortante se tornea, es decir, se reduce al grueso conveniente, y se concluye por la parte de afuera, haciendo las labores ó molduras que deben adornarle. Algunas veces el ege del torno sobre el cual se coloca el vaso bosquejado, está horizontal en vez de vertical, y la cabeza está vertical; un muchacho hace mover este torno por medio de una rueda, y un pedal. Este instrumento lleva el nombre de *torno inglés*.

Se asegura que este torno es mas espedito que el torno horizontal.

1485. Las piezas que se clarean, como las que forman canastillos y otras figuras análogas, se amoldan como los platos, pero salen planas del molde; las barillas ó mimbres, se indican únicamente en forma de surcos y luego se dejan aislados cortando á mano la masa que llena los huecos.

Las piezas que guarnecen por lo esterior á la pieza principal, tales como las asas, los picos, y los diversos adornos, se amoldan separadamente en un molde de yeso de dos ó de muchas piezas. Luego que estas piezas se han amoldado se pegan á la pieza principal cuando todavia se halla fresca, con pasta de minio desleida en agua: esta pasta es la que compone uno de los barnices como se verá mas adelante.

Las asas sencillas ó simplemente caneladas de muchos objetos terrosos ordinarios, se hacen por un procedimiento mas espedito y económico. Se hace pasar la pasta, por medio

de una prensa, al través de una especie de hilera que tiene diversas canales; la masa sale por estas canales en forma de tiras estriadas, ó segun la forma de la canal. Estas tiras se cortan en pedazos del largo conveniente; cada uno de estos, se encorva en forma de asa, sobre un molde de yeso que asegura la mano del obrero, y produce constantemente en las asas una curbatura igual.

Las estrias ó labores de la mayor parte de las piezas torneadas, no se hacen en el molde, sino en un torno á propósito. Los adornos pequeños, que por su finura parecen grabados, se graban efectivamente con mucha prontitud, por medio de ruedas de cobre que tienen el adorno impreso en su circunferencia.

Hace muchos años que se usa un procedimiento, que recibió en Sévres un desarrollo grande. Este consiste en amoldar los objetos sacando partido de la propiedad absorvente del yeso. Para hacer tubos por ejemplo, se hace un tubo de yeso dividido en dos partes, con las paredes muy gruesas y cuyo diámetro interior es igual al diámetro esterior del tubo que se quiere producir, teniendo cuidado de lo que disminuye por la retraccion. Se cierran las dos partes del molde, este se coloca en una posicion vertical, se tapa por la parte de abajo, y se vierte por encima la pasta diluida en forma de papilla liquida, hasta llenar el molde. Al cabo de algunos instantes se destapa el tubo y se deja correr el esceso de pasta. En razon de la facultad absorvente del yeso, es absorvida una porcion del agua que contiene la pasta, y pasando al yeso deja depositada en la superficie una capa mas ó menos gruesa que por precision toma la figura del molde. Repitiendo la operacion cuando la primera capa se ha secado, puede hacerse crecer el grueso del tubo tanto cuanto se quiera. Para

terminar la operacion, es necesario dejar tomar al tubo la consistencia necesaria para poderlo sacar del molde sin romperse. Por el mismo método pueden amoldarse placas, objetos adornados en relieve, ó reundidos, retortas, etc.

En fin, algunas veces se hace uso de los moldes de bronce para formar los crisoles; este es el único caso en que se emplean los moldes no absorventes, para la formacion de los objetos terrosos: en todos los demas se emplean los moldes de yeso fino, que se construyen muchos para tener siempre moldes secos á disposicion. Tambien se hacen moldes de tierra, cocida, que se tiene cuidado de conservar en un estado de porosidad conveniente, para que gocen en el alto grado de la facultad absorvente sobre lo cual está fundada su aplicacion.

Cocion.

1486. Fabricadas las piezas por los medios que acabamos de indicar en resúmen, es preciso desecarlas al aire antes de ponerlas al fuego. Sin esta precaucion, la mayor parte de ellas esperimentarian algunos accidentes que las dejarian inutilizadas enteramente. En general, luego que han esperimentado esta primera desecacion, es necesario calentarlas con precaucion, para que la evaporacion del agua no sea muy repentina; pero una vez que la pieza se haya secado, ya hay menos accidentes que temer, y pueden calentarse á un fuego mas activo. Sin embargo, es necesario todavia seguir con precaucion la conducta del fuego, atendiendo á que la pasta terrosa conduce muy mal el calor.

La temperatura á que se cuecen estos objetos varia mucho. Unas veces se lleva hasta cerca del grado de la fusion del hierro, como se verica en la cocion de la porcelana dura,

que se cuece á 140.° del pirometro de Wedgewood. En este caso el producto que se obtiene es denso, duro y sólido; pero siempre de un precio muy subido, y no resisten muy bien á las variaciones repentinas de temperatura: estos productos se aproximan mucho al estado del vidrio.

Otras veces apenas se calientan los objetos, como se hace con ciertos crisoles, los ladrillos de construccion, las tejas, etc.; en este caso se obtienen los objetos á un precio económico, y susceptibles al mismo tiempo de resistir las variaciones repentinas de temperatura; pero tambien estos productos son porosos, absorventes, fáciles de ensuciar por su aspereza, poco coherentes y muy fáciles de atacar por los ácidos, ó por los agentes químicos poderosos.

Las condiciones mas esenciales que deben tenerse en consideracion en la cocion de los objetos terrosos, se refieren á la disposicion de los hornos, y á la de las piezas que se introducen en ellos; una y otra de estas condiciones parecen reducirse á una cuestion de economía, que hace facil la aplicacion de los procedimientos en cada caso particular.

1487. Se puede muy bien efectivamente, cuando se trata de objetos groseros, esponer estos á la accion directa de la llama; esto se practica en la cocion que está puesta en uso para la loza comun, y con mayor razon, para los ladrillos, tejas, baldosas, crisoles, etc. Pero como las cenizas de todos los combustibles contienen materias susceptibles de obrar sobre los objetos terrosos espuestos al fuego, y la corriente de aire que las arrastra las deposita en todos los puntos del horno; y como por otra parte los cambios de dilatacion de los objetos muy cocidos serán grandes, si no se defienden de las corrientes de aire frio, durante el enfriamiento del horno; es

preciso operar de otro modo cuando se trata de objetos finos. Estos se cuecen en unas estufas ó cajas construidas de una arcilla mas ó menos infusible, segun los grados de fuego que deban soportar. De este modo se cuece la porcelana y la loza fina.

Las mismas consideraciones esplican las variaciones de forma que presentan los hornos. Cuando se fabrican objetos finos se disponen los hornos de tal manera, que se encuentre en ellos poco ó ningun humo durante la cocion. Es necesario para llenar esta condicion, que los fogones sean fumívoros para lo cual se construyen de llama inversa. El horno toma entonces la forma de una torre de uno ó muchos departamentos, y está provisto de cuatro seis ú ocho fogones de llama inversa, que se alimentan con leña ó ulla, segun la naturaleza de los objetos que se han de cocer ó las conveniencias de localidad.

Mr. Gínori ha hecho en estos hornos, cuya invencion es debida á Wedgewood, una curiosa modificacion: los ha formado de muchos pisos, y en cada uno de estos ha construido los fogones convenientes, y cuando la cocion se termina en el piso inferior deja caer el fuego, y en tanto que este horno se enfria, calienta el piso siguiente, que una vez efectuada en él la cocion, se abandona al enfriamiento como el anterior, mientras se calienta el tercero y asi succsivamente. Es evidente que por esta curiosa disposicion, se economiza una gran cantidad de combustible: tambien lo es que con un horno dispuesto de este modo, pueden cocerse con un solo fuego los objetos que exigen temperaturas mas y mas bajas. Asi cuando se cuece porcelana en el piso inferior, puede cocerse al mismo tiempo loza en el piso siguiente, y tejas ó baldosas en el tercero, y todo con un gasto de combustible

muy poco superior al que la cocion sola de la porcelana hubiera exigido.

Cuando no hay necesidad de un fuego tan puro como este, que es indispensable para la cocion de los objetos finos, se hace uso del horno antiguo de alfarero, cuya forma general es la de un horno de reverbero. Aqui el laboratorio del horno es horizontal, y la llama no es inversa. Los objetos de arcilla arenisca comunes, la loza comun, las baldosas, y las tejas, se cuecen de este modo.

En fin, para la cocion de los ladrillos no se hace uso de hornos ó mas bien los hornos se construyen formando una concabidad con los mismos ladrillos. Las ventajas de este sistema son evidentes, porque los trasportes de los hornos son considerablemente reducidos. Esta es una aplicacion del mismo principio de la carbonizacion de la leña en pilas, y de la fabricacion de la cal sin hornos, preferibles sin duda alguna á cualquiera otro método en muchas ocasiones.

1488. Cuando se considera la fabricacion de los objetos terrosos independientemente de sus barnices, los accidentes de fabricacion no son ni muy numerosos, ni muy variados; todos ó la mayor parte, se reducen á la propiedad que tiene la arcilla de contraerse por la accion de un calor fuerte. Esta propiedad la posee tambien en mas alto grado la magnesia. Asi, las sustancias que forman la base de todos estos objetos, pueden esperimentar la retraccion; pero las pastas que los forman, la esperimentan siempre menos que la arcilla ó la magnesia que entra en su composicion. Esta es una de las ventajas que produce la introduccion de un cuerpo degrasante en estas pastas, eligiendo siempre este entre las sustancias que se contraen poco ó nada por el fuego, ó entre aquellas que han sufrido ya esta contraccion.

La contraccion de las pastas de los objetos terrosos, es siempre considerable sin embargo, porque la contraccion lineal varia de 1/12 á 1/5; cuando la pasta está bien preparada, la contraccion sigue un órden muy regular. Esto se demuestra muy facilmente trazando un círculo sobre una placa antes de la cocion: fácil es advertir despues que el círculo ha disminuido de diámetro por todas partes, y conservado su regularidad; pero como la pasta es compresible, es evidente que esta regularidad no puede obtenerse sino cuando la pasta se ha sometido primero á una compresion muy uniforme en todos sus puntos. Asi cuando se imprime un sello sobre un pedazo de pasta, y despues de la desecacion se quita todo el relieve que ha dejado el sello hasta hacer desaparecer la impresion enteramente, basta esponer la pieza al fuego para hacer aparecer de nuevo las formas que el sello habia dejado.

Se concibe segun este ejemplo, que si el obrero que bosqueja una pieza sobre el torno, ó tapa alguna falta sobre el molde, ejerce una presion desigual sobre los diversos puntos de la pasta, resultarán defectos correspondientes á los puntos demasiado comprimidos. Estos defectos persistirán aun cuando la pieza haya sido bosquejada demasiado gruesa y se haya tenido la precaucion de hacer la superficie muy regular por el torneado. De aqui resultan las ondulaciones y costuras que se dejan ver muchas veces en las superficies planas de todos los objetos de barro cocido. De aqui provienen tambien algunos defectos particulares que se advierten en las piezas cilíndricas ó de formas análogas, que se han hecho sobre el torno y sin molde, por medio de una presion ejercida sobre la pasta por la mano del obrero. Para fabricar esta clase de vasos comprime el obrero la pasta entre el pulgar y los otros dedos, mientras el torno está en movimiento,

adelgazándola de este modo; y como alarga poco á poco la mano de la base de la pieza, los puntos, sucesivamente comprimidos describen una espiral que va de derecha á izquierda, elevándose desde la base hasta la parte superior. En el momento de la cocion, y cuando la pieza se contrae, los puntos comprimidos tienden á volver sobre sí mismos, de suerte que la contraccion se efectúa segun una espiral que va de izquierda á derecha, y desde la parte superior á la base. Para probarlo, basta marcar dos puntos á cualquiera distancia uno de otro, en la misma vertical, antes de la cocion. Estos dos puntos despues de la cocion no se encuentran ya uno sobre otro, el mas bajo se ha colocado mucho mas á la derecha que el otro, asi cuando se fijan dos asas en una taza, es indispensable colocarlas oblícuamente para que se encuentren á plomo despues de le contraccion.

Se concibe que si la pieza ha sido comprimida desigualmente por el obrero, presentará despues de la cocion líneas hundidas y líneas salientes rodeando al vaso en espiral. Se concibe tambien, que si la mano del obrero se detiene sobre un punto en vez de seguir regularmente su marcha, este punto interrumpirá la vuelta de la pasta sobre sí misma, y la pieza quedará torcida en vez de simétrica; en fin, no puede dudarse que si en vez de un punto de detencion, la mano del obrero esperimenta dos, tres, etc., se establecerán otros tantos centros de retraccion, y la pieza se pondrá mas torcida todavia, ó bien se abrirá en las partes sometidas á las contracciones que se efectuarán en sentido contrario.

Todos estos inconvenientes son á la vez mas frecuentes y mas graves sobre los vasos cocidos á una temperatura elevada que sobre los que se cuecen á una temperatura baja; en efecto, su retraccion es mucho mas considerable. Por otra

parte, estas retracciones se hacen sentir menos en las pastas homogéneas y que han estado mucho tiempo conservadas en cajas húmedas. Estos dos resultados esplican la necesidad que hay de moler bien y mezclar las pastas que se destinan á la fabricacion de los vasos mas finos y mejor cocidos.

Cuando se mezcla con la base arcillosa, una arcilla cocida ya, arena, carbon ó cualquier otra materia que no sea susceptible de contraerse por el fuego, se disminuyen todos estos efectos, atenuando la contraccion de la pasta; pero este procedimiento que se emplea siempre, no puede tener lugar sino en ciertos límites. Se perderia demasiado abusando de él para disminuir ademas de la medida, la propiedad plástica de la pasta.

Cocion de los barnices.

1489. Ya hemos visto que los barnices se dividen en cuatro séries, por su composicion química.

1.° Los formados de silice, alumina y alcali: estos son los que se aplican sobre la porcelana y los que se pueden aplicar sobre algunos objetos de arenisca, haciendo uso de lavas volcánicas.

2.° Los barnices formados de silice, alumina, óxido de hierro ó de manganeso y cal ó magnesia; estos son los que se dan á diversos objetos de barro, y sobre todo á muchos vasos de loza coloreada.

3.° Los barnices formados de silice, óxido de plomo y alcali; estos son los que se aplican sobre la porcelana mate, la tierra de pipa y algunas lozas coloreadas.

4.° Los barnices de silice, ácido estánico, óxido de plomo y alcalí; estos son los que caracterizan las lozas comunes.

Estos barnices ó cubiertas se obtienen por procedimientos

muy variados de los cuales hablaremos en particular, para cada clase de vidriado; los tres primeros son trasparentes, y el cuarto es opaco. Todos pueden colorearse, pero el segundo es el único que lo está esencialmente.

Ya hemos visto que las cubiertas reducidas á polvo muy fino se depositan por inmersion sobre los objetos terrosos que han tomado consistencia por una media cocion que no ha destruido su propiedad absorvente. Cuando estos objetos por el contrario han esperimentado una cocion muy fuerte, que no les permite ya absorver el agua, es forzoso recurrir á otro procedimiento de aplicacion que consiste en rociar las piezas con el barniz reducido á papilla. Este procedimiento no es del mejor éxito; la cubierta se estiende con desigualdad, y es preciso muchas veces poner dos capas.

En fin, hemos visto tambien que ciertos objetos arenosos que no han recibido cubierta, pueden barnizarse tomando de su misma pasta la silice y la alumina necesaria, y reuniendo por volatilizacion un cuerpo mas fusible, tal como la potasa, la sosa ó el óxido de plomo.

La cocion de las cubiertas se efectua á una temperatura igual ó mas débil que la de la pasta. El primer caso se aplica á las porcelanas duras, algunas veces á los objetos arenosos barnizados por volatilizacion, y siempre á las lozas comunes. El segundo se aplica á todos los demas objetos terrosos barnizados; es decir á las porcelanas mates, á las lozas finas y á ciertos objetos arenosos de barniz plomífero; de donde se sigue que la cocion de las porcelanas duras, lozas comunes, vasos de barro de barniz poco fusible, se hace de un solo fuego y en el mismo horno. La pasta y la cubierta se cuecen al mismo tiempo. Para las otras clases se emplean por el contrario, dos fuegos y dos hornos, uno para cocer el

bizcocho, y el otro para fundir la cubierta. Este último se calienta tanto menos, cuanto mas fusible es el barniz.

Las cubiertas pueden presentar diversos defectos; la *separacion*, los *hervores*, la *sequedad*, y el *ahumado*, son los principales.

Ya se sabe que las cubiertas separadas, deben este defecto á las diferencias de dilatacion entre las cubiertas y la pasta. Esta es por lo menos la esplicacion mas comun, y tal vez la verdarera, aunque este resultado puede esplicarse de muchas maneras.

Los hervores ó burbujas que ofrecen algunas veces las cubiertas deben siempre su orijen á la presencia de un gas que se dilata dentro de la cubierta cuando está en efusion. Pero este defecto puede provenir ó de que la cubierta siendo poco fusible produce un líquido biscoso, del que el aire adherido á las moléculas no ha podido desprenderse enteramente, ó bien de que los elementos de la pasta ó los de la cubierta, han producido reaccionando entre sí, un gas que se desprende demasiado tarde y que no ha tenido el tiempo de disiparse enteramente.

La sequedad que dá á los objetos barnizados un aspecto áspero semejante al que presentan las pinturas sin barnizar puede provenir de que la capa de barniz sea muy delgada, ó bien de que esta capa sea poco fusible, lo cual no la permitirá tomar el estado vítreo, ó de que siendo demasiado fusible, es susceptible de penetrar en la pasta.

La cubierta toma algunas veces un tono amarillento, que se atribuye en general al humo. Bien se concibe que este defecto no es muy sensible sino en los objetos blancos, y particularmente en aquellos que tienen una pasta blanca y un barniz trasparente ; puede provenir este color ya sea de la

presencia del hierro en la cubierta, en cuyo caso le hace desaparecer el humo, ó de la presencia de una materia carbonácea que el humo aumentará. Este último caso parece verificarse muy rara vez, y el amarillo de las cubiertas es probablemente mas bien debido á la presencia del peróxido de hierro, que á la del carbon; se concibe muy fácilmente que trasformando el humo al peróxido de hierro en protóxido destruye el color.

Despues de haber sentado estas nociones sucintas, vamos á examinar detenidamente los principales productos terrosos. El lector concebirá fácilmente que pára esponer esta historia completa, seria necesario mas espacio que el que permite la forma y naturaleza de este libro. M. Brongiart que prepara uno obra completa sobre el arte del alfarero, dará todos los detalles técnicos y aun científicos, cuyo desarrollo seria imposible en este sitio, y que sin embargo debe interesar á los fabricantes y á todos los que quieran adquirir el arte por pricipios.

Porcelana mate.

1490. Debe distinguirse bajo este nombre todos los objetos terrosos que tienen una pasta trasluciente y un barniz ó cubierta con base de óxido de plomo. Bien se concibe que estas condiciones pueden realizarse de mil maneras y que las variedades de porcelana mate pueden multiplicarse por decirlo asi, hasta el infinito.

Tecnicamente deben distinguirse dos variedades principales; la porcelana mate de Sévres y la porcelana mate inglesa.

La pasta de la de Sévres está hecha con una frita vítrea. que se hace menos fusible y opaca por una adiccion de marga

blanca. Se prepara desde luego la frita. Véase la composicion, tal como se preparaba en la real manufactura de Sévre en 1791.

Nitrato de potasa.....	192	ò	217	1000
Sal marina.....	70	....	72	
Sosa de Alicante.....	35	....	37	
Alumbre de Roma.....	33	....	37	
Piedra de yeso calcinado.	35	....	37	
Arena de Fonteneblau....	633	....	600	

Despues de bien mezcladas estas materias, formaban una capa de un pié de grueso en el horno en que se preparaba la frita. La mezcla reposaba sobre un banco de arena; se calentaba gradualmente por espacio de cerca de cincuenta horas y se hacia ascender el fuego hasta el rojo naranja. La temperatura se elevaba con precaucion desde el momento en que el horno se encontraba enrojecido, para evitar una fusion demasiado adelantada. La frita preparada de este modo debia estar medio fundida, esponjosa y muy blanca. Se separaban las porciones rojizas que se hallaban; estas conservaban este color por haber recibido un fuego muy débil, y le perdian colocándolas en la superficie de una nueva mezcla á donde permanecian durante todo el tiempo de su cocion. La frita precedente se pulverizaba y formaba en seguida la composicion que debia producir la pasta. Esta contenia:

6 partes de frita en polvo, 1 parte de creta, 1 de marga calcinada de Argenteuil.

Se molia esta mezcla puesta en pasta muy liquida, durante seis semanas; se hacia secar al cabo de este tiempo; se desmenuzaba y hacia pasar por el cedazo; despues se trasformaba de nuevo en pasta por medio del agua, y se formaban con ella masas esferoidales ó balones que se con-

servaban para emplearlos á su tiempo. Esta era la *pasta nueva*; pero como en una fábrica en que se trabaja continuamente hay siempre desperdicios que provienen de las reparaciones, torneaduras, uniones y demas, y estos desperdicios pueden utilizarse bien reducidos á polvo se tomaban pues :

2 partes de los desperdicios precedentes, y 1 parte de pasta nueva.

Todo se diluía en una disolucion hirviendo de jabon negro, en el agua. El mismo líquido se empleaba para diluir la pasta nueva, cuando no habia desperdicios y en ambos casos se obtenia la pasta á propósito para el trabajo. Se añadia al agua el jabon negro, porque no teniendo la pasta ninguna tenacidad no podia trabajarse. Algunas veces se hacia uso de un mucílago de goma. Estas sustancias comunicaban á la pasta un poco de ligacion; pero nunca tenian la suficiente para poderse desbastar, y era forzoso amoldar las piezas entre dos moldes de yeso, teniendo la precaucion de darlas un grueso doble del que debian conservar ; cuando estaban bien secas se concluian en el torno con instrumentos de hierro. Bien se concibe que este último trabajo presenta una multitud de inconvenientes: la materia está dura y por consiguiente el torneado y conclusion exigen mucho tiempo. Por otra parte cada golpe mal aplicado por el tornero ocasiona una falta irreparable, y la pieza queda inutilizada. Todos estos inconvenientes desaparecen en la fabricacion con las pastas ligosas; estas se trabajan cuando están mojadas, y en general todas las faltas pueden repararse.

Si se añaden á todas estas dificultades, las que resultan de la facilidad con que se reblandece al fuego la porcelana mate, se concebirá bien pronto el por qué ha sido abandonada esta fabricacion.

Las piezas de porcelana mate, se hacian cocer completamente, antes de ponerlas la cubierta; pero como durante la cocion se reblandecian mucho, era preciso sostenerlas por todas partes. Esto se conseguia haciendo cocer en moldes de tierra las piezas que eran susceptibles de esta operacion, tales como los platos, las salvillas, etc. ; se colocaban boca abajo sobre estos moldes para que tomaran su figura sin deformarse. Mucho tiempo se ha empleado como soporte para esta clase de vasos, la misma pasta de porcelana mate. Se formaba una especie de molde de un grueso doble del de el vaso, y este se volvia boca abajo sobre el molde. Como las dos piezas estaban crudas esperimetaban los mismos movimientos por la accion del fuego; pero lo costoso de la pasta hizo mas adelante preferir la marga arcillosa de Viroflai para esta clase de moldes. Sin embargo, para las piezas de mas valor que los platos, continuaron empleando en los moldes la pasta de porcelana mate, que empleaban cruda y salia cocida sin poder servir para otra vez.

La necesidad de sostener las piezas con tanto cuidado, esplica el por qué no se aplicaba la cubierta á las piezas al mismo tiempo de cocerlas : los moldes se hubieran pegado á ellas ; por otra parte habia que colocarlas en sus cajas, como las porcelanas duras. Esta primera cocion suministraba piezas completamente cocidas, pero sin cubierta. El horno de porcelana mate, semejante absolutamente al de la loza comun, tenia dos pisos, el inferior para el vizcocho y el superior para el barniz ó cubierta.

1491. La cubierta de la porcelana mate, era un verdadero cristal preparado espresamente: su composicion era de:

Arena de Fonteneblau....	285	1000
Pedernal de Bougival....	96	
Potasa del comercio.....	128	
Sal de sosa.....	106	
Litargirio.....	385	

Este cristal es como se advierte mncho mas fusible que el cristal ordinario. Esta mezcla se fundia en unos crisoles debajo del horno de la porcelana mate. Los crisoles que surtian mejor efecto, estaban compuestos de arena silícea y de arcilla de Abondant. Se quiso hacer uso de los crisoles de Hesse ; pero el cristal corria al traves de sus paredes, y era preciso colocar dos, uno dentro de otro. Estos inconvenientes desaparecieron con los otros crisoles. Cada uno se cargaba con dos kilógramas (4,36 libras) de materia, al poco mas ó menos. Se molia este cristal, y el polvo se diluia en agua y vinagre hasta la consistencia de una papilla clara : todas las piezas de bizcocho se cubrian, vertiendo por encima este barniz : no siendo el bizcocho tan absorvente como la porcelana dura , no podia tomar la cubierta por inmersion. Las piezas bañadas por la cubierta, se colocaban en el piso superior del horno, despues de haberla encajonado de nuevo, cada una en su entuche separadamente, pero sin soportes; el calor que debian esperimentar aunque bastante fuerte para fundir la cubierta, no era el suficiente para reblandecer el bizcocho. Esta primera capa de cubierta no era igual, y era preciso poner una segunda, y colocar las piezas en el horno por tercera vez. A la aplicacion de estas dos capas de barniz, es á lo que debe su hermoso aspecto la porcelana mate. El esmalte que la cubre ofrece un brillo que no se obtiene jamás con la porcelana dura. Esta circunstancia unida á la rareza

actual de las piezas de esta clase de porcelana, hacen rebuscar en el dia con el mayor cuidado, por sus apasionados, todo lo que queda de la *antigua fábrica de Sévres.*

El trabajo de la porcelana mate es por lo tanto á la vez largo, dificil y perjudicial á la salud de los obreros, á causa del polvo que respiran al tornear las piezas secas; su pasta es cara, aunque las primeras materias se encuentran por todas partes; produce mucho desperdicio, porque se abren muchas piezas, se tuercen y deforman al grado de fuego que se necesita para producir el bizcocho, á pesar de los soportes. Esta porcelana es vítrea; pero tiene un tono amarillo; es mas trasparente que la porcelana dura; pero no puede soportar los cambios repentinos de temperatura. Tiene algunas ventajas con respecto á la pintura que se fija en ella, y los colores no se levantan en escamas con tanta facilidad como en las otras porcelanas; pero en cambio tiene otros inconvenientes, porque el óxido de plomo que contiene hace cambiar los colores al fuego y los altera mucho; en fin, su barniz es mucho menos duro que el de la porcelana dura.

1492. En Tournay se fabrica todavia porcelana mate muy estimada. Los restauradores de París no emplean otra. Esta porcelana es de un buen uso; pero es un poco pesada á causa del grueso que dan á los platos. La pasta y la cubierta estan ligeramente teñidos de azul. Para disimular este defecto, tienen por costumbre el adornar los platos con dibujos azules. Véase la composicion de la pasta de esta porcelana, segun el análisis de M. Berthier:

Silice.....	753	1000
Alumina....	82	
Sosa.....	59	
Cal	100	
Agua.....	6	

La porcelana de Tournay se obtiene por medio de una mezcla de arcilla, de creta y de sosa, cuyas proporciones puede determinar el análisis precedente. La cubierta que es muy fusible , debe asemejarse mucho á la de la antigua de Sévres.

La fabricacion de la porcelana mate está abandonada en Sévres, y verdaderamente no podria prosperar en la actualidad sobre las bases adoptadas en otro tiempo. No se halla en igual caso la porcelana mate de Tournay ; la gran cantidad de arcilla que contiene y el estado de las otras sustancias qne la componen, permiten obtener una pasta bastante ligosa, para que todos los entorpecimientos en la elaboracion de las piezas puedan evitarse ó al menos quedar considerablemente reducidos. Solo quedan por salvar las dificultades de la cocion, y estas en un horno bien construido no deben diferir mucho de las que se presentan en la porcelana dura. Los ingleses fabrican como vamos á ver, mucha porcelana mate.

Porcelana inglesa.

1493. Se fabrican en Inglaterra, segun unos principios puramente químicos, cuya aplicacion es debida á los trabajos del célebre Wedgwood, una gran variedad de productos vidriados, que es muy dificil clasificar con exactitud. Como las pastas y las cubiertas son producidas por mezclas varia-

bles y no por materias dadas por la naturaleza, puede obtenerse el mismo resultado por combinaciones muy diferentes. M. de Saint-Amans nos ha dado á conocer algunas de estas mezclas.

La porcelana conocida por los ingleses bajo el nombre *ironstane china* ó *porcelana de piedra de hierro*, es una especie de porcelana mate. Esta porcelana se cuece á una temperatura mucho mas baja que la porcelana china, su esmalte es artificial y plomífero; pero tiene la ventaja de ser mas barata y producir generalmente mejores resultados al fuego; no presenta jamás un blanco perfecto ; pero su tinta azulada no tiene nada de desagradable.

La preparacion de esta porcelana se hace con las composiciones siguientes.

	Primera pasta.	Segunda pasta.
Felspato alterado....	60	42
Arcilla de Devon.....	40	42
Pedernal.....	0	10
Flint-glass	2	8

Para la primera pasta se emplea la cubierta siguiente:

Felspato alterado.....	30
Pedernal.....	15
Minio.....	6
Sosa.....	5

Se tuesta esta mezcla y se toman en seguida 44 partes á las cuales se añaden 22 partes de flint-glass, y 15 de alballalde.

Para la segunda composicion de pasta se forma la cubierta de:

Felspato alterado.	36
Pedernal.....	20
Flint-glass.....	8
Albayalde.....	40

Se fabrica en Inglaterra otra especie de porcelana con huesos calcinados. El ácido fosfórico juega en este caso el papel que pertenece á la silice en los vidriados ordinarios.

1.° *Composicion de pasta para el servicio ordinario de mesa.*

Pedernal.....	75
Huesos calcinados.	180
Arcilla.....	70
Kaolin.....	40

2.° *Composicion de pasta para ramillete y servicio de té.*

Pedernal.....	36
Huesos calcinados.	100
Kaolin.....	96
Felspato.....	80

Cubiertas para estas dos composiciones.

Felspato....	45
Pedernal...	9
Borax.....	21
Flint-glass.	20
Niquel	4

Se convierte en frita y se añaden 12 partes de minio.

3.° *Composicion de pasta para figuras y adornos.*

Arena de Linn, condado de Norfolk.	150
Huesos calcinados.....	300
Potasa.....	10
Se tuesta y se añade de kaolin.....	100

Cubierta ó barniz para esta última pasta.

Felspato.....	45
Pedernal.....	12
Borax.....	15
Flint-glass.....	20
Niquel.....	4
Se tuesta y añade de minio.	12

La tercera composicion de pasta es mas fusible que las dos primeras, como exige el objeto á que está destinada.

Estas porcelanas se cuecen desde luego en bizcocho. Se apilan, por decirlo así, sin precaucion en los estuches, unas piezas sobre otras. Como no se reblandecen lo suficiente para poderse pegar, no ofrece su contacto inconveniente alguno. Cuando ya están cocidas, se bañan con la cubierta y se esponen de nuevo al fuego. Como esta cubierta es muy fusible, las piezas no esperimentan el menor reblandecimiento, y pueden por lo tanto estar sostenidas como las piezas de loza, sobre pernetas. La cocion del bizcocho se efectua á un fuego muy poco mas elevado que el que exige la desecacion de la porcelana dura. La de la cubierta se verifica á menor grado todavia. Todas estas circunstancias hacen esta clase de porcelana muy económica.

Porcelana dura ó china.

1494. La pasta de la porcelana dura está generalmente compuesta de kaolin, y de felspato cuarzoso. Una y otra de estas materias vienen de Saint-Yriez-la-Perche, cerca de Limoges. El kaolin bruto, es decir, mezclado con su cuarzo, y tal cual se estrae de la cantera, es el que emplean en las fábricas de comercio; pero en Sévres se lava primeramente, y lleva entonces el nombre de tierra decantada. En el momento de emplearlo se vuelve á lavar con cuidado en Sévres; por esta lavadura se separa al poco mas ó menos un cuarto de su peso, de una arena que se conoce con el nombre *arena menuda*; el kaolin está entonces preparado para entrar en la composicion de la pasta, el es el que forma la parte ligosa, infusible y opaca; se trata de añadir la sustancia á que debe dar á la pasta la fusibilidad, y por consiguiente su semi-trasparencia. Esta segunda sustancia lleva el nombre general de fundente, y difiere en las diferentes manufacturas. Cuando se hace uso del felspato cuarzoso, se le calcina para hacerle friable; se quebranta con un mazo de hierro y se muele finamente; en seguida se añade este fundente al kaolin lavado. Despues de haber mezclado el kaolin y su fundente con exactitud, se deja reposar la pasta en las cubas todo el tiempo que se pueda: parece que se mejora por este medio. Antes de emplearla se la somete todavia á diversas operaciones destinadas á dar mas intimidad á la mezcla y mas ligamento á la pasta. Para esto se coloca en unos moldes de yeso, hemisféricos, que absorven prontamente la humedad; despues se divide en pequeñas masas, y se seca al aire; en seguida se pulveriza, se humedece un poco y se coloca sobre un suelo

embaldosado. Se añaden las birutas, torneaduras, y todos los desperdicios que provienen de la elaboracion de las piezas. Esta pasta vieja que ha sido manida muchas veces, da á la nueva mas ligosidad. Un obrero marcha con los pies desnudos, sobre el monton de pasta caminando desde el centro á la circunferencia, y de esta al centro. Esto es lo que se llama *andar la pasta*. Cuando ya está batida lo suficiente, se divide en masas del grueso de la cabeza, que se llaman balones; estos se conservan en unas cajas cerradas para hacer uso de ellas cuando convenga.

Véase la composion de algunas pastas.

	Pasta de servicio de Sévres.	Pasta de escultura de Sévres.	Pasta de servicio de París.
Kaolin lavado.....	64.....	62.....	»
Kaolin guijarroso..	».....	».....	80
Creta de Bougival.	6.....	4.....	»
Arena de Aumont.	20.....	17.....	»
Arena menuda.....	10.....	».....	»
Felspato cuarzoso.	«.....	17.....	20

Ya hemos dado anteriormente la composicion del kaolin. La creta de Bougival, es un carbonato de cal puro, con un poco de peróxido de hierro ó de manganeso. La arena de Aumont es silice casi pura. La arena menuda está compuesta de:

Silice....	80,0
Alumina.	8,0
Potasa...	2,5
Agua. ...	9,5
	100,0

La composicion del felspato cuarzoso se dará mas adelante.

1495. Formando la pasta de porcelana de una arcilla poco ligosa, ofrece todos los caracteres de una pasta muy poco tenaz; lo que hace su elaboracion larga, minuciosa y difícil. Los planos redondos, y los platos se amoldan sobre moldes de yeso; pero unas veces la pasta se dispone en forma de capas y otras se desbasta sobre el torno.

En el primer caso, se estiende sobre una mesa de mármol una piel mojada, y sobre esta piel se estiende la masa de porcelana, por medio de un rodillo sostenido por dos reglas; luego que la hoja de pasta está preparada á propósito se trasporta al molde de yeso, levantándola por medio de la piel, sin la cual la poca ligosidad de la pasta haria difícil este trasporte.

Cuando se desbasta al torno, se coloca un pedazo de pasta sobre un disco redondo de yeso ó de madera, que reposa sobre la cabeza del torno. Alli se da groseramente la forma á la pieza, dejándola mucho grueso En seguida se aplica fuertemente sobre el molde de yeso comprimiéndola con una esponja humedecida. Por la parte inversa de la pieza se suelda un pedazo de pásta dándole una fuerte presion con el dedo pulgar, y comprimiéndole y aplanándole se hace el reborde que debe formar el pie del plato ó el objeto que sea. En este estado se deja tomar á la pieza un poco de consistencia, y se la separa del molde. Se vuelve por último á colocar sobre el torno y se tornea por fuera dejándola el grueso conveniente, y concluyéndola con una herramienta de hierro muy cortante. Un buen obrero hace cincuenta platos de porcelana por dia.

El amoldado en yeso se emplea siempre para formar las

piezas que no son redondas: despues se concluyen á la mano. Cuando estas piezas son muy grandes como jofainas, ensaladeras, etc., se forma una capa de pasta sobre la piel y la mesa de mármol, y se aplica al molde con la esponja humedecida como hemos indicado para los platos: estas piezas se concluyen, como hemos dicho, á la mano. Las piezas de guarnecer, tales como las asas, picos, adornos, etc., se amoldan y concluyen separadamente; despues se pegan á las piezas con la pasta diluida en agua llamada *barbotina*.

Concluida la forma de las piezas, es preciso someterlas á una desecacion lenta, si se quieren evitar las aberturas que inutilizan las piezas. Luego que se hallan bien secas se conducen al horno.

1496. El horno de porcelana dura es una especie de torre, de dos ó tres pisos, construida de ladrillos refractarios. El combustible que se emplea es el álamo blanco nuevo en rajas y muy seco; se coloca esteriormente sobre cuatro fogones que comunican con lo interior del horno; cada piso está cerrado por una bóveda atravesada por algunos desahogaderos: el todo está cubierto de un techo con claraboya situado á una distancia bastante grande de la segunda bóveda. Este horno no tiene chimenea, ó mas bien es el mismo horno el que la constituye. Su grande elevacion, el poco espacio vacío que queda en su interior cuando está cargado, y la estrechez de su abertura superior, son otras tantas causas que contribuyen á darle un tiro muy activo.

La cocion de la porcelana se divide en dos épocas. La primera se efectúa sobre las piezas crudas sin barnizar, y las comunica solidez y ligereza. Despues se pasan al piso superior del horno, y alli parece que esperimentan las piezas un calor de cerca de sesenta grados del pirómetro de Wedg-

wood; este principio de cocion, no altera en nada su forma ni las hace tomar una contraccion sensible; pero las deseca completamente, y las comunica una solidez suficiente para que se las pueda manejar, y aun introducirlas en el agua sin destemplarse ni enturbiar el líquido.

Véase la composicion, segun Mr. Berthier, de la porcelana de Sévres cuando se halla en este estado.

Silice....	59,6	99,6
Alumina.	35,0	
Potasa...	1,8	
Cal.....	2,4	
Agua....	0,8	

Muy bien hubiera podido deducirse de la dósis citada anteriormente; pero es muy posible que la cocion modifique esta composicion un poco, cuando se cuece por segunda vez, en razon de la elevada temperatura que la materia esperimenta.

1497. El barniz ó cubierta de la porcelana dura no es otra cosa que la roca felspática que sirve de fundente á la pasta. Pero aqui se emplea pura, y nada hay que se oponga á ello porque al calor blanco se funde en un vidrio incóloro y casi trasparente. Se muele para reducirla á un polvo muy fino, que se suspende por la agitacion, en el agua mezclada con un poco de vinagre. Mr. Bronguiart se aseguró que esta adicion del vinagre tenia por objeto el mantener mas largo tiempo en suspension las moléculas del barniz. La precipitacion es mas rápida cuando solo se diluye en agua pura. Es muy probable que esta propiedad enteramente mecánica sea debida á la viscosidad del vinagre impuro que se emplea; pero sea cualquiera la causa, es muy cierto que el empleo de

vinagre no es un perjuicio de fábrica, sin objeto. Las piezas se hacen pasar con prontitud al través de este licor enturbiado; el agua al penetrarlas deposita en su superficie una capa de barniz que se seca en el momento que la pieza sale del agua, por la mucha porosidad que conserva en el estado de desecacion. Con un pincel se cubren de baño todas aquellas partes que no lo han podido tomar bien. Por último se limpia el barniz de la parte sobre que debe descansar la pieza en el horno, sin cuya precaucion se pegaria al soporte, ó á los puntos que la sostienen.

Véase la composicion de la roca felspática que se emplea como cubierta, segun Mr. Berthier.

Silice....	73,0=	37,88
Alumina.	16,2=	7,52
Potasa...	8,4=	1,42
Agua....	0,6=	
	98,2	

Lo que da un átomo de sesilicato de potasa y cinco de cuadrisilicato de alumina.

1498. En fin, se procede á la segunda, ó mas bien á la verdadera cocion. Esta sepractica en unas estufas ó cajas (cazettes) hechas de una arcilla muy refractaria. La que emplean en Sévres para este objeto es la arcilla plástica de Abondant, en el bosque de Dreux. Se amasa sin lavarla, y se la añade por cimento una tercera parte de las estufas viejas bien molidas.

Como la porcelana se reblandece al fuego, no pueden cocolocarse las piezas una sobre otra, aun cuando no tengan

todavia el baño. Cada pieza plana exige, pues, un estuche particular, en cuyo fondo se pone una placa bien plana y de la misma naturaleza que el estuche; se sujeta por medio de tres pedacitos de un lodo arcilloso mezclado con una gran cantidad de arena. Cuando la placa está bien nivelada, se moja y se salpica de arena ó bien se cubre con arcilla refractaria diluida en agua y se coloca sobre ella la pieza de porcelana. La arena impide que la pieza se pegue á la placa por la accion del fuego, y facilita los movimientos que sufre de contraccion y dilatacion.

Pueden colocarse muchas piezas sobre la misma placa, con tal que no se toquen. Esto es lo que se hace con todas las piezas pequeñas. Cuando los estuches se hallan cargados se colocan en el horno uno sobre otro, y se forman de este modo unas columnas que llenan el horno. Hay que tener cuidado de no separarlas mas de lo necesario y con la mayor igualdad posible, para que el tiro sea rápido y el fuego continúe con regularidad y bien distribuido.

La puerta del horno se tabica con tres filas de ladrillos; pero se practican dos aberturas cuadradas, de cerca de dos decímetros (8,62 pulgadas) de largo en cada lado, la una en la parte de arriba, y la otra en la de abajo. Estas aberturas permiten penetrar á los estuches á donde se colocan unos pedazos de porcelana que sirven de *muestra*. Estas muestras son unos pequeños fracmentos de porcelana que tienen dos pulgadas de altura y una de ancho. Están atravesados por un agujero y encajados en un soporte de arcilla. De tiempo en tiempo se retira uno de estos fracmentos de la parte de arriba y otro de la de abajo por medio de una barra de hierro que se pasa por el agujero del fracmento. Por este medio puede juzgarse si la distribucion del calor se verifica con igualdad

en la parte de arriba y en la de abajo, y al mismo tiempo apreciarse los progresos de la cocion. Las aberturas por donde se sacan las muestras, se cierran con una puerta de tierra cocida, en medio de la cual se adapta un especie de tubo hueco por cuyo medio puede observarse el interior del horno y arreglar su marcha por el fuego. En la fábrica de Sévres hay todo alrededor del horno unos tubos semejantes cerrados por placas de vidrio. De este modo dejan ver el fuego sobre todos los puntos del horno durante todo el tiempo de la cocion, sin perjudicar al tiro.

El fuego empieza echando sobre las hornillas algunos pedazos de leña blanca bastantes gruesos; continúa de esta manera durante unas quince horas, haciéndole subir poco á poco por la adicion de una cantidad mayor de leña. Al cabo de quince horas, toma el horno por su interior el grado rojo cereza.

Calentando poco á poco el horno y las piezas que contiene, se evitan las dilataciones repentinas que podrian ocasionar la rotura de un gran número de estas; pero cuando la masa se ha enrojecido, se cambia el modo de cargar las hornillas, lo que se llama *cubrir el fuego*: en vez de echar los troncos verticalmente en los cuatro fogones, se coloca un obrero en frente de cada uno de ellos, dispone horizontalmente sobre su abertura leña de álamo blanco, bien sana y dividida en rajas muy menudas, y la coloca en declive; la llama invertida, activa y larga, que proviene de las hornillas, penetra en lo interior del horno y rodea las columnas de estuches. Continuando de este modo durante doce ó quince horas el interior del horno adquiere el grado rojo blanco, y apenas pueden distinguirse las muestras. Hacia el final de la cocion cada obrero pone sin cesar leña sobre su hornilla; como debe co-

locarla con bastante regularidad, se ve precisado á introducir las rajas una á una, y como son tan delgadas apenas puede suministrar la cantidad suficiente para la combustion; tal es la rapidez con que esta marcha.

A esta época el tiro es tan activo que puede colocarse la mano sobre el declive de la leña sin esperimentar un calor incómodo. La combustion de la leña es tan completa que no queda nada de brasa, no se percibe la mas leve señal de humo y aun las cenizas son enteramente arrastradas por la corriente de aire. El calor en los hornos de Sévres sube hasta 134° del pirómetro de Wedgwood, pero á pesar de esto el hierro dulce no se puede fundir. Al cabo de quince ó veinte horas de este gran fuego, es decir, de treinta y seis horas de fuego, queda cocida la porcelana; para asegurarse del término de la operacion se retiran los pedazos de prueba y se examinan. Se deja enfriar el horno por espacio de tres ó cuatro dias y al cabo de este tiempo se descarga.

Una parte de la arena colocada sobre las placas de los estuches, para facilitar los movimientos de las piezas adhiere á los pies de estas: se separa frotando esta parte sobre una piedra arenisca dura. Cuando no hay necesidad de introducir de nuevo á la porcelana blanca en el gran fuego, para corregir sus defectos, puede introducirse desde luego en el comercio.

1499. En Inglaterra, por unas mezclas particulares, y en el Piamonte, por medio de la magnesia, se fabrica una porcelana que solo se diferencia de la precedente en que la potasa es reemplazada por la magnesia.

Véase la composicion segun M. Berthier :

	Pasta de molde de Worchester.	Pasta desecada de Piamonte.
Silice	77,0	60,0
Alumina	8,6	9,0
Cal	1,2	1,6
Magnesia	7,0	15,2
Agua	5,6	13,6
	99,4	99,4

Productos de barro.

1500. Este nombre conviene á todos los objetos terrosos de pasta compacta y opaca, bastante bien cocidos para no dejarse rayar por el hierro, y producir chispas con el eslabon.

Los productos de barro, que son muchas veces mas duros que la porcelana dura, se diferencian sobre todo por su opacidad y tambien por su coloracion; pero tambien pueden obtenerse blancos, aunque siempre se distinguirán con el nombre de barro en tanto que conserven su opacidad.

Por dos procedimientos bien distintos pueden obtenerse objetos dotados de estos caracteres; primeramente, por medio de una arcilla pura cocida á una temperatura bastante alta para determinar en ella la aglutinacion; segundo por medio de diversas mezclas de arcilla y de una base susceptible de formar un silicato fusible que produce un estado de vitrificacion naciente. La cal, la barita, el óxido de hierro, el de manganeso y otros muchos, se pueden muy bien emplear.

La base de los primeros productos de barro, es una arci-

lla muy plástica y fina, poco ferruginosa, que contiene naturalmente una gran cantidad de arena fina, pero nada de cal ó al menos muy poca. La de Forges-les-Eaux, departamento de Yonne, puede servir de ejemplo. La arcilla se amasa fuertemente con los pies, y al mismo tiempo se añade á esta masa un poco de arena salpicada de un poco de cal.

Los objetos de barro se cuecen á una temperatura elevada. El horno en que se cuecen va subiendo desde el fogon hasta el fondo; no tiene chimenea propiamente dicha, y el fogon es muy grande. El fuego dura ocho dias consecutivos: los objetos adquieren por esta cocion una gran solidez y una dureza tal, qne pueden producir chispas con el acero. Estos objetos son compactos y análogos en todo á la porcelana, á escepcion de la traslucencia. Su homogenuidad es tal, que no pueden permanecer sobre el fuego sin romperse.

La finura de su pasta, y la elevada temperatura que se les hace sufrir hacen á estos objetos bastante compactos para que no tengan necesidad de barniz; sin embargo, para mayor propiedad, y para hacerlos mas gratos al tacto, se les pone muchas veces una especie de baño. Este se produce casi siempre por la vitrificacion de la superficie y aun de la tierra, por medio de la potasa y de la cal que suministran las cenizas del combustible, ó bien por medio de la sal marina, que se echa en el horno cuando está enrogecido; algunas veces tambien se barnizan estas piezas con escorias de forja pulverizadas, á las cuales se añade cal, arena, y arcilla. Se humedecen en el agua las piezas crudas y se salpican con este baño. Un solo fuego basta para cocer la pasta y la cubierta que adquieren por la fusion un color pardo de castaña.

Véase segun Mr. Berthier, la composicion del barniz que

se aplica sobre esta clase de objetos en Sain-Amand y san Salvador (Nievre).

Silice.....	55,8	100,0
Alumina.....	7,0	
Oxido de hierro.....	12,4	
Oxido de manganeso.	3,0	
Cal.....	20,8	
Magnesia.....	1,0	

Esta es pues la composicion de una escoria de un horno alto un poco ferruginosa, ó bien la de un vidrio de botellas sin alcali.

Los barros difieren de las porcelanas, por la presencia de un poco de óxido de hierro que colorea su pasta, y por la privacion de materias alcalinas. Se podria probablemente, añadiéndoles la cal y la magnesia necesarias, darles la semitrasparencia que caracteriza á las porcelanas. Esta adiccion exigiria algunas precauciones, porque podria determinar la fusion de los barros de una manera demasiado completa y pronta.

Barros coloreados de Wedgwood.

1501. Los objetos terrosos designados bajo este nombre tienen todos una pasta fina, coloreada y bastante dura para producir chispas con el eslabon; en cuanto á su composicion tienen mucha semejanza con la porcelana, y solo se diferencian realmente, en que la potasa se encuentra reemplazada, en parte, por la barita ó por la estronciana.

Véanse las composiciones dadas por Mr. de Saint-Amant:

	Pasta mate.	Pasta dura.
Silice	15	17
Felspato	15	30
Arcilla de Devon	26	15
Sulfato de barita	47	10
Id de estronciana	10	»
Id de cal	6	23
Kaolin de Corneauilles.	»	15

Estas pastas se colorean con diversos óxidos metálicos. Un centésimo de óxido de cobalto basta para dar el hermoso azul de Wedgwood. El color de naranja se obtiene con el óxido de antimonio y el óxido de hierro; el verde, con el óxido de cobre; el negro, con una mezcla de óxido de manganeso y de hierro; el moreno ó pardo con el óxido de niquel y la tierra de sombra.

Estas pastas son muy ductiles y se trabajan fácilmente. En algunos casos aun ofrecen unas ventajas reales sobre las pastas ordinarias. Las piezas adyacentes, como las asas y demas pueden unirse sin otro intermedio que un poco de agua de goma: asi quedan pegadas por el intermedio del fuego, y aun mejor que las pastas ordinarias por la barbotina. Estos vidriados no reciben ordinariamente sino un solo fuego. Sin embargo, algunas veces se esmaltan ó se les da otro brillo del que ellos presentan, y en este caso es preciso esponerlos nuevamente al fuego.

El esmalte para lo interior de los vasos negros se compone de:

Minio	96
Pedernal	16
Oxido de manganeso.	2

A estos objetos se les da el barniz por un medio particular. Se colocan en las cajas de arcilla, cuyo interior está cubierto de una mezcla de:

Sal marina.	12 ó bien	64
Potasa.....	30.....	6

Algunas veces aun se tienen cuidado de colocar hácia e centro de la mufla varias piezas cubiertas tambien de un barniz muy fusible y volatil. Esto es lo que los obreros ingleses llaman los *refractores*. Es evidente que este procedimiento está fundado en la volatilidad de la potasa y de la sal marina.

Loza fina de baño trasparente.

1502. Este vidriado es conocido con el nombre de vidriado fino, de loza inglesa, loza blanca, tierra de pipa. Su pasta es blanca, porosa, absorvente y opaca; su barniz es trasparente y con base de protóxido de plomo. Esta loza es fina, blanca, ligera y susceptible de recibir las formas mas puras y los adornos mas delicados.

Cuando está bien hecha, llena la mayor parte de las condiciones que exigen estos productos; pero su naturaleza permite variaciones, con respecto á la composicion de su baño, cuyo punto es esencial para la salubridad.

La loza ó tierra de pipa resiste bien al fuego; su baño contiene mucho óxido de plomo, pero cuando está bien hecho no tiene los inconvenientes que la han atribuido. Sin embargo, si la cantidad de óxido de plomo es demasiado crecida, como sucede con la mayor parte de los objetos que se fabrican ahora en Francia con esta tierra, estos inconvenientes

son graves bajo todos aspectos. Los ácidos y aun el vinagre pueden, por medio de un contacto de algunas horas, atacar al barniz y producir sales de plomo. Los cuchillos la rayan con la mayor facilidad y separan un polvo plomífero que se mezcla con los alimentos; en fin, el vaso una vez rayado absorbe todos los líquidos y se encuentra bien pronto penetrado de materias grasas que le comunican un aspecto sucio muy desagradable. Todos estos inconvenientes estan compensados con el bajo precio de esta loza, condicion á la cual se sacrifican todas las demas; en fin, aumentando la dósis de óxido de plomo en la cubierta, puede cocerse á una temperatura mas baja, y obtener de este modo una economia de combustible á la cual se sacrifica la salubridad y la verdadera economia que resultaria de la mayor duracion de los vasos que se espenden al consumidor.

La loza fina está compuesta de una arcilla plástica blanca y de pedernal molido.

La arcilla debe ser ligosa, para que la elaboracion de las piezas sea pronta y fácil: no debe contener por lo tanto una gran proporcion de arena; debe estar esenta de óxido de hierro, para que la accion del fuego no la colore en rojo, porque esto seria un obstáculo muy grande para cubrirla de un baño trasparente. Es necesario que sea poco fusible, para que pueda esperimentar un calor de cerca de 100° del pirómetro de Wedgwood, sin deformarse sensiblemente, y sin aglutinarse, por que esto la haria quebradiza al fuego.

La esplotacion de la arcilla se hace en gruesos ladrillos que se dejan secar; se quebrantan y separan con cuidado los guijarros y fracmentos de arcilla coloreada que se encuentran interpuestos en ella. La arcilla se prepara por lavaduras; entonces se añade el pedernal que debe desengrasarla. En

algunas fábricas mezclan al mismo tiempo el pedernal y la arcilla formando con ellas una gacha; en este caso no la lavan, y se contentan con hacer pasar la masa al través de tamices muy finos.

El pedernal que se emplea es el pedernal negro de las cretas, que se calienta hasta el grado rojo en unos hornos semejantes á los de la cal, para poderle reducir á polvo con facilidad. Esta operacion le hace mucho mas friable y de un blanco opaco; entonces se reduce á polvo muy fino, y se muele con agua en unos molinos á propósito, que se emplean para la fabricacion de la mayor parte de los vasos terrosos. Tambien puede molerse y con mayor economia, sin la interposicion del agua en un molino ordinario de harina; pero la molienda en seco de los pedernales deberia proscribirse por ordenanzas de policía, á causa de los funestos efectos que causa el polvo de pedernal en los obreros que le respiran. Esta bien probado que al cabo de algunos años, todos estos infelices perecen de enfermedades del pulmon, ocasionadas evidentemente por el polvo silicoso que se deposita en él á cada instante por la respiracion. Cuando el pedernal está molido al agua y lo mas fino posible, es preciso para hacer su decantacion mas rápida, recurrir á un medio particular. Se añade á la papilla que forma, un poco de cal viva, y entonces la decantacion se efectúa con mayor prontitud.

La pasta de la loza se forma añadiendo el pedernal molido á la arcilla lavada, en la proporcion al poco mas ó menos de un quinto de pedernal; se mezclan exactamente estas dos partes constituyentes de la pasta; pero esta pasta demasiado líquida debe necesariamente tomar consistencia por la evaporacion del agua. Esta evaporacion no puede fiarse al tiempo abandonando la pasta así misma, por que seria general-

mente muy prolongada; así, es necesario facilitarla por dos medios.

En Inglaterra se echa la pasta en un foso largo que se calienta por debajo hasta que la masa entra en ebullicion, teniendo cuidado de removerla sin cesar, para que el pedernal no se separe por su mayor pesantez. Este primer medio es bastante dispendioso á causa del combustible que exige. En el segundo procedimiento, se coloca la masa en unos especies de moldes ó cajas de yeso bien secas, que tienen cerca de veinte centímetros de diámetro; el yeso absorve la humedad escedente de la pasta y esta toma muy pronto la consistencia necesaria; se retira de los moldes y estos se esponen al aire libre ó al sol debajo de unos cobertizos, para que se sequen bien.

Luego que la pasta ha adquirido el grado suficiente de consistencia, se amasa fuertemente antes de elaborarla; se bate con unas mazas; se estiende sobre un pavimento de madera y se pisotea con los pies desnudos, y en seguida se amasa á la manera de la pasta de arina. En fin, para darle mas ligosidad, se reune en masa y se abandona durante muchos meses en unas cuevas húmedas: allí esperimenta una especie de fermentacion; se ennegrece y esparce un olor fétido. Las piezas hechas con la pasta fermentada de esta manera se abren con menos facilidad que las que se elaboran con la pasta nueva. Cuando esta pasta está bien preparada se trabaja con tanta facilidad que un buen obrero puede hacer seiscientos platos al dia, con tal que tenga el auxilio de un muchacho que le traiga la pasta y retire los platos formados.

1503. El horno para cocer la loza fina es de una construccion bastante sencilla; consiste en un cilindro terminado por una bóbeda rebajada. Los que se emplean en Francia se

asemejan á un horno de porcelana sin globo. El combustible se coloca sobre ocho *hornillas*. La llama es inversa, penetra en lo interior del horno, y sale por unas pequeñas aberturas cuadradas que se hallan practicadas en la cúpula.

Las piezas bien secas no se introducen en el horno á fuego descubierto, sino que se encierran en unos estuches cilíndricos hechos de tierra. Estos estuches ó cajas, deben construirse de una buena arcilla: en su composicion entra lo menos un tercio de cimento, que le forman los despojos de los estuches viejos bien molidos. Por esta adicion se busca el medio de hacerlos resistir mas tiempo á los cambios de temperatura que deben esperimentar. Cada estuche encierra muchas piezas colocadas unas sobre otras con precaucion, pero sin ningun intermedio.

Esta loza puede cocerse con leña ó ulla; cuando se emplea la leña, circula la llama al rededor de los estuches y no se dirige por ningun conducto particular. Cuando se hace uso de la ulla, salen la llama y el humo por unos conductos perpendiculares que parten desde las aberturas interiores de las hornillas, y van tocando por las paredes interiores del horno. Estos canales tienen muchas aberturas laterales. El fuego se conduce desde luego con suavidad; y se continúa aumentando hasta que toda la llama de los estuches está enrogecida. El estado de cocion de las piezas se manifiesta por unos pedazos de la misma pasta que se colocan en un estuche que tiene una abertura lateral, por la cual pueden retirarse para examinarlos. El fuego dura cerca de cuarenta horas; el horno se deja enfriar completamente antes de estraer las piezas.

La loza que se estrae del horno despues de esta operacion está cocida: tiene consistencia, pero es esponjosa, su super-

ficie áspera, y es preciso por lo tanto cubrirla de un barniz. Este barniz es un vidrio compuesto de silice de potasa ó de sosa y de óxido de plomo. Las proporciones de estas sustancias varian segun la naturaleza de la loza sobre que se aplican.

El óxido de plomo que se emplea ordinariamente es el óxido rojo ó minio: el calor le hace pasar al estado de protóxido. Este cuerpo hace al vidrio, en cuya composicion entra, mas fusible y mas brillante; pero cuando se pone en demasiada cantidad, el baño se vuelve amarillento, áspero, y en este caso le atacan fácilmente los ácidos y las grasas calientes: en estas circunstancias puede ser perjudicial. Si el óxido de plomo solo se pone en pequeña cantidad, el barniz es trasparente, sin color, duro y no puede perjudicar á la salud. Los ingredientes de este barniz se funden para hacerlos pasar al estado de vidrio, en el mismo horno de cocer la loza ó en otro horno particular. Este vidrio se pulveriza y muele lo mas finamente posible; se pone en suspension en el agua con el ausilio de un poco de arcilla y de una agitacion contínua. En este líquido se introducen con prontitud las piezas que se han de barnizar: como están muy secas, y son tan porosas, absorven el agua con prontitud quedando adherido á su superficie el barniz que se hallaba suspendido en el líquido; con un pincel se cubren aquellas partes que han quedado por bañar y particularmente el punto por donde se agarran las piezas al tiempo de sumegirlas.

Para fundir este baño se introducen otra vez las piezas en el fuego colocándolas en nuevos estuches; pero como aquellas se pegarian si se tocarán, es preciso tenerlas aisladas.

Para conseguir esto, las cajas ó estuches están atravesadas de agujeros colocados á distancias iguales, y dispuestos

segun tres lineas verticales ; en cada agujero se coloca una pequeña pirámide triangular de loza que sale por la parte de adentro de la caja. En la cúspide aguda que presentan estas pirámides ó *pernetas* reposan las piezas planas que se quieren cocer. Los tres puntos sobre que tocan los platos á estas son tan pequeños que á penas pueden distinguirse. Sin embargo, si se observa con cuidado, se advertirán en todos los platos de loza tres puntos colocados al poco mas ó menos á igual distancia, y en los cuales parece haberse picado la cubierta.

Los estuches en que se ponen las piezas bañadas estan ellos mismos cubiertos interiormente de un baño en el cual entra mucho plomo. Esta precaucion tiene por objeto prevenir el efecto de los estuches sobre los platos ú otras piezas barnizadas, que cederian al estuche una parte de su barniz, si este no estuviera barnizado tambien. Despues de lo que hemos espuesto anteriormente es inútil insistir sobre la teoría que esplica este nuevo trasporte al fuego. Los estuches para los platos contienen generalmente una docena.

El horno en que se cuece la cubierta es mas pequeño que aquel en que se cuece la loza cruda ; nunca tienen mas de seis hornillas. El fuego se conduce como para el bizcocho, pero es mucho menos fuerte y nunca pasa del rojo cereza.

1504. *Pipas.* Las pipas ordinarias se hacen con la misma pasta que la loza fina, solo se diferencian en que las primeras estan menos cocidas, y las mas veces sin cubierta. La tierra de pipa debe por lo tanto ser una arcilla plástica, blanca, fina, fácil de trabajar y resistir al fuego. Debe ademas lavarse, separar todas las materias estrañas, y en seguida batirla bien y dividirla; en fin, amasarla con el mayor cuidado. No se añade á ella ni arena ni pedernal, y sí el ci-

mento de esta tierra que proviene de las pipas viejas, cocidas é inutilizadas.

Para elaborar las pipas, se hacen unos rodillos de pasta del mismo volumen de la pipa al poco mas ó menos. Se les deja tomar consistencia y despues se agujerean con un taladro de hierro : con el dedo pulgar se forma la cabidad ó chimenea de la pipa, y bosquejada de este modo se introduce en un molde de cobre engrasado, se cierra este y se le da presion. Por este medio queda hecha la parte esterior de la pipa. Luego se forma el hueco de la cabeza, primero con el dedo, y despues se concluye con un instrumento de hierro á propósito, sin quitar la pipa del molde ni este de la presion. Por último se retira la pipa del molde, y se concluye á la mano dándola el pulimento, primero con un pedazo de cuerno y despues con un pedernal.

Las pipas se cuecen al poco mas ó menos como la loza y en el mismo horno. Se ponen en estuches cilíndricos y bien enlodados, ó en unas especies de crisoles grandes; se disponen en pirámides colocando todas las cabezas abajo y formando círculo, y los tubos reunidos y apoyados sobre un pilar estriado que se eleva en el centro del estuche y que se llama candelero.

Cuando la tierra es un poco ferruginosa, adquieren las pipas un color rojizo por la accion del fuego. Para correjir este defecto es necesario hacer pasar el fuego al estado de protóxido, lo cual se consigue por el procedimiento siguiente: Cuando las pipas están en el horno se cierran todas las aberturas superiores, y se ahuman; en seguida se hacen enrojecer, y esta operacion se repite á todas las horas durante la cocion ; por este medio adquieren un hermoso blanco.

No teniendo las pipas barniz y estando muy poco cocidas

se pegan á la lengua y á los labios y se ensucian muy en breve: este inconveniente puede evitarse dándolas un especie de baño. Para esto se hace en el agua una mezcla de jabon, de cera blanca y de goma arábiga; se funde el todo al calor y se mezcla la cera por la agitacion; se introducen las pipas en esta disolucion, y en seguida se frotan con un pedazo de bayeta fina. Por este medio adquieren un lustre que las comunica mas limpieza y valor.

De las lozas comunes.

1505. La pasta de estas lozas, ordinariamente porosa, es roja y amarillenta, y su baño es coloreado ó de un blanco opaco.

La pasta es una mezcla de una arcilla muchas veces ferrujinosa, algunas calcárea, y de una arena qua contiene óxido de hierro, algunas veces un poco de arcilla y aun cal. La arcilla que se emplea es ya azul y ferrujinosa, ya verde y calcárea; es una especie de marga, y aun algunas veces, como en muchas manufacturas de París se añade la marga. Parece que esta sustancia facilita la fusion del esmalte por su propia fusibilidad, y que aumenta la adherencia. La cantidad de marga puede ascender hasta el 20 por 100 en la pasta sin inconveniente alguno. Estas materias no se muelen jamás, y aun muchas veces no se lavan sino groseramente. La mezcla se hace en proporciones que difieren en cada fábrica: el término medio parece ser de tres quintos de arcilla ó de marga y dos de arena.

Algunas veces la pasta se pasa por tamiz, pero jamás se afirma por la evaporacion ayudada del fuego, como se hace con la loza fina. Para que tome consistencia se la deja repo-

sar en un foso socabado en el suelo, y cuando la pasta se ha sentado se hace correr el agua sobrante por medio de unas llaves laterales.

El horno en que se cuece la loza comun, se compone de dos pisos abovedados colocados uno sobre otro. El piso inferior es muy bajo, y ofrece por un lado una abertura que sirve de fogon ; su bóveda está atravesada por unas aberturas. El piso superior es mas estenso; se introducen en él las piezas por una puerta que se cierra luego que está cargado: tambien termina por una bóveda provista de aberturas. Las piezas en crudo se colocan en la parte superior, y las que estan bañadas de barniz ocupan la parte baja: se introducen en sus estuches ó cajas de tierra. El piso inferior no recibe ninguna pieza cruda. Algunas veces se colocan unas sobre otras en escapada; entonces estan sostenidas solamente por grandes baldosas de tierra cocida de figura octógona sostenidas sobre pilares de la misma naturaleza. Cuando las piezas estan dispuestas de este modo en el horno, se tabica la puerta con ladrillos, y se enciende el fuego en la bóveda inferior , la llama pasa por las aberturas que atraviesan los pisos de separacion de las dos bóvedas, y circula entre las piezas. Cuando estas empiezan á enrojecerse, no se echa mas leña en la bóveda ; pero se coloca trasversalmente sobre la abertura por donde se introduce, disponiéndola en declive; el calor aumenta rápidamente y las piezas quedan cocidas en treinta ó treinta y seis horas. Pasado este tiempo, y enfriado el horno se retiran. Las que estaban en crudo se encuentran en el estado de bizcocho ; las otras pueden desde luego introducirse en el comercio. El bizcocho se baña á la manera ordinaria y se practican las operaciones que quedan espuestas.

Este barniz como se observa, está formado por medio del

esmalte blanco. Este se prepara en las fábricas fundiendo reunidos el plomo y el estaño y oxidando esta aleacion en un horno pequeño de reverbero llamado *ornete*. Las proporciones de esta liga varían. Para la loza muy comun, se toman 14 partes de estaño para 100 de plomo. Para la loza muy buena se toman 20 á 25 de estaño para 100 de plomo. Cuando esta calcina está preparada, se combina con una frita obtenida con arena blanca y sal de sosa. Esta frita se prepara en el piso inferior del horno de loza durante la cocion de las piezas. Se compone de 100 partes de arena para 10 ó 12 de sal de sosa. Se ha notado que se hace mas blanca si despues de esta primera cocion se la moja con una disolucion de sal marina y se vuelve á pasar al fuego. Cuando la frita está preparada se mezcla con la calcina y se funde el todo en el piso inferior del horno de loza; las proporciones son partes iguales de frita y de calina. Esta mezcla se cuece en una vacia hecha con las materias que producen la frita. De manera que al mismo tiempo se cuecen las paredes de la vacia para hacer la frita, y el interior para producir el esmalte.

El esmalte preparado de este modo se muele con cuidado debajo del agua, y se aplica por los procedimientos ordinarios, sobre el bizcocho absorvente.

Hemos dicho que la pasta de la loza comun era ordinariamente roja, ó al menos amarilla; es por otra parte grosera y porosa, soporta bastante bien los pasos alternativos de calor y frio, sobre todo si se ha hecho entrar en su composicion cimento muy fino de esta misma pasta, ó arena en gran cantidad.

Esta loza es casi siempre fusible á nna temperatura elevada, y cuando contiene mucho hierro y mucha cal, se fun-

de á un grado de calor poco subido ó bien se hincha por la accion del fuego. Estas malas cualidades exigen un barniz muy fusible.

Esta clase de loza es bastante bella, sobre todo si ha sido fabricada con cuidado, sino es muy gruesa, etc. Desde luego es inatacable por los ácidos y por las grasas. Pero su hermoso aspecto no le conserva mucho tiempo. El tránsito repentino de calor y frio, solo lo soporta con mucha dificultad. Su cubierta debe ser muy gruesa para ocultar el color de la pasta y desfigura todas las formas por su espesor; se gretea muy pronto, las grasas penetran la pasta y comunica á los alimentos que se preparan en estas lozas un gusto desagradable; por último se pone trasparente y deja ver la pasta roja que contrasta desagradablemente con la blancura de la pieza.

1506. La loza muy comun, que se llama vidriado de barro generalmente, y que tiene un color en su cubierta pardo, amarillo y aun verdoso, es el mas malo de todos los vidriados; no solamente es su pasta ordinaria, porosa y fragil, sino que su baño es muchas veces peligroso; este barniz está casi enteramente compuesto de óxido de plomo fundido, y algunas veces mezclado con óxido de cobre ó con óxido de manganeso. Si se dejan reposar en semejantes vasos los alimentos ácidos ó si se calientan mucho en ellos las grasas, el baño será atácado y el plomo comunicará á los alimentos sus propiedades deletéreas.

Esta cualidad nociva del barniz aumenta los inconvenientes de esta loza; la única ventaja que presenta, es la de resistir facilmente el fuego sin romperse, y la de poderse vender á un precio muy bajo; esta ventaja la debe al poco combustible que necesita para su cocion, en razon de la gran fusibilidad de su cubierta.

La preparacion y aplicacion de los barnices de que acabamos de hablar, no exigen grandes cuidados. Se toma litargirio, y aun sulfuro de plomo y producen un baño trasparente, de un color amarillo sucio. Algunas veces se añade á estas sustancias el óxido de manganeso ó el óxido de hierro que las comunican un color pardo ú óxido de cobre, cuando el litargirio no contiene naturalmente á esta sustancia; este es el que produce el baño verde en ciertos vidriados. Estas materias se muelen, se suspenden en el agua y se introducen las piezas como en los casos anteriores.

Los alfareros que no fabrican sino vidriados muy comunes y ordinariamente muy malos, emplean un procedimiento muy sencillo, pero sujeto á muchos inconvenientes. Estos fabricantes dejan simplemente secar sus piezas sin darlas una primera cocion; en seguida las humedecen en una agua que tiene arcilla fina en suspension y que llaman agua grasa: la arcilla se pega á la superficie de la pieza, entonces se salpica con barniz y se trasporta al horno: la pasta se cuece y el barniz se funde al mismo tiempo. Estos procedimientos son muy económicos, pero las piezas estan llenas de defectos.

1507. *De los objetos de tierra rojos.* Estos objetos no son otra cosa que unas lozas comunes sin cubierta. Con respecto á las lozas comunes, son lo mismo al poco mas ó menos que las pipas con respecto á la loza fina. Pero como la naturaleza de las tierras propias para producir estos vasos rojos, puede variar mucho, hay una precision de confundir bajo el mismo nombre objetos muy diferentes. Aqui se encuentran en efecto, la mayor parte de los tiestos, muchos vasos pequeños, como cazuelas, barreños y otros muy comunes, pero sin barniz ; vasos de una pasta bastante fina; en fin, los

famosos vasos etruscos. Esta clase de vidriado, la mas comun é imperfecta, se obtiene con una arcilla ferrujinosa desengrasada por una cantidad suficiente de arena ó de cimento de estas mismas vasijas molidas. Algunas veces se lava la tierra groseramente y se muele la pasta en un molino. En Sévres se han hecho con la arcilla de Arcueil y arena, vasos de un tono rojo bastante agradable y de una pasta lijera.

Cuando estos vasos estan destinados á contener las flores, se cubren por dentro de un barniz de vidrio plomífero para que el agua no los atraviese en razon de su porosidad. Por la parte de afuera estan deslustrados y sin barniz; pero pueden estar adornados de pinturas negras ó blanquecinas á la manera de los vasos etruscos. Estos colores se fijan en los vasos por la fusion. Los vasos etruscos tan notables por sus formas, y por la pureza de estilo de las figuras que los adornan han sido construidos segun estos principios.

1508. *Alcarrazas.* En muchas comarcas del antiguo continente, en donde la temperatura ordinaria es muy elevada, se sirven de vasos porosos para refrescar el agua, introduciendo en ellos este líquido, que resuda al traves de sus muchos y delicados poros, y se presenta al aire en una gran superficie, facilitando de esta manera su pronta evaporacion. Esta evaporacion contínua hace descender cuatro ó cinco grados la temperatura del agua, cuando la atmósfera es de veinte y veinte y cinco. Estos vasos son conocidos en España con el nombre de *alcarrazas.* Las alcarrazas estan hechas de una loza grosera muy porosa, poco cocida y sin barniz. La porcelana privada de humedad, es decir, aquella que solo ha recibido un ligero grado de cocion, deja trasudar el agua, como las alcarrazas y la refresca sin comunicarla ningun gusto. Este enfriamiento hace descender al agua cinco grados

de la temperatura en que ordinariamente se encuentra.

Segun esto pueden muy bien adivinarse los principios de composicion de estos vasos. Bien se deja ver que deben estar hechos con una arcilla muy porosa y permeable por una fuerte adicion de arena ó por una lijera cocion.

Crisoles.

1509. Se da el nombre de crisoles á unos vasos destinados generalmente á contener los cuerpos que deben esponerse á una temperatura elevada. Muchas veces hay necesidad de hacer crisoles de metal; pero aqui solo debemos tratar de los crisoles arcillosos. Los crisoles se dividen segnn sus aplicaciones en dos clases muy variadas. La mas distinguida es la de los crisoles cuya pasta contiene al grafito. Estos crisoles son muy buenos, porque pueden soportar temperaturas muy elevadas sin fundirse; porque no se rompen al fuego, y por que resisten á la accion de muchos cuerpos.

Entre los crisoles puramente arcillosos, hay algunos que necesitan ser impermeables, tales son los de porcelana. Estos crisoles se rompen fácilmente al fuego. Hay otros, y son el mayor número, en los cuales no se busca esta cualidad; estos son porosos, de pasta muy grosera, y resisten muy bien en general, á los cambios de temperatura.

Los crisoles porosos se dejan penetrar por el agua, pero esta propiedad es de poca importancia, porque en lo general estos vasos no estan destinados á contener líquidos acuosos. Lo que si produce en muchos casos un inconveniente es que la mayor parte de las sales en fusion, atraviesan sus poros fácilmente. Asi que el nitro y la sal marina en fusion corren al traves de sus poros; pero esto no sucede con los metales,

ni con los productos infusibles. Para estos últimos casos, estos crisoles son los que producen mejor servicio, porque son los que mejor soportan las altas temperaturas y los cambios repentinos de estas, sin fundirse ni romperse. Asi en los laborotorios se emplean casi siempre los crisoles de Hesse tan célebres, que ofrecen el tipo de los crisoles porosos. Estos crisoles son triangulares. Véase su composicion analizada por M. Berthier.

Silice.....	709	995
Alumina.....	248	
Oxido de hierro....	38	
Magnesia.....	señal	

Los crisoles de Hesse se obtienen por medio de una arcilla muy rica en alumina, á la cual se mezcla mucha arena cuarzosa. Son muy refractarios y soportan muy bien los cambíos repentinos de temperatura sin romperse. Pero la gran cantidad de silice que contienen, les hace fáciles de atacar por el litargirio y los óxidos metálicos muy fusibles. Por otra parte su grano grosero hace mal uso para muchas operaciones en que deben recojerse los productos con exactitud. Por lo demas son sonoros, muy delgados, y bastante sólidos para poderlos trasportar sin romperse. Los crisoles pequeños de Hesse pueden calentarse hasta el grado rojo y echarlos al agua fria sin romperse.

Hace pocos años que M. Beasaye fabricó en París unos crisoles escelentes, que han sido analizados igualmente por M. Berthin y contienen:

Silice	646	100
Alumina.....	344	
Oxido de hierro....	10	

Estos crisoles estan hechos con arcilla de Andennes, cerca de Namur, mezclada simplemente con cimento de la misma arcilla sin adiccion de arena. Las piezas se cubren de una capa delgada de arcilla cruda y pura, que hace su superficie mas lisa y unida. Estos crisoles son notables sobre todo, en que siendo su pasta muy densa, pueden sin embargo soportar muy bien los cambios repentinos de temperatura. Su composicion indica que son muy refractarios y la esperiencia manifiesta que aun poseen esta propiedad en mas alto grado que los de Hesse. No conteniendo tanta cantidad de silice como estos últimos, pueden soportar mejor que ellos la accion del óxido de plomo en fusion. Bajo cualquier aspecto estos crisoles aventajan á los de Hesse ; pero tienen menos solidez, se quiebran con mayor facilidad por el choque, y de consiguiente son mucho mas dificiles de trasportar.

La pasta de los crisoles está siempre formada de arcilla cruda que sirve de materia ligante, y de arcilla cocida á un calor rojo que sirve de cimento. Cuando se ha elejido una arcilla refractaria, es necesario calcinar una parte, reducirla á polvo grosero en un molino de piedras verticales y pasar este polvo por una criba de alambre de hierro. Las mallas de esta criba no han de tener menos de una línea de separacion para los crisoles grandes y media para los pequeños. La arcilla cruda se purga de los cuerpos estraños por el tamizado y la decantacion. Despues de todo esto se hace una mezcla bien exacta de tres partes de arcilla calcinada con

una de arcilla cruda, bien sea con el auxilio de un molino, bien marchando sobre ella con los pies desnudos.

El cimento tiene por objeto el impedir que los crisoles se abran durante su desecacion ó su cocion, asi como en todos los casos en que se les quiere hacer sufrir un golpe de fuego fuerte y repentino. Esta es, como ya hemos dicho anteriormente, una de las propiedades de las pastas porosas. El cimento puede reemplazarse por pequeños fragmentos de coke, por arena tamizada ó por fragmentos de crisoles viejos reducidos á polvo grosero.

Muchas veces se emplean al mismo tiempo arcilla cruda, arcilla calcinada y cascos de crisol.

El amoldado de los crisoles es muy sencillo. Se toma un mandril de madera bien liso, y se fija perpendicularmente sobre una tabla: se le salpica con la arcilla en polvo fino, se amoldan los crisoles sobre este mandril, y el suelo plano se forma dando algunos lijeros golpes con una paleta de madera. Cuando las piezas han esperimentado una ligera desecacion, vuelven á colocarse en los mandriles, se les da unos pequeños golpes con la paleta para hacerlas algo mas compactas, y por último se dejan secar lentamente.

Para los crisoles pequeños pueden emplearse moldes de bronce. Se coloca un volúmen determinado de pasta en el fondo del molde; por la parte de afuera se pone un mandril rebordado y se comprime en una prensa, ó bien por medio del golpe. El mandril se hunde y oblíga á la pasta á colocarse en el intérvalo vacío que se encuentra entre él y el molde. La porcion de pasta que se emplea es la necesaria para llenar este espacio. En el fondo del molde se encuentra un disco cónico movible, mas largo por la parte de adentro que por la de afuera y rueda como una válvula; este sirve para empujar

al crisol moldado cuando se ha levantado el mandril. Los crisoles que se emplean en la casa de moneda de París, se preparan de esta manera, con dos partes de arcilla de Forges calcinada, reducida á polvo y una parte de la misma arcilla cruda. El amoldado de los crisoles grandes no puede efectuarse de esta manera; el agua que contiene la pasta se separa entonces en todos sentidos y forma vegigas. Por otra parte es muy dificil separar el crisol del molde, despues de haberle comprimido sin deformarle, ó producir en él algun daño.

Los crisoles pueden tambien vaciarse en moldes de yeso, por el procedimiento que M. Cameron ha indicado. Para esto se diluye la arcilla cruda en el agua, de manera que forme una papilla clara, que se pasa al través de un tamiz de seda. Se deja depositar durante algunas horas, y se decanta el agua sobrante; entonces se añaden al residuo siete partes de arena ó de cimento fino para diez y siete de arcilla.

Cuando ya está preparada esta papilla terrosa, se llenan con ella los moldes de yeso, teniendo cuidado que estos se hallen perfectamente secos; al cabo de una media hora se decanta la porcion líquida. Se deja secar un poco la capa que ha quedado adherida al molde, se vuelve esta á llenar de nuevo y á decantar el agua segunda vez, y si se quiere aumentar el grueso del crisol, puede repetirse esta operacion cuantas veces se necesite hasta conseguir el objeto. Si los moldes estan hechos de dos piezas, tan luego como los crisoles han adquirido la consistencia necesaria para salir de los moldes, se separan las piezas y se sacan los crisoles. Los moldes se dejan secar bien antes de emplearlos de nuevo.

En fin, para los crisoles de grandes dimensiones se forman con la pasta arcillosa unos cilindros macizos, que se horadan en seguida que han tomado un poco de consistencia

con una barrena ó con una cuchara de una forma conveniente.

Cuando los crisoles estan secos se cuecen en un horno de vidriado; en general debe evitarse el calentarlos hasta el punto de ocasionar en su superficie un principio de vitrificacion, porque en este caso se hacen mas quebradizos; basta que hayan tomado la consistencia necesaria para sufrir los trasportes de un sitio á otro, cuando no han de emplearse en la misma fábrica: el término de su cocion lo verifican en la misma operacion á que se destinan.

Los crisoles compactos pueden ser refractarios é impermeables, pero estan muy espuestos á la rotura cuando se los deja enfria. Estos crisoles se preparan, bien sea por medio de un cimento muy fino de arcilla refractaria, cuando se desea que sean refractarios, bien haciendo uso de una arcilla un poco fusible. Una mezcla formada de 2 partes de arcilla refractaria calcinada y reducida á polvo muy fino, y 1 parte de la misma arcilla cruda producen unos crisoles compactos. La arcilla de Saveignes, cerca de Beauvais, sin mezcla de arena, de cascos, ni de arcilla cocida, produce por sí sola unos crisoles muy compactos, si se lleva la cocion hasta el punto en que la tierra esperimenta un principio de vitrificacion.

Estos crisoles no son muy refractarios; exigen muchas precauciones cuando se calientan y se dejan enfriar; estan muy sujetos á la rotura, siempre que los cambios de temperatura no sean muy graduados; pero no se dejan traspasar facilmente por los cuerpos que en el estado de fusion son susceptibles de mojar á la arcilla.

De las tejas, baldosas y otras tierras cocidas.

1510. La fabricacion de las tejas y baldosas puede hacerse con toda clase de tierra arcillosa. No hay necesidad ni de una pasta fina, ni de una arcilla infusible; los objetos que se trata de preparar, pueden serlo pues, con tierras muy variadas.

Para amasar la tierra arcillosa se introduce en un cubeto de madera un ege perpendicular que atraviesa el cubeto por su centro, está provisto de radios dispuestos en espiral, de los cuales parten unos cuchillos paralelos al ege. Este se mueve por una caballería, y los cuchillos cortan en pedazos la arcilla que está encerrada en el cubeto. La pasta sale de esta caja por una puerta lateral; unas mugeres la amasan generalmente, la reducen á placas y se las llevan al moldador. Cuando este quiere cortar una teja plana y rectangular, coloca su tierra preparada en un molde de madera, formado por cuatro reglas: una de las estremidades tiene una escotadura cuadrada, la pasta que sale por esta escotadura la levanta un ayudante con el dedo y sirve para sujetar las tejas al colocarlas en el tejado. Estas tejas se conducen á la hera de la fábrica para que tomen un principio de desecacion: cuando ya han adquirido la consistencia necesaria, un obrero las dá la mano de conclusion y las coloca en hileras para acabarlas de secar por el aire.

Las mismas operaciones sufren las baldosas; mas para que sus costados sean iguales y sus aristas bien vivas, se aplican, despues de amoldadas, y cuando ya estan casi secas, contra un modelo ó forma de madera cuyos bordes estan revestidos por una lámina de hierro; allí se separa con un

instrumento cortante, toda la parte de baldosa que escede de estos bordes.

Las tejas y las baldosas se cuecen en unos hornos rectangulares, terminados en su parte superior por una bóveda rebajada y atravesada por algunas aberturas. El combustible se pone en un fogon que se halla colocado en la parte de abajo en uno de los costados del horno. Estos hornos pueden variarse de muchas maneras. Las piezas comunmente reposan sobre un suelo en forma de enrejado, á través del cual les llega la llama.

En un horno que contiene diez y seis millares de tejas, son necesarias cuarenta horas para cocerlas, y tres dias para dejar enfriar la hornada.

Cuando se quiere dar á las tejas ese color gris de hierro que se advierte en las tejas de Holanda es necesario ahumarlas. Para esto, cuando las piezas están suficientemente cocidas, pero enrogecidas todavia, se introducen en el fogon unos hacecitos de leña verde provistos de sus hojas; entonces se tapan bien todas las aberturas del fogon y se cierran los conductos de la bóbeda con baldosas cubriéndolo todo con una capa gruesa de arena mojada. El horno no se descarga hasta los diez dias y las tejas han tomado entonces la tinta gris de hierro que se desea.

La porosidad de las tejas las hace susceptibles de absorver el agua; las heladas las destruyen prontamente, y los musgos crecen en ellas con facilidad; para oponerse á esta segunda causa de destruccion hay que barnizarlas.

En Holanda sobre todo es adonde se las dá esta elaboracion: se toman veinte partes de litargirio molido, y tres de manganeso, se añade arcilla diluida en agua; de manera que se haga con todo una papilla bastante espesa para que una

bola pequeña de arcilla no se hunda en ella. Esta composicion se vierte sobre la cara superior de la teja cruda y bien seca, pero es preciso tener cuidado de poner barniz en los puntos en que las tejas deben tocarse en el horno, y en seguida se colocan en las partes en que el horno puede conservar mayor temperatura.

De los ladrillos.

1511. Los ladrillos tienen usos tan variados, que debe esperarse el hallar grandes diferencias en las tierras que se destinan á su preparacion. Ya se consideran los ladrillos como materiales de construccion propios para reemplazar á las piedras de edificar: en este caso, solo tienen necesidad de una débil cocion y su pasta puede ser muy grosera. Otras veces solo se emplean en los edificios para construir los cañones de chimenea, y entonces es preciso fabricarlos de una arcilla susceptible de resistir al fuego, cocerlos á una temperatura un poco mas elevada, y en fin, poner bastante cuidado en su elaboracion para que no se encuentren en ellos grandes desquebrajaduras. Otras veces por último, se destinan los ladrillos á las construcciones pirotécnicas, y entonces es necesario no solamente que puedan resistir á una temperatura muy fuerte, sino tambien que puedan soportar sin alteracion la accion de los fundentes muy enérgicos.

Pocos paises hay que no puedan suministrar la arcilla á propósito para hacer los ladrillos. Los paises de acarreo en los cuales no se encuentran piedras son precisamente los que ofrecen con mayor constancia esta arcilla. En Holanda se recoge con unas redes en forma de bolsa, el limo que reposa en el fondo y sobre las orillas del rio de Issel; este limo se hace entrar en la composicion de los ladrillos.

La arcilla plástica no se puede emplear sola para hacer los ladrillos; estos se deformarian por la desecacion ó la cocion. Por otra parte no siempre es necesario elegir una arcilla tan infusible.

Cuando la arcilla es demasiado tenaz, es necesario desengrasarla por una adicion bastante considerable de arena. Si la arcilla que se emplea no es ni calcárea ni demasiado ferruginosa, y si la arena que se añade no es absolutamente calcárea, se hacen ladrillos que pueden cocerse á una temperatura muy alta sin fundirse; adquieren ademas tanta dureza que pueden producir chispas con los instrumentos de acero. Su duracion es muy larga y son los únicos que pueden emplearse para la construccion de los hornos que deben esperimentar una violenta temperatura: tales son los ladrillos llamados de Bourgoña hechos con arcilla plástica.

La tierra franca, es decir, la tierra vegetal amarillenta mas comun, que se compone de arena, de creta y de arcilla, puede servir en muchos parages para hacer los ladrillos; pero estos ladrillos son muy porosos, desmenuzables, duran muy poco, y no pueden soportar una temperatura muy elevada sin fundirse.

Los ladrillos que se emplean en la construccion de la mayor parte de los edificios en Londres, se hacen con la tierra del mismo sitio sobre que se edifica, añadiendo cenizas de ulla pasadas por tamiz.

Cuando se estrae la tierra se deja comunmente durante muchos meses espuesta al aire percibiendo las heladas, el sol y la lluvia. Cuando se quiere emplear, se humedece ligeramente y poco á poco; se coloca sobre un suelo bien unido, y un obrero la amasa marchando sobre

ella con los pies desnudos: esta operacion se practica dos ó tres veces.

La arcilla se encuentran entonces en estado de poderse amoldar.

Los moldes son unos rectángulos de madera, compuestos únicamente de cuatro lados perpendiculares: algunas veces son bastante largos para poder amoldar dos ladrillos á la vez; una traviesa de madera separa los dos ladrillos. El moldador espolvorea de arena estos moldes y los coloca sobre una mesa cuya superficie está cubierta de arena igualmente, para que la arcilla no se pegue á ella. Cada molde lo llena de una masa de arcilla, que comprime, quitando con la mano la escedente y uniendo la superficie superior con una especie de cuchillo de madera llamado *llana*. Cuando los ladrillos estan formados de este modo, los trasporta un aprendiz con los moldes y los deposita sobre un suelo muy unido que está destinado en la fábrica para este objeto; los saca del molde volviendo este boca abajo y los coloca en hileras, para que pueda secarlos al aire, en aquel suelo que estará cubierto de arena.

La operacion del amoldado es muy pronta; un buen obrero puede hacer nueve ó diez millares de ladrillos en el dia.

Tan luego como los ladrillos tienen la suficiente consistencia para dejarse cojer sin deformarse, se les quita con unos cuchillos las revabas del molde, y se colocan en seguida unos sobre otros formando una especie de muralla de claraboya para que pudiendo circular el aire por entre cada uno, puedan concluirse de secar enteramente. Una desecacion demasiado precipitada perjudica á los ladrillos; el agua de las lluvias los perjudica todavia mas, por lo cual

es necesario ponerlos al abrigo de estos dos accidentes. El segundo puede evitarse cubriéndolos con esteras de paja.

El horno para cocer los ladrillos con carbon de tierra, se construye con los mismos ladrillos que se quieren cocer, á escepcion del pie ó la base que lleva ladrillos cocidos. Esta base está formada de siete filas, y en ella se practican unos canales abovedados, longitudinales y paralelos, en los cuales se coloca la leña que debe encender el carbon de tierra; todos los ladrillos se colocan de canto; los de cada fila cruzan en ángulo recto sobre los de fila anterior; encima de la base del horno constrnida de ladrillos cocidos se colocan los ladrillos crudos. Entre la sesta y sétima fila se introduce una capa de ulla; se pone fuego en la leña que se ha colocado en los canales ó fogones, y se enciende el horno desde este momento. El hornero continúa levantando el horno, colocando en él nuevas filas de ladrillos y nuevas capas de carbon que reparte igualmente de tres en tres filas. Es preciso construir las paredes del horno con una gran regularidad, para que no se destruyan á medida que se vayan elevando. Estas paredes se revisten esteriormente con una capa de arcilla mezclada con mucha arena para que no se gretee demasiado.

Los ladrillos de las filas inferiores se cuecen mientras el hornero coloca los de las filas superiores.

Construido este horno al aire libre es bastante dificil de conducir: los golpes de viento le perjudican. Se puede abrigar abriendo ó cerrando segun conviene los canales ó fogones inferiores en los cuales se ha colocado la leña que ha servido para encender el carbon.

Estando siempre mas cocidos los ladrillos del interior

que los de las orillas, y sufriendo por lo tanto mas contraccion, el horno se baja mas del centro que de las orillas, el hornero para restablecer este equilibrio eleva desde luego los bordes menos que el medio; lo que consigue inclinando ó poniendo de plano los ladrillos próximos á las paredes esteriores, mientras que pone de canto los del medio.

Una hornada se compone de cuatro ó cinco millares de ladrillos; y son necesarios de 20 á 25 dias para cocerla.

En la cocion de los ladrillos por medio de la leña, los fogones estan en la parte inferior, y aun escabados en el suelo; estos fogones consisten en dos ó tres canales, segun el tamaño ó capacidad del horno, abovedados y paralelos. La bóveda de estos canales está compuesta de nueve á doce arcos trasversales, que dejan entre sí un espacio bastante ancho. Por estos espacios es por donde la llama del combustible colocada en los fogones debe penetrar en el cuerpo del horno. Este colocado directamente sobre los fogones es un prisma de cuatro caras; estas caras están construidas sólidamente de ladrillos cocidos. Algunas veces hay una doble muralla esterior, y el espacio comprendido entre las dos murallas se llena de diversos materiales. Esta disposicion concentra el cálor. El cuerpo del horno se llena de ladrillos crudos; éstos se colocan de canto y dejan un corto espacio entre sí; los ladrillos de cada fila cruzan sobre los de la fila inferior; la masa de ladrillos sin cocer, se eleva cerca de un metro (3,57 pies) sobre las paredes del horno. La cocion se principia poniendo poco fuego en los fogones, y aumentándolo hasta que adquieran el rojo blanco sus aberturas. El fuego dura unos tres ó cuatro dias.

En Holanda se cuecen los ladrillos con la turba. El horno

en que se colocan es un espacio cuadrado al poco mas ó menos, de cinco metros (17,85 pies) de altura, formado por cuatro muros que tienen dos metros (7,14 pies) de espesor, y construidos de ladrillos. En uno de estos muros hay practicada una puerta; los dos muros á derecha é izquierda de esta puerta estan atravesados por sus bases de seis, ocho y aun doce aberturas longitudinales, situadas exactamente una sobre otra.

Sobre el suelo del horno se ponen algunas filas de ladrillos cocidos colocados de canto; en frente de las aberturas se deja un canal que va de una á otra, que se estrecha hácia la parte de arriba, y que se trasforma al llegar á la última fila en una bóveda *ogive* muy estrecha. Estas bóvedas estan destinadas á recibir la turba. Cuando el horno está completamente cargado, se tabica la puerta y se cierran todas las aberturas de los fogones del mismo lado; entonces se introduce en ellos la turba que es la de Frise, en pedazos gruesos; esta turba da una llama mas larga y mas clara, y produce menos cenizas que las otras variedades de turba.

Cuando el lado del horno por donde se echa la turba está caliente lo bastante, se cierran las aberturas de este lado, y se abren las del costado opuesto, por el cual se introduce entonces el combustible. El horno está ardiendo durante tres ó cuatro semanas: se le deja enfriar durante otras tres y se descarga de los ladrillos.

Los ladrillos pierden de su peso al secarse y al cocerse; y esta pérdida debe ser muy diferente segun las diversas cualidades; puede evaluarse la pérdida que esperimentan ciertos ladrillos desde que pasan del amoldado á una desecacion completa de 0,05; á 0,23, y de esta desecacion á una cocion perfecta.

Los buenos ladrillos han de ser sonoros, sin bejigas ni vacíos; deben tener la dureza suficiente para producir fuego con el eslabon ó cualquier instrumento de acero.

Los usos de los ladrillos son estremadamente multiplicados; sustituyen á las piedras en todos aquellos puntos en que estas escasean para la construccion. En Londres, en una gran parte de Inglaterra y en Holanda, se hace un consumo prodigioso de ladrillos; y en este último pais se emplean aun para cubrir los caminos.

CAPITULO XII.

PINTURA EN COLORES VITRIFICABLES.—PINTURA SOBRE PORCELANA, SOBRE VIDRIO, SOBRE LOZA, SOBRE ESMALTE.—APLICACION DE LOS METALES SOBRE ESTAS DIVERSAS MATERIAS.

1512. Todo el mundo sabe que se han llegado á fijar sobre los vasos terrosos, el vidrio y los esmaltes, unos colores variados, brillantes y susceptibles de resistir á la accion del aire, del agua y aun á la de algunos agentes muy enérgicos. Esto se ha podido conseguir con algunas mezclas fusibles coloreadas por diversos óxidos metálicos. Estos colores fusibles no son otra cosa en general, que unos vidrios silíceos ó borácicos en los cuales se introduce el óxido colorante. Este durante la fusion del borato ó del silicato queda envuelto por él y forma un color de aspecto homogéneo. Si la mezcla coloreada reducida á polvo se aplica con un pincel sobre el cuerpo que se quiere pintar y se espone á la accion del fuego, el vidrio al fundirse adherirá á la sustancia sobre que se aplique.

De aqui resulta que los colores vitrificables solo deben

aplicarse sobre los cuerpos que se dejan mojar por ellos, cuando estan en el estado líquido; que estos colores solo pueden obtenerse con materias fusibles; que no se pueden preparar con sustancias volátiles ó susceptibles de descomponerse por la accion del fuego; que deben ser mas fusibles que las sustancias sobre que se aplican; que deben ser al poco mas ó menos igualmente dilatables por el fuego que estas sustancias, para que el enfriamiento no cause grietas en los colores despues de la cocion; en fin, que estos colores deben ser por sí mismos inalterables al aire, insolubles en el agua, ó al menos susceptibles de hacerse insolubles por la reaccion de la materia con que se han unido.

Estas condiciones limitan singularmente el número de materias susceptibles de emplearse en este género de pintura. Hay á demás otras condiciones no menos importantes que aminoran todavia la lista de los productos sobre que podria elegirse. Efectivamente, diversas materias coloreadas reaccionan unas sobre otras por el calor; su matiz se pierde ó se altera, y como estas pueden mezclarse al tiempo de emplearlas, es muy prudente proscribirlas ó al menos reservar su aplicacion para algunos casos muy raros.

Si á estas consideraciones se añaden las que se unen á la naturaleza de la materia sobre que se ha de pintar, se concebirá cuán limitado es el número de los colores que pueden elegirse de un empleo seguro. La porcelana contiene á la potasa que reacciona sobre ciertos colores; el vidrio contiene tambien unos alcalis susceptibles de producir el mismo efecto; la loza y el esmalte obran por su óxido de plomo, sobre otros muchos, y en este último caso sobre todo, la práctica revela una multitud de singularidades á las cuales seria difícil aplicar una teoria segura.

En fin, la pintura sobre el vidrio destinada á la decoracion de las ventanas lujosas de las catedrales, palacios y demas, deben en general verse por trasparencia. Los colores que se emplean para este género de pintura, deben ser trasparentes tambien; lo cual no se necesita para la pintura sobre porcelana, loza, ó esmalte, sino antes bien puede asegurarse que se busca la propiedad contraria, es decir la perfecta opacidad, para que las tintas conserven su pureza y limpieza que serian destruidas por los reflejos que provienen del fondo de los objetos sobre que se aplican. Si la luz pudiera penetrar hasta este fondo, haria una reflexion en la superficie del color y otra encima, lo que produciria una imágen confusa.

1513. Las materias que se emplean en este género de pintura, son:

Para el azul.....—El óxido de cobalto.

Para el rojo.....—El protóxido de cobre, la púrpura de casio, el peróxido de hierro.

Para el verde....—El óxido de cromo, el de cobre, una mezcla de óxido de cobalto, de ácido antimonioso y de óxido de plomo.

Para el amarillo.—El óxido de urano, el cromato de plomo, ciertas combinaciones de plata, en fin unos compuestos de ácido antimonioso y de óxido de plomo, ó bien, el subsulfato de hierro.

Para el violado..—El protóxido de manganeso, la púrpura de casio.

Para el negro....—Una mezcla de óxido de hierro, de óxido de manganeso y de óxido de cobalto.

Para el blanco...—El esmalte ordinario.

La temperatura á que se cuecen estos diversos colores varia mucho. La mayor parte se aplican á un fuego que no alcanza al punto de fusion de la plata; otros exigen un grado de calor igual al que necesita la porcelana para su cocion. De aqui se deducen las grandes variaciones que debe haber en la naturaleza del veículo vitrificable ó *fundente*. Serán, pues, mas fácil de precisar todos los detalles que se refieren á este ramo curioso de la química, describiendo sus diversas aplicaciones; esto es lo que vamos á practicar dando principio por la pintura sobre porcelana dura.

Pintura sobre porcelana dura.

1514. Los colores que recibe la porcelana dura son de dos clases. Los unos y los otros se aplican sobre la porcelana blanca cocida y barnizada ya. Pero los unos deben sufrir la alta temperatura que necesita para su cocion la misma porcelana, y los otros se cuecen á un calor rojo, que no llega al punto de fusion de la plata. Los primeros se distinguen con el nombre de colores de *gran fuego*; los segundos con el de *colores de mufla*, porque se cuecen efectivamente, en unas muflas destinadas á preservarlos de la accion directa de la llama y de la accion de las cenizas que produce el combustible. Los primeros son poco numerosos, los otros por el contrario lo son bastante.

1515. *Colores de gran fuego.* Hay tan pocas sustancias coloreadas que sean susceptibles de resistir bajo las influencias de la silíce y del aire á la accion del fuego que necesita la porcelana dura para su cocion, que solo han podido producirse tres colores de gran fuego. Estos son el azul hecho con el óxido de cobalto, el verde hecho con el óxido de cromo, y

el pardo producido por unas mezclas de óxido de manganeso y de óxido de hierro. En general, estos colores, se destinan para formar fondos unidos. La vitrificacion perfecta que esperimentan, hace que penetren profundamente el barniz de la porcelana, de suerte que las líneas que se forman con este color tienen siempre desigualdades en sus orillas. El óxido de cromo, sin embargo, produce unos trazos muy limpios, y podria por esto mismo suministrar tintas detenidas. Como la temperatura que se aplica es susceptible de fundir el felspato, se emplea este mismo cuerpo como fundente.

Véanse las dósis de los principales colores de este género.

Azul índigo.—Oxido de cobalto.....	4	partes.
Felspato.....	7	

Se muelen estas materias y se tamizan cuatro veces lo menos, en un tamiz de cerda. Se esponen á la fusion en un crisol, sometiéndolas á un fuego muy activo, en el piso inferior de un horno de porcelana.

Azul pálido.—Oxido de cobalto.....	1	parte.
Felspato.....	30	

Se prepara como el azul índigo.

Mr. Brongniar ha observado que el azul de cobalto, ademas de la facultad que tiene de penetrar profundamente el barniz, posee la de volatilizarse. Asi colocando un vaso blanco al lado de otro azul, toma el primero una tinta azulada por la cara que ha estado en frente del segundo.

El azul de colbato ofrece numerosos accidentes. Algunas

veces el color se reune todo en gruesas gotas como un cuerpo graso mojado con agua, y el vaso queda blanco por partes; otras toma el azul en su superficie un aspecto mate semejante al de la cáscara del huevo; y otras se presenta lleno de granos metálicos, etc. No se conocen las causas de estos accidentes y por consecuencia se ignoran los medios de evitarlos.

Verde. El óxido verde de cromo se emplea puro sobre la porcelana cocida y barnizada, y se cuece á gran fuego.

El verde de cromo no penetra jamás la cubierta, por consecuencia adhiere menos que el azul de colbato. Asi sucede algunas veces que el verde se desprende de la pieza.

Verde azulado.	Oxido de colbato.....	3 partes.
	Oxido de cromo.....	1

Mezclado con una décima parte del felspato.

Este color se emplea molido y bien mezclado, pero sin fundir.

Con las mezclas de óxido de hierro y de manganeso en diversas proporciones se hace el pardo y añadiendo á estos mismos óxidos el óxido de colbato se hace el negro á una temperatura muy elevada. El negro muy hermoso es sumamente dificil de obtener.

1516. *Colores de mufla.* Estos se cuecen á una temperatura que no se eleva al punto de fusion de la plata. Se cuecen en un horno de mufla como indica su nombre; estas muflas se han hecho de fundicion, pero se ha renunciado á este uso y en el dia todas las muflas son de tierra cocida. La mufla se calienta con leña.

La baja temperatura á que se opera la cocion de la pin-

tura sobre porcelana, exige que los colores que se apliquen á ella sean muy fusible; es incómodo que esta temperatura no pueda ser mas elevada; porque las pinturas serian mas sólidas y mas brillantes; pero los colores que se obtienen con la púrpura de casio limitan los grados de calor. Este calor no puede soportar sin alterarse sino un grado de fuego determinado; la composicion de los otros colores se ha calculado de tal manera, que siempre pueden cocerse al mismo tiempo que la púrpura.

Los colores de mufla no penetran la cubierta de la porcelana de lo cual es muy fácil convencerse. Si se hace hervir en efecto, porcelana pintada y cocida con ácido nítrico, todo el color se disuelve y la porcelana blanca aparece de nuevo, un poco deslustrada apenas. Se concibe segun esto, que la cubierta de la porcelana dura, reacciona poco sobre el color que se aplica; se concibe tambien que este color no puede debilitarse diluyéndose en la cubierta; en fin, puede preveerse que si el color no es alterable por sí mismo al fuego, debe conservar su matiz primitivo. El principio de la pintura sobre porcelana dura se reduce pues á soldar por el calor á la capa de barniz una lámina de pintura fusible dotada de una dilatacion tan igual cuanto sea posible, á la de la cubierta y y á la de la misma porcelana.

Por lo demas, podrá formarse de la pintura sobre porcelana una idea muy limpia, admitiendo que en la mayor parte de los casos, se propone estender la pintura con aceite pero con un aceite que solo es líquido á la temperatura roja. El fundente hace aquí funciones de aceite, envuelve al color y sirve para hacerle adherir á la superficie de la cubierta de la porcelana; en la mayor parte de los casos no obra sobre el color sino la misma cubierta. El color se mezcla, pues, mecá-

nicamente con el fundente; es necesario por lo tanto tener solamente un color que no se altere al fuego, que no se disuelva en el fundente, ni se combine con él, pero que se deje mojar: es necesario ademas que el fundente sea tambien susceptible de mojar la capa de barniz de la porcelana, y que tenga con ella las relaciones convenientes de dilatacion.

Aqui hay una distincion muy importante que establecer, y lo es tanto mas, cuanto mas distamos en general de formarnos una idea limpia de la cuestion. Bajo el nombre de colores vitrificables, se confunden el mismo color y su fundente; se consideran estas dos sustancias como susceptibles de unirse químicamente por la fusion, y como formando despues de esta un compuesto homogéneo. Nosotros admitimos por el contrario, que en la mayor parte de los casos, pero solamente para los colores de mufla, es necesario distinguir bien el color, del veículo ó disolvente, que solo obra sobre él de una manera mecánica.

El veículo ó fundente debe, pues, variar con el calor: pero como difinitivamente todos los colores son susceptibles de mezclarse, las variaciones del fundente son limitadas.

Se emplea en general como fundente el silicato simple de plomo, ó bien una mezcla de silicato de plomo, y de borax, ó lo que viene á ser lo mismo, el silicato y el borato de sosa y de plomo. La esperiencia ha demostrado que no puede servir la sosa ni la potasa para reemplazar al borax, es decir, que no puede emplearse como fundente el cristal ordinario por ejemplo, ó cualquiera otro silicato de potasa, ó de sosa y de plomo. Esto se concibe facilmente, cnando se sabe la facilidad con que la base alcalina de estos silicatos se separa para formar otros compuestos; la presencia del ácido bórico es por lo tanto indispensable como medio de fijar los alcalis. Por lo de-

mas, cualquiera que sea la causa, se sabe por esperiencia que la potasa y la sosa hacen saltar escamas á los colores.

Cuando se ha preparado el fundente, se mezcla en proporciones convenientes con la materia colorante, ya se emplee la mezcla directamente, ya se la haga sufrir una primera fusion. Con respecto á este punto, hay en efecto, algunas distinciones que establecer: cuando el color es muy fácil de alterarse por el calor, es necesario renunciar á esta primera fusion y contentarse con la que se verifica en el momento de la cocion, cuando por el contrario el color no toma su tono sino á una temperatura mas elevada que la que se hace sufrir á la porcelana, es indispensable esta fusion preliminar.

1517. Véanse las proporciones de los diversos fundentes que se reducen á tres: el fundente rocall, el fundente para los colores pardos y grises, y el fundente de los carmines y verdes.

N.° 1. Fundente rocalla.

Minio	3 partes
Arena blanca de Estampas lavadas	1

Se funde esta mezcla y se convierte en un vidrio amarillo verdoso, que no es otra cosa que un simple silicato de plomo, en el cual el ácido contiene dos veces y media el oxigeno de la base. Esta composicion en átomos contiene al poco mas ó menos.

1 át. óxido de plomo.	1392
2 y 1/2 át. silice.....	461
1 át. rocalla.....	1853

N.° 2. Fundente para los pardos y grises.

Fundente rocalla.....	8 partes.
Borax calcinado en polvo.....	1

Se funde esta mezcla. Los ácidos aqui contienen tres veces el oxígeno de las bases, y en átomos daria esta composicion:

6 át. rocalla.	=11118	ó bien	15 át. silice.
1 át. borax..	= 1262		2 át. ácido bórico.
			6 át. óxido de plomo.
			1 át. sosa.

N.° 3. Fundente de carmines y verdes.

Borax calcinado.....	5 partes.
Piedra de fusil calcinada.	3
Minio puro.....	1

Se funde esta mezcla en la cual los ácidos contienen ocho veces el oxígeno de las bases. Esta composicion calculada en átomos daria:

1 át. óxido de plomo.	=1394	ó bien	20 át. silice.
20 át. silice.....	=3850		10 át. ácido bórico.
5 át. borax.....	=6310		5 át. sosa.
			1 át. óxido de plomo.

A estos tres fundentes puede añadirse un cuarto pero su naturaleza es enteramente diferente.

N.° 4. *Fundente para el oro metálico.* Este fundente es el sub-nitrato de bismuto precipitado por el agua y bien lavado; algunas veces se le añade una dozaba parte de borax fundido; para usarlo se mezcla con el oro 1/12 del peso de este metal

1518. La composicion de estos fundentes se deja representar por unas fórmulas atómicas bastante sencillas; pero estas son de muy poca utilidad hasta el presente.

Los números de estas fórmulas están colocados relativamente á su fusibilidad: asi que el número tres es mas infusible de todos. Veamos ahora, como se asocian los colores á estos fundentes.

Procedimientos para los colores, con los números puestos en uso en la manufactura de Sévres.

N.° 2. *Blanco.* Este es el esmalte blanco en pan, del comercio.

N.° 3. *Blanco con viso.* Se mezclan en partes iguales el fundente rocalla n.° 1 y el fundente n.° 3.

N.° 10.	*Gris.*	Fundente rocalla n.° 1.	12 ó 13 partes
		Azul subido de rey.....	1
		Esmalte negro.....	2
		Amarillo junquillo.....	4
		Blanco de esmalte n.° 2.	1

Este color basta triturarlo íntimamente.

N.° 17.	*Gris de humo.*	Manganesa.....	1 parte.
		Id. ligeramente calcinada.....	1

Fundente rocaille n.° 1	3
Borax fundido.....	1

Algunas veces se añade un poco de óxido de cobalto, y se tritura el todo únicamente.

N.° 14. *Gris amarillento*, para los pardos y rojos.

Amarillo para los pardos, n.° 413.....	1 parte.
Azul para los pardos. n.° 28.....	1
Oxido de Zinc.....	2 ó 3
Fundente para los grises n.° 2.....	5

Algunas veces se añade un poco de negro segun el tono que presenta la mezcla. Las proporciones de azul y de amarillo varian.

N.° 15. *Gris azulado*, para mezclas.

Azul fundido, hecho primeramente con tres partes de fundente n.° 1 y una parte de óxido de cobalto.....	8 partes.
Oxido de zinc.....	1
Violado de hierro n.° 60.....	1
Fundente n.° 2.....	3

Se tritura y añade un poco de manganeso para hacerle mas gris.

N.° 19. *Negro agrisado*, para mezclas.

Amarillo de ocre, n.° 50 A.	15 partes.
Oxido de cobalto.....	1

Se trituran y tuestan en un crisol hasta que adquieran el tono que se desea. Para obtener el color mas negro se añade

un poco de óxido de manganeso, y algunas veces un poco de óxido de cobalto.

N.° 19. *Negro subido.*

Oxido de cobalto.....	2 partes
Oxido de cobre.....	2
Oxido de manganeso.....	2
Fundente rocalla.....	6
Borax fundido.....	1/2
Se funde y añade óxido de manganeso....	1
Oride de cobre.....	2

Se tritura sin fundir con estas últimas partes.

Azules. Estos se obtienen con el silicato de cobalto, es necesario efectivamente, que el óxido de cobalto esté en el estado de silicato, para que el color azul se desenvuelva. Una vez hecho el color, es inalterable á todas las temperaturas que se le puedan hacer esperimentar.

N.ª 22. *Azul de indigo.*

Oxido de cobalto.....	1 parte
Fundente n.ª 2.....	2

Si este color forma escamas, se añade una cuarta parte de fundente rocalla fundido.

N.° 23. A. *Azul turquesa.*

Oxido de cobalto....	1 partes
Oxido de zinc.....	3 ó 4
Fundente n.° 2.....	6

Se funde todo, y si no está bastante verdoso, se aumenta el zinc y el fundente.

N.° 24. *Azul ultramar.*

Oxido de cobalto... 1 parte
Oxido de zinc.....12
Fundente n.° 2..... 8

Se funde todo.

N.° 24. A. *Azul ultramar subido.*

Oxido de cobalto....,...,.. 1 parte
Oxido de zinc..... 2
Fundente para los grises.. 5

La bondad de este color depende de la dosis de fundente. Es necesario poner la menor cantidad posible; sin embargo es preciso que al mismo tiempo sea brillante. Algunas veces se pone menos que la dosis indicada.

N.° 26. *Azul violeta para fondos.*

Azul n.° 28..... 4 partes
Violeta de oro n.° 65. 2

Se añade mas ó menos violado, se tritura reunido; pero no se funde.

N.° 27. *Azul de espliego para fondos.*

Azul celeste n.° 28.... 4 partes
Violado de oro n.° 65.. 3

Algunas veces se añade un poco de carmin. Se tritura todo, pero sin fundirse.

N.° 28. *Azul celeste.*

Oxido de cobalto...	1 parte
Oxido de zinc.....	2
Fundente n.° 2...	12

Se tritura y funde.

Verdes. Estos se obtienen con el óxido de cromo ó bien con el deutóxido de cobre, ó con mezclas de óxido de cromo, y de silicato de cobalto, cuando se quieren obtener tonos azulados. Cuando estos verdes contienen óxido de cobre, hay precision de fundirlos primeramente, porque solo en el estado de silicato ó de sal producen estos óxidos tintas azules. Los verdes de cobre desaparecen enteramente por una temperatura muy elevada.

N.° 32. *Verde esmeralda.*

Oxido de cobre.....	1 parte
Acido antimónico...	10
Fundente n.° 1.....	30

Se tritura y funde.

N.° 34. *Verde azulado.*

Oxido de cromo verde...	1 parte
Oxido de cobalto.....	2

Se tritura y funde á gran fuego. El producto es un boton poco fundido, se separa de la parte que toca al crisol.

lo restante se muele y se añaden para cada parte de este producto 3 partes del fundente n.° 3.

N.° 35. *Verde prado.*

Oxido de cromo verde. 1 parte
Fundente n.° 3..... 3

Se tritura y funde.

Números 36, 37 y 38. *Verdes dragon, alfóncigo y oliva.*

Estos verdes se hacen con el óxido de cromo mezclado con el fundente n.° 3, con adicciones de amarillo subido ó claro n.° 41 B. ó 43, tanteando las proporciones.

Amarillos. Los amarillos se obtienen comunmente por medio del ácido antimónico y del óxido de plomo: este es el amarillo de Nápoles al poco mas ó menos. Algunas veces se añade ácido estánico y óxido de zinc, y otras tambien, sub-sulfato de peróxido de hierro, que se prepara esponiendo al aire las disoluciones dilatadas de proto-sulfato de hierro. Estos colores no cambian en la mufla, pero desaparecen casi enteramente á una temperatura muy elevada. Se alteran con mucha facilidad por el humo; el óxido de plomo se reduce en este caso y produce un gris puerco.

Se han hecho amarillos con el cromato de plomo, pero son de un empleo muy incierto. En Alemania se emplea el óxido de urano que da un buen amarillo, pero en Francia se ha probado que no es de mejor calidad que los otros amarillos conocidos.

N.° 41. *Amarillo de azufre.*

Acido antimónico.....	1 parte
Sub-sulfato de peróxido de hierro..	8
Oxido de zinc	4
Fundente n.° 1.....	36

Se tritura y funde. Si se advierte que el color es demasiado subido, se disminuye la sal de hierro.

N.° 41. A. *Amarillo fijo.*

Amarillo n.° 41.....	1 parte
Esmalte blanco del comercio.	2

Se funde y se vacia para guardarlo y hacer uso cuando convenga. Si no está bastante fijo se añade un poco de arena de Estampas.

N.° 41. B. *Amarillo para los pardos y verdes.*

Acido antimónico.....	2 parte
Sub-sulfato de hierro.	1
Fundente de rocalla....	9

Este color se funde y se añade algunas veces un poco de amarillo de Nápoles, si se advierte que está demasiado mate.

N.° 43. *Amarillo subido*, para mezclar con los verdes de cromo.

Acido antimónico.....	2 partes
Sub-sulfato de hierro...	1
Fundente rocalla n.°.	1. 10

Se funde todo y se vacia. Variando las proporciones del fundente puede aumentarse un poco el sub-sulfato de hierro.

N. 42. A*marillo junquillo*, para las flores.

Litargirio.....	18 partes
Arena de estampas.....	6
Culcina de partes iguales de plomo y estaño.	2
Sal de sosa.....	1
Acido antimónico.....	1

Todo se tritura y funde.

N.° 46. *Amarillo de cera.*

Litargirio.....	18 partes
Arena de Estampas..	4
Oxido de antimonio.	2
Tierra de Siena.....	2

Se funde todo. Si es demasiado subido se disminuye la tierra de Siena.

N.° 46. A. Amarillo de cera fijo. El amarillo n.° 46 mezclado sin fundir con el esmalte blanco, ó la arena de Estampas para endurecerle. La cantidad depende de la fusibilidad mas ó menos grande del amarillo.

N.° 49. *Amarillo de Mahon*, para fondos

Sub-sulfato de hierro...	1 parte
Oxido de zinc.....	2
Fundente n.° 1.....	10

Se tritura.

N.° 49. A. *Amarillo de mahon subido.*

Sub-sulfato de hierro..	1 parte
Oxido de zinc.....	2
Fundente n.° 2.....	8

Se tritura sin fundir.

N.° 50. *Amarillo de ocre pálido.*

Sub-sulfato de hierro.	1 parte.
Oxido de zinc.....	2
Fundente núm. 2.....	6

Se tritura sin fundir.

N.° 50. A. *Amarillo de ocre subido*, llamado amarillo subido.

Sub-sulfato de hierro.	1 parte.
Oxido de zinc.....	1
Fundente núm. 2.....	5

Se tritura sin fundir.

N.° 50. B. *Amarillo de ocre oscuro.*

Amarillo de ocre núm. 50. A.	10	partes.
Tierra de Siena.....	1	

Se mezcla sin fundir.

N.° 51. *Amarillo Isabela*, para fondos.

Amarillo para los pardos núm. 42 B.	20	partes.
Rojo sanguíneo núm. 58.....	1	

N.° 52. *Amarillo naranja*, para fondos.

Cromato de plomo.	1	parte.
Minio.....	3	

Se funde todo.

N.° 54. *Rojo de ladrillo.*

Amarillo n°. 5 A.....	12	partes.
Oxido rojo de hierro.	1	

N.° 58. A. *Rojo sanguíneo*, subido.

Sub-sulfato de hierro calcinado en una mufla hasta que se trasforme en un hermoso rojo capuchina.	1	parte.
Fundente n.° 2.....	3	

Se mezcla sin fundir.

Colores de oro. Estos son los rojos de carmin, los púrpuras, y los violetas, preparado por medio del precipitado conocido con el nombre de púrpura de casio, cuya preparacion describiremos en la historia del oro. Estos colores delicados, son los únicos que cambian de tinta por el fuego. Cuando estan sin cocer, son de un violeta sucio, que cambia en una tinta muy viva y pura por una cocion moderada. A un fuego mas fuerte, cambian estos colores en amarillo y aun desaparecen completamente. Es necesario mezclar el precipitado de casio con mucho fundente y que la mezcla se verifique cuando el precipitado este húmedo todavia: si se deja secar el color saldrá veteado. Para una parte de precipitado de púrpura, se ponen seis de fundente. El precipitado de casio solo produce la púrpura. Mezclado con el cloruro de plata que le suministra el color amarillo, da un tono de carmin. Con un poco de azul de cobalto le produce violeta.

N.° 59. *Carmin duro.* Este es el precipitado de oro de casio, mezclado con el fundente núm. 3, y el cloruro de plata fundido primeramente con diez partes de este mismo fundente. Las proporciones pueden variar. Se muele el todo sobre un vidrio, cuando el precipitado de oro está húmedo todavia.

N.° 60. *Púrpura pura.* Este es el precipitado de oro de casio, húmedo, mezclado con el fundente núm. 3 y algunas veces con un poco de cloruro de plata fundido primeramente con el fundente núm. 3; si la púrpura que se ha preparado, no es bastante fundente, puede añadírsela mas fundente cuando esté seco.

N.° 65. *Violeta subido.* Este se prepara con la púrpura de casio; pero en vez del fundente núm. 3, se mezcla con el fundente núm. 1. Se le añade algunas veces un poco de azul subido núm. 26 A.

Colores de hierro. Ademas del sub-sulfato de peróxido, se emplea el mismo peróxido para producir los colores de rosa, los rojos, los tonos violáceos y los pardos. El peróxido puro puede producir los tres primeros tonos; esto se concibe fácilmente cuando se sabe que su matiz varia desde el color de rosa al violeta subido, segun la temperatura á que se halla sometido. Calentándole poco, produce el rosa ó el rojo; al fuego de forja se trasforma en violeta: á este color se le hace subir á la tinta que se desea. En cuanto á los pardos de hierro, exigen mezclas.

Estos colores son inalterables á la mufla; pero desaparecen en gran parte por una temperatura muy elevada. En el primer caso, el óxido queda libre y en el segundo se une á la silice. Un fundente ó un baño muy fusibles, producen el mismo efecto.

N.° 62. *Rojo de carne.* El sulfato de hierro puesto en pedazos en pequeños crisoles, y calcinado ligeramente, produce el óxido rojo conveniente; entre los productos calcinados que resultan se eligen los que presentan el tono que se desea. Todos los rojos de carne se hacen de esta manera, y no varian sino por los grados de fuego que reciben. Los números 62 A, 63, 64, etc., se obtienen de este modo. Los números 66, y 66 A, se preparan calcinando el sulfato de hierro al fuego de forja. Cuando se han obtenido estos óxidos de hierro, rojos, rosas, etc., se mezclan con tres veces su peso de fundente núm. 2.

Pardos. Estos colores pueden obtenerse con diversas mezclas de peróxido ó de sub-sulfato de hierro con el óxido de manganeso, el silicato de cobalto ó el silicato de cobre. Estos colores inalterables al fuego de mufla, pierden su intensidad á una temperatura muy elevada. Se evita el empleo

del óxido de cobre, porque produce los colores menos estables.

N.° 68 *Color de clavo.* La base de este pardo es el amarillo de ocre, núm. 50 A. á la cual se añade, ya sea el óxido de cobalto, *en pequeñas cantidades*, ya las tierras de sombra ó de Siena: las proporciones se tantean segun el tono que se desea obtener.

N.° 70. *Pardo de corteza de árbol.* El mismo procedimiento que para el pardo anterior á escepcion del óxido de cobalto.

N.° 70 A. *Pardo de cabellos.*

Amarillo de ocre núm. 50 A.	15 partes.
Oxido de cobalto.....	1

Se tritura bien y tuesta para darle el tono.

N.° 73. *Pardo de hígado.* Oxido de hierro hecho con el rojo pardo, y mezclado con tres veces su peso del fundente núm. 2. Se añade una décima parte de tierra de Siena si no está bastante subido el color.

N.° 75. *Pardo de sepia.*

Amarillo de ocre subido.	15 partes.
Oxido de cobalto.....	1

Se añade un poco de manganesa, si no está bastante subido; se mezclan bien todas estas materias, y se tuestan para darlas el tono.

1519. Los colores preparados de esta manera se aplican con un pincel sobre los objetos despues de haberlos molido

en una placa de vidrio deslustrada, con la esencia de trementina ó de espliego, espesada al aire. Antes de servirse de ellos es necesario ensayarlos siempre: para esto se pinta en unas placas con el color puro ó mezclado, se cuece y no se hace uso de él hasta que no tiene todo el tono y hermosura que se desea.

1520. Para cocer las pinturas se hace uso de un horno de mufla (lámina 35, fig. 5, 6, 7, 8, 9.) Estas muflas son de tierra. En otro tiempo se hicieron de fundicion, pero no tuvieron buen éxito. En Sévres se han servido de un horno muy económico para una manufactura que trabajaba contínuamente. En la lámina 37 (fig. 1 y 2) la hemos representado, y juzgamos poder recomendar su empleo siempre que la cocion pueda tener alguna continuidad.

Las piezas pintadas se colocan en las muflas; pero si estas son nuevas es preciso calentarlas antes de servirse de ellas; en general, es preciso desconfiar de la influencia de los gases que atraviesan la mufla sobre los colores. Cuando se coloca una pintura sin pantalla ó resguardo en la mufla, bien pronto las paredes de esta sufren una alteracion. Para todos los objetos de precio conviene interponer unas pantallas de porcelana.

1521. Como las piezas pintadas conservan todavia mucho aceite, es preciso cuando la mufla está cargada, calentarla con suavidad para volatizar ó descomponer este aceite. Se tiene cuidado dejar abiertos los tubos de la puerta de la mufla y el de la parte superior. Por este medio se establece una corriente de aire que arrastra los vapores ó los quema; en seguida se cierran los tubos de la puerta y se aumenta el fuego; el combustible que se emplea es la leña. Cuando las muflas son grandes, es necesario tener mucho hábito para

obtener una temperatura uniforme, para lo cual el pirómetro de Mr. Brongniart (lám. 37 fig. 3) es de mucha utilidad. Colocando en la mufla dos pirómetros por los tubos *rr*, es muy facil arreglar la temperatura; para esto se cierran ó abren los conductos *cc* de la bóveda del horno, de manera que se pueda dirigir la llama hácia el punto que lo exige.

En todos los casos se aprecia la temperatura conveniente á la cocion por dos procedimientos, que son el color del fuego y las muestras. El primero exige mucha costumbre, y siempre deja mucho que desear; pero no sucede lo mismo con las muestras; estas son unas pequeñas placas de porcelana, fijas sobre un alambre grueso de hierro, que se hace pasar por los tubos *rr*, y se dirige á diversos puntos de la mufla. Sobre estas placas se pone con el pincel un poco de carmin y un poco de oro. Para que el grado de fuego sea cual conviene, es necesario que la tinta del carmin esté bien desarrollada, y el oro bien fijo. Como el carmin sin cocer es amarillento y pierde poco á poco este tono para pasar al carmin puro, comparando las muestras que se retiran con una muestra cocida á buen punto, puede detenerse el fuego en el momento conveniente. Con respecto al oro, este metal no adhiere á la porcelana antes de la cocion; pero al cocerse se une poco á poco, toma el aspecto mate y se hace susceptible de adquirir el bruñido sin levantarse en escamas. En ambos casos es necesario detener el fuego, un poco antes de que las muestras lleguen al punto que se desea, la temperatura de la mufla continúa subiendo aun despues de haber aminorado el fuego.

Enfriada la mufla se retiran las piezas. La pintura sobre porcelana se hace á dos fuegos, es decir, que primero se cuece el bosquejo, despues se retira de la mufla para retocar y terminar lo que se ha pintado y se vuelve á cocer de nuevo.

Si aun ha quedado algun defecto, puede correjirse y esponer el objeto pintado á la cocion tercera vez, pero si se espusiera por cuarta vez al fuego, se echaria todo á perder, por lo cual no se somete jamás á esta accion despues de la tercera vez. Esta circunstancia no se presenta jamás en la porcelana mate; depende esclusivamente de la naturaleza de la cubierta. Los baños plomíferos pueden muy bien soportar un gran número de fuegos, pero la porcelana dura y el vidrio no darian sino pinturas deformes si se calentaran demasiado tiempo.

Pintura sobre vidrio.

1522. En la pintura sobre el vidrio es necesario distintinguir dos procedimientos enteramente diferentes. En el primero se tiñen los vidrios, se forma la vidriera, se corta por los puntos que conviene y se reunen los pedazos con los plomos que se destinan al efecto. Este procedimiento da todas las tintas de fondo que debe tener el cuadro: las sombras se ponen con colores fusibles, y se pasan los vidrios al fuego. En el segundo se pintan los vidrios blancos como la porcelana, con unos colores fusibles que se cuecen en la mufla. Combinando estos dos procedimientos, se obtienen unos resultados muy económicos y de los mas hermosos efectos. No describiremos aqui sino este procedimiento misto, que comprende los otros dos (1).

(1) M. Dihil, ha practicado sobre las lunas de vidrio algunas pinturas valiéndose de otro procedimiento que nadie ha secundado. Este consiste en pintar sobre dos lunas y sobreponer la pintura, poniendo en contacto las dos superficies pintadas. Esta disposicion tiene por objeto el evitar los efectos del paralage, que serian muy grandes á causa del espesor de las lunas. No puede destruirse de otro modo valiéndose de vidrios muy gruesos, porque un vidrio pintado, lo está siempre en sus dos superficies.

1523. La pintura sobre vidrio se confunde en la mayor parte de los casos, con la pintura sobre porcelana dura; pero difiere sobre todo, por la trasparencia que es forzoso dar á los colores por su intensidad, que siempre debe ser mucho mayor; en fin, por el uso de algunos procedimientos especiales que no son aplicables á la porcelana.

El *azul* sobre el vidrio se obtiene con el cobalto como sobre la porcelana; los *púrpuras*, *violetas* y *carmines*, con la púrpura de casio; los *rojos, pardos* etc., con el peróxido de hierro; los *verdes* con el silicato de cobre, algunas veces con el óxido de cromo, otras con una mezcla de azul y de amarillo; los *negros*, *grises* etc., con los óxidos de manganeso, de cobalto y de hierro; los *amarillos*, por todos los medios indicados para la porcelana dura.

Asi los colores son los mismos, se emplean y se cuecen del mismo modo; la única diferencia que se nota hasta aqui, es la preferencia que se hace del verde de cobre que es trasparente, sobre el verde de cloruro que es opaco. Lo que caracteriza mas la pintura sobre el vidrio, es que el pintor puede hacer un empleo simultáneo de las dos superficies del vidrio; asi lo hacen las mas veces. La superficie colocada al lado del espectador, recibe todas las sombras que son tambien mas vivas y mejor acabadas. Alli tambien se colocan en general, todos los colores manchados y para el costado opuesto se dejan todos los colores de fondo. Muchas veces hay precision de separar de este modo los colores que se perjudican por el contacto, y cuya reunion produce tintas variadas. Por este medio se obtiene una tinta escarlata, colocando el amarillo en un lado y la púrpura de casio en otro.

Bien se deja ver que pintado de esta manera sobre el vidrio se pueden obtener todos los resultados de la pintura

ordinaria; pero como no se puede pintar sino en trozos pequeños, el trabajo es muy lento, y por otra parte los colores no quedan nunca enteramente trasparentes por el fuego; el vidrio pintado es siempre áspero y sombrio.

1524. El vidrio teñido por el contrario, presenta siempre una trasparencia perfecta, y para los cielos, los ropages etc., ofrece á un precio muy bajo, grandes superficies coloreadas con las cuales á poco trabajo se consigue el efecto que se desea. Haciendo escepcion de las manos, cabezas, etc. en la pintura sobre el vidrio, se pueden emplear los vidrios teñidos para los ropages, adornos, etc.

Los vidrios teñidos se hacen en las fábricas por los procedimientos ordinarios, á escepcion del vidrio coloreado en púrpura que exige procedimientos particulares.

El vidrio se tiñe en *azul*, por el silicato de cobalto; en *violeta*, por el silicato de manganeso; en *verde*, por el silicato de cobre; en *amarillo*, por el humo, ó por el antimónito de plomo ó bien por el cloruro de plata; en *púrpura*, por el cobre; en *negro*, por la mezcla de los óxidos de manganeso, hierro, y cobalto.

El vidrio se hace blanco y opaco por medio del ácido estánico; la apariencia del opalo se le da por el fosfato de cal ó por los huesos calcinados. En este último caso, se presenta el vidrio trasparente desde luego; pero recalentándolo muchas veces mientras se elabora se vuelve lechoso.

El vidrio que contiene estaño, el que presenta el aspecto del opalo, y el negro, solo se emplean en el arte del vidriero. Los vidrios de color azul, violeta y verde, se obtienen añadiendo á la dosis uno ó dos centísimos de los óxidos colorantes en la composicion del vidrio ordinario. El vidrio amarillo

y el púrpura son los únicos que exigen algunos detalles particulares.

El vidrio amarillo se obtiene en masa, bien sea por el antimónito de plomo, bien por el carbon, ahumando la composicion vítrea. Pero el vidrio blanco se puede colorear en amarillo por otro medio y da muy buenos productos. Se aplica sobre el vidrio una capa de arcilla molida con el cloruro de plata, y se introduce el vidrio en la mufla. Despues del enfriamiento se desprende la capa de arcilla y el vidrio presenta una tinta amarilla, que con las mismas dosis de cloruro de plata, puede variar desde el amarillo de canario mas claro hasta el amarillo púrpura mas subido. Estas diferencias dependen de la naturaleza del vidrio. Los que contienen de ocho á diez por ciento de alumina, toman siempre una tinta mas hermosa que los que solo contienen dos á tres por ciento. Los vidrios aluminosos toman una tinta muy pura, bien se les mire por trasmision, bien por reflexion. Los otros son trasparentes por trasmision, pero por reflexion parecen opacos, de un color verde ó verdoso que se presenta muy puro cuando se ponen sobre un cuerpo negro.

CAPITULO XIII.

ESPLOTACION DEL NITRATO DE POTASA, NITRATOS NATURALES Y ARTIFICIALES.

1525. En algunas localidades se encuentran los nitratos de potasa de cal y de magnesia. Es bastante verosímil que estos tres cuerpos se formen en una multitud de casos; pero solo se estraen cuando estan en proporciones suficientes para compensar los gastos del trabajo que ocasionan.

En los paises templados y en el Norte, no se producen estos tres nitratos en cantidad conveniente para la esplotacion, sino en ciertas grutas, y ademas en todas las partes bajas y húmedas de las habitaciones; en las cuevas, las cuadras los apriscos, los almacenes húmedos, etc.

Pero en los paises calientes y sobre todo en la India, la Persia, el Ejigto y España, se forman estos nitratos en el mismo terreno y algunas veces sobre una estension muy considerable. En estos lugares parece que el nitro se produce á una profundidad mayor ó menor de la superficie del suelo; siempre en aquellos puntos donde la tierra conserva su humedad. Cuando sobrevienen las lluvias el nitro se disuelve, despues la evaporacion que se verifica á la superficie del terreno, hace que ascienda esta disolucion por el efecto de la capilaridad de las mismas tierras, y cuando esta disolucion llega á la superficie, el agua se evapora y el nitro se deposíta bajo la forma sólida en cantidad considerable.

En ambos casos, los nitratos se hallan mezclados con muchas materias terrosas ; para purificarlos de estas materias , es necesario reunir los yesones, ó las tierras, legiviarlos y evaporar sus aguas de lavadura para obtener los nitratos. Mas adelante veremos como se purgan de las sales estrañas y como pasan todos los nitratos al estado de nitrato de potasa.

Examinemos ahora las circustancias necesarias para la formacion de estos nitratos.

Teoría de la formacion de los nitratos.

1526. El ácido nítrico se forma en las nitrerias. Todos los químicos antiguos han admitido que este ácido se forma-

ba á espensas del oxígeno del aire, y del azoe suministrado por las materias animales que existen en medio de las masas que se nitrifican. El azoe desprendido por la putrefaccion de estas materias, y hallándose en el estado naciente en presencia del oxígeno del aire, parece realizar todas las condiciones necesarias á la combinacion.

M. Longchamp, ha sido el primero sin embargo, que ha puesto en duda la realidad de esta teoría. Habiéndole parecido difícil de esplicar de esta manera, los diversos hechos que en la práctica en grande se presentaban, imaginó desde luego que el ácido nítrico de los nitratos naturales, podia muy bien provenir de las lluvias tempestuosas que le contienen siempre, en cuyo caso este ácido se formaria á espensas del aire; pero esta suposicion que es aplicable á las tierras nitrosas de los paises calientes, no podia aplicarse á las nitrerías de los paises templados. En estos últimos tiempos ha presentado Mr. Loncchamp una nueva teoría que se aplica á todos los casos y que deberá probablemente combinarse con la precedente con respecto á los paises calientes.

1527. Esta teoría consiste en mirar la formacion del ácido nítrico, como procedente del aire, mas por un procedimiento diferente del anterior. M. Longchamp admite que los carbonatos de cal y de magnesia, tomados en un estado conveniente de division y humedecidos, pueden absorver el aire, condensarle y trasformarle al cabo de mucho tiempo en ácido nítrico, ó mas bien en nitrato de cal y de magnesia: con mucha mas razon el carbonato de potasa, tomado en un estado conveniente producirá el mismo fenómeno. En todo caso, segun M. Longchamp, el ácido se produce sin el concurso de las materias animales, que antes se miraba como

indispensable, si no por todos los químicos al menos por la mayor parte.

M. John Davy, que ha examinado con un cuidado particular las nitrerías naturales de la isla ds Ceylan, admite un género de formacion semejante al que acabamos de describir. M. Proust por su parte juzga igualmente, que los nitratos se forman en España sin el concurso de las materias animales.

1528. Asi vamos á examinar, 1.°, si el azoe del ácido nítrico proviene de las materias animales; 2.°, si este azoe proviene del aire; 3.°, si las materias animales no son útiles á la nitrificacion ó si son indispensables en ciertos casos, prescindiendo del empleo de su azoe relativamente á la formacion del ácido nítrico.

Hay desde luego ciertas condiciones sobre las cuales todos estan de acuerdo.

1.° *La presencia de las bases poderosas, tales como la cal, la magnesia, ó la potasa.* Todos admiten que estas bases deben estar siempre en un estado muy grande de division; la cal por ejemplo, debe estar en estado de creta de carbonato pulverulento, ó de piedra de cal muy porosa. En el mismo caso se halla la magnesia. Las margas ofrecen tambien á la cal en un estado conveniente; pero los mármoles no se nitrifican jamás.

Thouvenel admite que las bases espuestas no se nitrifican bien sino cuando estan carbonatadas. Privadas del ácido carbónico se nitrifican mal, aunque sean susceptibles de volver á tomar este ácido del aire; esta adquisicion la hacen con mucha lentitud operando sobre grandes masas.

2.° *La humedad.* Parece incontestable que la humedad es necesaria; esto puede esplicarse facilmente en las dos teo-

rías. La esperiencia y la razon indican tambien que las materias no deben estar saturadas de agua, porque esto impediria la absorcion del aire. La humedad de una tierra de jardin parece el punto mas conveniente.

3.° *La temperatura.* Esta tiene una influencia incontestable. Se admite que cuando la temperatura se aproxima á 0° la nitrificacion es débil ó nula, y que para ser activa necesita una temperatura de 15 á 25°.

4.° *La luz.* Parece que en las nitrerias artificiales de la Suecia se reduce la influencia de la luz. Sin embargo, la reunion de los hechos parece indicar que no es desfavorable, aunque la esposicion al sol pueda perjudicar, con respecto á la prontittud con que se evapora la humedad.

1529. Facil es advertir ahora, que todas estas condiciones son necesarias ó igualmente favorables, en las diversas hipotesis. Asi, cuando se admite que el azóe del ácido nitrico proviene de las materias animales, es necesario admitir tambien que el ácido no se producirá, sino bajo la influencia de las bases poderosas: estas bases deben estar muy divididas para que el aire pueda ceder su oxígeno al azóe al menos en parte, y formar el ácido, y desde este momento es necesario que este aire quede condensado por las materias porosas. La humedad no es menos necesaria porque las materias animales secas no se descomponen, y es de toda precision que se destruyan para que el azóe quede libre, ó que al menos cambie su estado de combinacion. Una temperatura elevada es igualmente indispensable para la descomposicion espontánea de las materias animales, y por consecuencia no puede haber nitrificacion á 0° ni al rededor de esta temperatura.

1530. Cuando se admite por el contrario, que el azóe

y el oxígeno provienen del aire, hay la misma necesidad de las bases enérgicas para determinar la formacion del ácido; es necesario que estas bases esten muy divididas y en un estado muy poroso, para que el aire condensado obre sobre una superficie mayor. La presencia de la humedad es necesaria tambien, porque el contacto entre un sólido y un gas, es muy débil, si el gas no está disuelto en un líquido. La temperatura favorece aqui la reaccion, como favorece todas las acciones químicas. En fin; puede concebirse la utilidad de las materias orgánicas atendiendo á que por su descomposicion espontánea producen calor y elevan tambien la temperatura de las masas, y que por la naturaleza de los productos que suministran, que generalmente son higrométricos, retardan la evaporacion del agua. Bajo estas consideraciones, se concibe, porque él nitro parece formarse sin el auxilio de las materias orgánicas en los paises calientes, y porque en los paises frios, ha parecido favorable introducirlas en las materias nitrificables.

1531. Asi en el fenómeno de la nitrificacion, no hay cosa que indique de una manera positiva el papel de las materias animales.

Consultemos ahora la analogía sacada de unos fenomenos de otro órden.

M. Thenard, ha visto cubrirse repentinamente de ácido nítrico, á una materia animal particular. Esta materia podria formarse en las circunstancias que presiden á la nitrificacion, y en este caso el papel de las sustancias animales seria fácilmente de concebir, asi como su necesidad. M. Liebig ha tenido á bien hacerme conocer unos resultados que conducen á la misma consecuencia, y sobre los cuales espero poder dar mas adelante algunos detalles.

Pero cuando se advierte por otra parte, que para producir 100 kilógramas (218 libras) de salitre, es necesaria la cantidad de azoe contenida en 75 kilógramas (163,50 libras) de una materia animal ordinaria, suponiéndola seca, ó bien en 3 ó 400 kilógramas (654 ó 872 libras) de la misma materia en su estado ordinario de humedad, se hace difícil admitir que esta enorme proporcion de materia animal se encuentre en presencia de las bases que se nitrifican, bien sea en el suelo de los paises calientes, bien en las grutas de Ceylan, ó bien en las de la Roche-Guyon, etc.

Asi, aun cuando esté probado que estas materias animales puedan trasformarse en ácido nítrico, queda siempre dudoso el que pueda atribuírselas una influencia esclusiva en todos los casos de nitrificacion, y particularmente en aquellos que acabamos de citar.

1532. Por otra parte, es bien probable que el azoe y el oxígeno del aire puedan combinarse para formar el ácido nítrico? Puede responderse que en efecto, estos dos gases se combinan bajo esta forma, por la accion de la chispa eléctrica y bajo la influencia del agua, luego, como las bases poderosas ejercen una accion mucho mas enérgica que la del agua, es muy posible que la presencia de semejantes bases y la condensacion de los gases sea un equivalente al efecto de la electricidad. Se sabe por otra parte que el carbon impregnado de hidrógeno sulfurado, y puesto en contacto con el gas oxígeno, condensa á este último con la energía suficiente para que se produzca la reaccion en frio entre los dos gases. El carbon se calienta, hay formacion de agua y el azufre queda á descubierto. Se sabe tambien que la mayor parte de los cuerpos porosos determinan la combinacion del hidrógeno y el oxígeno, á manera de la esponja de platino.

Estas poderosas consideraciones, apoyadas por otra parte de los hechos observados por M. John Davy, dejarian pocas dudas si las tentativas que se han practicado para nitrificar la creta en nuestros climas no hubieran sido infructuosas, cuando no está esta sustancia mezclada con una materia animal, ó espuesta á las exalaciones de una materia animal en putrefaccion.

1533. Asi, por mas que sea probable que la formacion del ácido nítrico puede efectuarse por la sola influencia que las bases poderosas húmedas y muy divididas tienen sobre el aire en ciertas localidades, parece casi cierto que los climas templados están sometidos á unas condiciones determinadas. Seria necesario al menos una reunion de circunstancias particulares, para que todo fuera error en las observaciones practicadas en tantos lugares diferentes, en las nitrerias artificiales, de que hablaremos despues, y en las cuales se ha hecho jugar siempre un papel importante á las materias animales aun en una época en que se ignoraba su composicion y la del ácido nítrico.

Todas estas cuestiones son ciertamente de un interés muy importante para la teoria y para las artes. Esto es lo que me ha obligado á presentar la cuestion bajo otra forma, que hasta el dia no ha sido considerada, y que podrá sin embargo ser útil su examen si se toman por empeño nuevas investigaciones sobre este asunto.

1534. Se observa que en la mayor parte de los casos en que parece efectuarse la nitrificacion sin el concurso bien manifiesto de las materias animales, se produce mucho nitrato de potasa: luego la potasa está en cantidad proporcional, en las materias nitrificadas. Las materias salitrosas de los paises templados contienen por el contrario, poco nitrato de potasa

y mucho nitrato de cal ó de magnesia: esto indica que la potasa existe en proporcion muy pequeña en estos materiales. No seria posible que la influencia de la potasa ó mas bien del carbonato de potasa, fuera en este caso trasladado al carbonato de amoniaco, producto constante de las materias animales? Por este medio se esplicaria la necesidad de las materias animales en aquellos puntos en que disminuye la potasa, y se generalizaria el fenómeno suponiendo que la formacion del ácido nítrico se efectúa en todas partes por la combinacion de los principios del aire, bajo la influencia de unas bases variables, pero siempre enérgicas.

Mas si esto es así, deberian encontrarse en los materiales salitrados las sales amoniacales siempre que no se hubiera hallado la cal viva en presencia de estos. Pero si en semejantes casos se encuentra esta clase de sales, no la han manifestado al menos, y este es uno de los argumentos que pueden apoyar la opinion de los químicos que sostienen que el azoe de las materias animales pasa al estado de ácido nítrico.

1535. Resulta de esta discusion á nuestro modo de ver, que el fenómeno de la nitrificacion puede tener lugar, segun los casos, bajo la influencia de diversas causas, y que lo que se sabe hasta el presente sobre este punto, puede originar diversas hipótesis, tal vez igualmente distantes de la verdad.

Seguramente parece admirable una hesitacion semejante despues de tantos años como han pasado desde que los sabios se ocuparon de una cuestion tan séria; pero bien pronto advertiremos, al examinar los procedimientos puestos en uso, que los esperimentos sobre este particular exigen un tiempo muy dilatado, y que únicamente un trabajo de muchos años podria conducir á unos resultados exactos, lo que basta para demostrar el por qué tan pocos observadores han tenido el

ánimo suficiente para emprender semejante trabajo.

Nitrerias naturales.

1536. Tal vez no existe ninguna de estas nitrerías á que pueda aplicarse este nombre de una manera absoluta, si se entienden por naturales las que contienen los depósitos de nitro formados en una época anterior á la última revolucion del globo. El nitrato de sosa de América es el único que se halla en este caso, y todavia serian necesarios datos mas estensos para terminar la cuestion.

Se ha convenido sin embargo, en dar el nombre de nitrerías naturales, á todas aquellas que ofrecen accidentalmente una reunion de circunstancias convenientes para la formacion de los nitratos; que producen diariamente en la actualidad estas sales, sin el concurso de la industria de los hombres. Estas nitrerías nos presentan á la consideracion algunos fenómenos útiles para la inteligencia de las nitrerías artificiales.

1537. *Nitrerías de Ceylan.* Segun Mr. Jhon Davy que las ha estudiado, son veinte y dos las nitrerías naturales que se encuentran en este punto. Estas son unas cavernas ahondadas por la naturaleza desde luego, y despues espaciadas por el trabajo de la esplotacion. Las paredes estan formadas de una roca que contiene carbonato de cal, talco y felspato que está compuesto de silice, alumina y potasa. Se sabe que ciertas variedades de felspato se descomponen por el contacto del aire, y que la potasa se separa, bien sea en el estado libre, bien en el de una débil combinacion; este parece se encuentra en este caso. Tres bases enérgicas se encuentran allí, en un estado de division muy grande en contacto con el

aire y bajo la influencia de un clima muy caliente. Mr. Jhon Davy imagina que bajo tales circunstancias el azoe y el oxigeno del aire forman el ácido nítrico, por una accion particular cuya naturaleza es desconocida.

1538. Este observador admite como indispensable la presencia simultánea de la cal ó de la magnesia y la potasa. En ninguna parte ha encontrado el nitrato de potasa sin nitratos de cal ó de magnesia, ni tampoco los nitratos terrosos sin nitrato de potasa. La humedad es indispensable porque en todos los puntos en que las paredes de las cavernas estan secos, no se encuentran nitratos; en fin, una pequeña cantidad de materia animal favorece la nitrificacion; pero no es indispensable, al menos en la opinion de Mr. Jhon Davy, que por lo demas no está apoyada en ningun hecho bien decisivo.

Es necesario advertir sin embargo, en apoyo de esta opinion, que en la caverna de *Memoora* que se halla esplotada, no se encuentran escrementos de murciélago, á los cuales se atribuye generalmente la formacion del salitre en esta clase de localidades. Esta caverna cuya formacion es semicircular, tiene 100 pies de ancho, 80 de altura y 200 de profundidad. Está formada en una montaña de 300 pies de altura, coronada por un bosque. El fondo es estrecho y oscuro, el suelo es pedregoso y se eleva rápidamente desde la entrada. Se han trabajado en ella 50 años sin interrupcion, durante los seis meses de la estacion seca. Cuando Mr. Davy la visitó tenia diez y seis obreros que depositaban cada uno anualmente medio quintal, en los almacenes del gobierno. Como esta esplotacion se haria probablemente por impuesto, no daria todo el resultado posible, asi que la produccion debe graduarse quince ó veinte veces mayor. Esto daria 120 á 160 quintales

por año aproximadamente. A pesar que Mr. Davy no haya encontrado materia animal sobre el suelo de la caverna, pudiera muy bien suceder, atendiendo á la gran superficie de sus paredes y al poco espesor del techo, que la materia animal ó azoada, proviniera de la infiltracion de las aguas que habian reposado sobre el terreno que cubre la montaña.

1539. Véase el análisis de la porcion de roca nitrificada de esta caverna.

Nitrato de potasa	2,4
Id de magnesia	0,7
Sulfato de magnesia	0,2
Agua	9,4
Carbonato de cal	26,5
Materia terrosa insoluble en el ácido nítrico débil.	60,8
	100,0

En esta roca se reconocen como principios mineralógicos el carbonato de cal, el felspato, el cuarzo, la mica y el talco.

1540. La esplotacion de las partes nitrificadas es muy sencilla. Se separan estas de lo restante de la roca, y los fracmentos se reducen á polvo grosero; este se mezcla con una cantidad igual de cenizas de leña, y se legivia el todo por medio del agua fria. Esta legía se evapora al fuego en unos vasos de tierra cocida, despues del enfriamiento, el licor deposita los cristales de nitro que se enjugan bien y se introducen en el comercio.

En la caverna de Boulatwellegode, una de las mas considerables de Ceylan, encontró M. Davy una cantidad consi-

derable de murciélagos; pero por lo que precede parece que su influencia no es muy necesaria.

Tanto estas nitrerias de Ceylan, como todas las nitrerias naturales alejan bastantes dudas sobre la teoría de la nitrificacion; pero no resuelven ciertamente la cuestion, falta de noticias minuciosas que serian aquí enteramente necesarias.

1541. *Nitrerias de la Roche—Guyon, Moussean*, etc. Estas son unas grutas formadas en las rocas lapíceas que limitan al rio Sena. Su boca está espuesta hácia el Mediodia. Sirven de cuevas, establos y aun de habitaciones. La nitrificacion se verifica sobre todo al rededor de su abertura ó al menos á una pequeña profundidad. Se hacen muchas recolecciones al cabo del año, y las materias que se obtienen en ellas se someten á los procedimientos ordinarios de esplotacion.

1542. *Nitrerias de la India, de Egipto, de España*, El suelo de estos tres paises, como ya hemos dicho anteriormente se nitrifica en ciertas localidades en un grado muy notable, y tanto mas digno de atencion, cuanto que la proporcion de nitrato de potasa se encuentra en ellos mayor, en lo general.

La esplotacion es tambien muy sencilla, por que así que se reconoce un terreno nitroso, basta coger la tierra del suelo hasta la profundidad de algunas pulgadas, diluirla en el agua, decantarla, y renovar las lavaduras tanto cuanto sea necesario. Las legías se hacen pasar á un foso, y se abandonan á una evaporacion espontánea, que el sol de estos climas favorece mucho. Cuando la evaporacion se aproxima á su término, es conveniente pasar el licor á unas calderas y terminar en ellas la concentracion, evaporando el líquido por el fuego. De las calderas se pasa á los cristalizadores, y allí se deposi-

ta el nitrato. El nitrato de cal queda en las aguas madres. Cuando se pueden obtener cenizas ó uno de los agentes á propósito para trasformar el nitrato de cal en nitrato de potasa, es muy conveniente su empleo, como lo indica el análisis siguiente. M. John Davy ha encontrado el terreno nitrero de Bengala en el distrito de Tirhoot, compuesto de:

8,3	Nitrato de potasa.
3,7	Nitrato de cal.
0,8	Sulfato de cal.
0,2	Sal marina.
35,0	Carbonato de cal con señales de magnesia.
40,0	Materia terrosa insoluble en el agua y en el ácido nitrico.
12,0	Agua con señales de materia vegetal.
100,0	

1543. La proporcion de nitrato de cal, aunque mucho mas pequeña que en Europa, es sin embargo la suficiente para no poderla despreciar.

Con respecto á lo demas, no tenemos absolutamente datos sobre el fenómeno de la nitrificacion en estas localidades privilegiadas por la naturaleza.

El Nuevo Mundo no tardará sin duda, en esplotarse bajo este aspecto y todo nos indica que producirá tambien recolecciones abundantes.

Nitrerías artificiales.

1544. Se ha dado este nombre á unos establecimientos en los cuales se busca el medio de producir las mezclas que

convienen para la nitrificacion, y ademas el modo de realizar cuanto sea posible las condiciones mas favorables para que se verifique este fenómeno.

Las ventajas de estas nitrerías, que han sido abundantes en el Norte de Europa, fueron singularmente exageradas en Francia hace algunos años. En la actualidad, la esperiencia las ha reducido á su verdadero valor, y todos cuantos han examinado los procedimientos se han persuadido que es mucho mas ventajoso aplicar á los trabajos ordinarios de la agricultura, los brazos de los hombres, el terreno y la cantidad de estiercol que exigen las nitrerias artificiales.

1545. En estas nitrerías se distinguen dos disposiciones principales, estas son las nitrerias cubiertas, usadas en Suecia, y las nitrerías en muros, de que se sirven con preferencia en Prusia. Tanto en unas como en otras, es preciso legiviar grandes masas de tierra. El producto de una buena nitrería, puede evaluarse en cuatro onzas de nitro por cada pie cúbico, lo cual exige para 100 kilógramas (2180 libras) de salitre al año 8000 pies cúbicos de tierra legiviada, y 24000 pies cúbicos de tierra puesta en esplotacion. La nitrificacion exige tres años en un término medio, y el legiviado se verifica cada año sobre un tercio de la masa esplotada.

Véanse algnos detalles particulares sobre los procedimientos puestos en uso.

Nitrerías en cama.

1546. *Nitrerías de Suecia.* Segun M. Berzelius, en una pequeña cabaña de madera, cuyo suelo es tambien de tablas, y algunas veces de arcilla comprimida y muy compacta, se coloca una mezcla de tierra ordinaria, de arena calcárea ó de

marga y de cenizas legiviadas: esta mezcla se rocia con orina de buey ó de vaca. Durante el estío se remueve la masa una vez por semana y durante el invierno una vez cada dos ó tres semanas. Esto se practica separando un pequeño espacio á un lado de la cabaña y retirando la mezcla una vez hácia la izquierda y otra hácia la derecha, teniendo cuidado de no comprimir la tierra en el nuevo monton que se forma. Este monton tiene ordinariamente dos pies y medio de altura en toda la estension de la cabaña. Esta está provista de ventanas que se cierran para impedir que el sol penetre en su interior.

1547. *Nitrería de Longpont.* Esta nitrería está situada en una cantera de la cual se ha estraido la piedra para edificar la iglesia de la antigua abadia de Longpont. En el fondo de esta cantera donde el aire circula fácilmente, se hace una cama de tres ó cuatro pies de altura, compuesta de lechos sucesivos de tierra y estiercol, del grueso de 4 pulgadas cada uno, concluyendo por una capa de tierra. Las aguas de los establos se dirigen al monton, sin rociar este de una manera particular, siendo suficiente la humedad de la cantera. Al cabo de dos años esta mezcla se encuentra reducida á mantillo ó estiercol muy podrido. Entonces se la aproxima á la entrada de la cantera á donde permanece dos años todavia, teniendo el cuidado de removerla de tiempo en tiempo. Con el estiercol de veinte y cinco animales, muletas, vacas, etc. se obtiene de 5 á 600 kilógramas de (1090 á 1308 libras) de salitre.

1548. *Nitrería del Appenzel.* En este canton como en otras muchas partes de la Suiza, estan situados los establos en la pendiente de alguna montaña de manera que solo tienen á piso llano la entrada, estando la parte opuesta del edificio

elevada algunos pies sobre el suelo, y sostenida por unas estacas : quedando por este medio el piso del establo aislado del suelo, se encuentra este espuesto á la circulacion del aire. Debajo del edificio se practica un foso de la misma superficie que el suelo del establo y de dos á tres pies de profundidad. Este foso se llena de una tierra arenosa, teniendo cuidado de no comprimirla mucho. Como esta tierra es muy porosa se enbebe la orina que producen los animales y que por la disposicion del piso corre por sí misma. Al cabo de dos ó tres años se legivia esta tierra y se estrae el nitro que contiene. Se asegura que la tierra que ha servido una vez, es mas á propósito para la nitrificacion, y que haciendo uso de esta tierra puede legiviarse todos los años. Las buenas recolecciones pueden producir hasta 500 kilógramas (1090 libras) de nitro en un establo mediano.

La posicion de estos establos ejerce una gran influencia: la mas favorable es la que está al norte.

1549: *Nitrerías de los apriscos.* Thouvenel ha ensayado un sistema de nitrerías, al cual ha dado este nombre; los individuos de la comision de pólvoras, han aconsejado su empleo como el mas á propósito para los trabajos de la agricultura en Francia.

En las nitrerías de Thouvenel, como en las de Longpont, se divide el trabajo en dos épocas distintas. La primera comprende todo el tiempo necesario para la trasformacion de las sustancias orgánicas en mantilla. Esta época se distingue con el nombre de *preparacion de las tierras.* La segunda que tiene por objeto esencial la misma nitrificacion, es la época de la *cultura de las tierras.*

1550. La preparacion de las tierras se hace simplemente por un año de estancia en los apriscos ó en las cuadras. El

fondo de estos lugares, se caba á un pie de profundidad y en ellos se hacen habitar obejas y carneros durante cuatro meses, en cuyo tiempo producen un estiercol abundante. Al cabo de esta temporada se quita el estiercol y se vuelve á rellenar el fondo con la tierra que se quitó, cargándola de una capa de tierra un poco humedecida, cuyo espesor sea de 8 á 9 pulgadas. Cuatro meses despues se repite esta operacion y al concluir el año queda terminada la preparacion de las tierras.

La cultura se hace disponiendo las tierras bajo un cobertizo, cuyo contorno está formado por una pared de tierra á propósito para la nitrificacion. Las tierras que se cultivan estan colocadas en capas de tres pies de grueso, que se remueven todos los meses con unas horcas de hierro que tienen tres puntas de quince pulgadas de lonjitud, y cada dos meses se invierten las capas, es decir, se vuelven lo de arriba á bajo. De quince en quince dias se las rocían con agua de estiercol en la cual se hayan diluido escrementos de carnero, de caballo, etc. Antes de emplear esta agua se la deja fermentar durante 15 ó 20 dias; estos cuidados contínuos durante dos años producen buenas tierras para legiviar.

1551. En todas estas operaciones es preciso tener gran cuidado de evitar toda adicion de materias animales ó vejetales al terminar el trabajo, porque no teniendo estas materias el tiempo suficiente para descomponerse se disolverian por las aguas de lavadura y harian muy dificil la cristalizacion de las sales, comunicándolas al mismo tiempo cierto calor que ofreceria graves inconvenientes al practicar la refinacion.

Nitrerías en muros.

1552. En todas las disposiciones que acabamos de describir, se deposita sobre el suelo la materia que se ha de nitrificar disponiéndola en capas delgadas, para satisfacer á la necesaria condicion del contacto del aire. En Prusia se habia obtenido el mismo resultado por un procedimiento que economiza evidentemente el terreno, y que ofrece ademas la ventaja de poner en contacto con el aire las dos superficies de la capa de materia que se ha de nitrificar, lo que permite acrecentar su grueso.

Si se tratara de poner en práctica este procedimiento seria probablemente muy ventajoso el efectuarle bajo las disposiciones siguientes.

1553. Se haria sufrir primeramente á las tierras la *preparacion*, es decir, la trasformacion en mantilla; se formarian despues con estas tierras unos muros paralelos de 6 á 7 pies de altura sobre 3 ó 4 de espesor. Una de las superficies seria plana, y la otra dispuesta en forma de grada constituyendo cada escalon una canal para retener el agua de las lluvias. Cada muro estaria cubierto de una capa de paja para preservarles de la accion demasiado fuerte de estas mismas aguas. El terreno ademas, se dispondria de manera que las aguas llovedizas que hubieran pasado por los muros, vinieran á reunirse á unos depósitos, para servir á los riegos necesarios que deberian darse de tiempo en tiempo á los muros. En fin, se tendria cuidado de entremezclar las materias nitrificables con espinos y otros ramages, para dividirlas y sostenerlas.

En estas nitrerías la evaporacion es muy rápida, pero

puede disminuirse disponiendo muchos muros á poca distancia uno de otro. Por otra parte, el trabajo que exigen para los riegos no se pierde; basta tener cuidado de rociar siempre los muros por el lado de la grada, y disponerlos de tal suerte que el viento habitual toque sobre la otra cara. El nitro se irá disolviendo á medida que se forme, se traspasará á la superficie plana y allí quedará abandonado por la evaporacion. Empleando en los riegos ó rociados el agua de lluvia que corre de los muros y se recoge en los depósitos, todas las materias animales y el nitro que hayan podido arrastrar volverán poco á poco á los muros.

1554. Cuando la nitrificacion se halle bastante adelantada, se raspará la superficie plana hasta cierta profundidad, y las materias que provengan de este trabajo se someterán á la legiviacion acostumbrada para estraer los nitratos. El residuo de las lavaduras mezclado con nuevas *tierras preparadas*, y amasado con las aguas de estiercol, se depositará sobre la superficie de grada y servirá para dar á los muros el espesór que antes tenian.

Continuando el trabajo de esta manera, caminarán los muros de un costado á otro conservando siempre su forma, su estado, su paralelismo y su distancia, y rara vez habrá necesidad de formar muros nuevos, que siempre es una desventaja; porque parece muy cierto que una vez que la nitrificacion se ha verificado marcha mejor y con mayor prontitud que cuando principia por primera vez.

Por el método que acabamos de describir, quedarán sin duda alguna satisfechas todas las condiciones que al parecer exigen las nitrerías artificiales.

1555. Si á pesar de todo esto se buscan los medios de hacer estas nitrerías fáciles de conducir y productivas, dis

tamos mucho de aconsejar esta esplotacion. Antes por el contrario, deseamos vivamente que el descubrimiento de un medio económico para la formacion directa del ácido nítrico venga á colocar á este procedimiento entre aquellos que la química de nuestro tiempo repudia por su propia conveniencia, y restituye sin sentimiento á una época poco distante todavia en que sus métodos imperfectos y sus teorías erróneas no permitian hacer ni esperar otra cosa.

Estraccion del nitrato de potasa.

1556. Cualquiera que sea la materia salitrada que nos propongamos tratar, es forzoso proceder á las operaciones siguientes:

1.° Una lavadura que tiene por objeto el separar los nitratos de las materias insolubles con que estan mezclados.

2.° El tratamiento por una sal de potasa, destinada á trasformar los nitratos terrosos en nitratos de potasa.

3.° Una evaporacion que suministre el salitre en cristales.

4.° Una refinacion por la cual el salitre bruto quede despojado de todas las sales que le acompañan.

Examinemos sucesivamente cada una de estas operaciones.

1557. *Lavado de las materias salitrosas.* Mucho tiempo hace que se emplea para ejecutar esta operacion, un procedimiento muy notable y digno en todo punto de servir de modelo, para todos los casos en que hay precision de separar una materia soluble de otra insoluble. Las ventajas de este procedimiento estan espuestas de una manera tan clara, en la instruccion publicada por la comision con

sultiva de pólvoras y salitres (París, 1820), que es imposible hacer ninguna modificacion importante en la parte que por consecuencia vamos á estractar.

Supongamos que se hayan puesto 200 centímetros cúbicos (276094 líneas cúbicas) de materias salitradas, que contenian 4 centésimas ú 8 kilógramas (17,44 libras) de salitre en una cuba provista de una tagea ó salida que se cierra y abre segun conviene, y que se hayan añadido 100 litros de agua (198,2800 cuartillos) cantidad suficiente en general para bañar estas materias hasta su superficie. Despues de doce horas de contacto la mitad del líquido se colocará si se abre el conducto de salida, y la otra mitad quedará retenida por las tierras, en virtud de la atraccion capilar.

Si la masa se ha penetrado bien, todo el salitre debe estar disuelto: la mitad habrá acompañado al agua que se ha colado, y la otra mitad debe permanecer en el agua que se queda mezclada con las tierras. Volviendo á reemplazar el agua perdida con una nueva cantidad, y abriendo el conducto de la cuba despues de dos ó tres horas, correrán otros 50 litros (99,1400 cuartillos) de agua, que contendrá la mitad del salitre que habia quedado en el agua de la cuba ó la cuarta parte de la cantidad primitiva. Por una tercera lavadura se estraerá una octava parte del salitre, y una cuarta lavadura solo producirá 1/16 de la cantidad total y asi se puede continuar hasta reducir la pérdida á una fraccion despreciable. Supongamos ahora que nos limitamos á cuatro lavaduras y obtendremos los resultados siguientes:

	Agua empleada.	Licor estraido.
1.° Lavadura.	100 litros.....	50 + 8,72 libras de nitro.
2.° Id.....	50	50 + 4,36 id.
3.° Id.....	50	50 + 2,18 id.
4.° Id.....	50	50 + 1,09 id.
Resíduo.	50+1,09 li-bras de nitro.	200 + 16,35 libras de nitro.

La pérdida será, pues, 1/16 de la cantidad total de nitro, y este resultado no podria obtenerse por una sola lavadura sino empleando diez y seis veces mas agua que la que las tierras pudieran sostener, es decir, 800 (litros 1586,2400 cuartillos); pero entonces habria que evaporar 750 litros (1487,1000 cuartillos) en vez de 200 litros (396,5600 cuartillos). Asi, la economía que resulta de combustible lavando por este método, con respecto á la legiviacion en masa es como 35 á 10.

Este beneficio puede aumentarse todavia, porque si se toman los cien litros de licor estraidos de las dos primeras lavaduras y se vierten sobre materiales nuevos que contengan 8 kilógramas (17,44 libras) de salitre se podrá trasegar al cabo de un tiempo conveniente y se colarán 50 litros de líquido. Pero como la cantidad de salitre que existe en la cuba contando con el que ya llevaba el agua en disolucion, es igual á 8+4+2 ó á 14 kilógramas (30,52 libras), la mitad, es decir, 7 kilógramas (15,26 libras) deberán hallarse en el licor colado. Asi, por una combinacion muy sencilla y sin gastos de combustible solo hay que evaporar 50 litros de agua para estraer 7 kilógramas de salitre, mientras que por

el otro método era necesario evaporar 200 litros para 7,5 kilógramas. La cantidad de combustible necesaria se encuentra reducida á sus tres cuartas partes del cálculo anterior.

Comprendido esto, será muy facil seguir la marcha de una legiviacion de este género. Este lavado puede practicarse con tres ó cuatro cubas, segun las lavaduras que han de esperimentar las materias. La riqueza de los licores se mide por un areómetro particular en el que cada grado corresponde á una centésima parte de nitro en la disolucion.

Lavado de tres cubetas que contiene cada una 8 Kil. de salitre.

Números de lavaduras.	Cuba A.	Cuba B.	Cuba C.
4.a lav. con 100 litros de agua produce.....	50 lit. á 8°	50 lit. á 14°	
2.a id. con 50 id.....	50..... á 4°		
3.a id. con 50 id.....	50..... á 2°	50..... á 8°	50 lit. á 14° 1/4
4.a id. n 50 id.....	50..... á 1°	50..... á 4° 1/2	
		50..... á 2° 1/1	50..... á 8° 1/4
		50..... á 1° 1/2	50..... á 4° 11/16
			50..... á 2° 5/16
			50..... á 1° 2/16

Ya sabemos lo que pasa en la operacion de la cuba A. Para la cuba B, manifiesta este cuadro que se hace su primer lavadura con los dos licores que se han estraido desde luego de la cuba A. Estos dos licores reunidos marcan 6.°, despues de pasar por la cuba B, marcan 14.°, y se obtienen 50 litros buenos para evaporarse á 14°. Pero aun quedan en las tierras 50 litros de agua á 14° sobre los cuales se añaden otros 50 á 2.° que provienen de la tercera lavadura de la cuba A. y por este medio se obtienen 50 litros de agua á 8°. Por últi-

mo, como aun queda igual cantidad en el tonel, la adicion de 50 litros de agua á 1.° formará un líquido á 4° 1/2, y se obtendrán tambien 50 litros de este líquido. Pero á esta época ya no quedan aguas débiles y como las tierras no se juzgan apuradas sino cuando las aguas no marcan nada mas que un grado, serán necesarias dos lavaduras sucesivas con agua pura para llegar á este término.

La marcha de la cuba C, no tiene necesidad de esplicacion.

1558. Establecidas ya estas nociones preliminares, pasemos á la esplotacion.

Es necesario que las materias que se destinan á la legiviacion estén divididas para que permitan al agua con que deben rociarse, que las penetre por todas partes con facilidad, y que se carguen por este medio de todas las sustancias solubles que puedan contener. Esta operacion se hace con los yesones, quebrantándolos en unas heras enlosadas, con unas mazas de madera armados de clavos gruesos; en seguida se pasan por una criba para separar las partes gruesas que han podido escapar á la accion del mazo. Es muy incómodo el que los yesones encierren unas materias de una dureza muy diversa, y esto obliga á tenerse que conformar con este método tan costoso y de tanto trabajo, porque si este material no fuera de esta naturaleza, se podria llegar mejor y con mayor prontitud al mismo resultado, por medio de un molino.

Cuando los yesones ó las piedras salitradas, se quebrantan y pasan por la criba, se legivian. Para hacer esta legiviacion se emplean unos toneles colocados sobre unas piezas de madera, elevadas unas 10 á 12 centímetros (51, 70 ó 62,04 líneas) sobre el suelo. Por medio de un conducto, pasa el licor á una especie de canal de madera que se halla empotra-

da en la tierra debajo de los toneles, y destinada á recibir los licores que deben salir de ellos para conducirlos á un receptáculo comun. Estos toneles que no tienen fondo por un lado, estan atravesados por su parte inferior á poca distancia del fondo, y algunas veces por debajo, de un agujero de 16 á 18 milímetros de (8,272 á 9,306 líneas) de diámetro, en el cual se introduce la tagea que sirve de conducto para los licores, y se tapa ó no, segun conviene por medio de una canilla de madera. Para evitar que los materiales que se introducen en los toneles carguen demasiado sobre este punto, y obstruyan el agujero, se tiene cuidado antes de cargar los toneles de tapar estos agujeros con un tapon de paja ó con algunas piedras ó cascos de teja. Algunas veces se coloca en los toneles un doble fondo, atravesado de agujeros, y sostenido á unos 4 centímetros (20,68 líneas) del verdadero fondo, por unos topes de madera. Entre estos dos fondos, y encima del sobrefondo se coloca una capa de paja larga. Por medio de estas precauciones, se cuela el agua con bastante facilidad.

1559. Preparados los toneles de este modo, se llenan de tierra ó de piedras y yesones salitrados; se comprime un poco la superficie de estos materiales, haciendo que se eleve ligeramente hácia las orillas para que forme un poco de concavidad en el medio, y aun muchas veces se guarnece todo alrededor con un cerco de paja larga. Esta precaucion impide que el agua se infiltre con demasiada facilidad á lo largo de las paredes de la cuba deteniendo el efecto de su corrida al través de la tierra, de suerte que tenga el tiempo suficiente para penetrar las materias terrosas y despojarlas mas completamente de las partes solubles que pueden contener. Llenos los toneles de esta manera se vierte sobre ellos el agua en cantidad suficiente para que esceda 8 ó 10 milímetros de la

superficie de la tierra. Es de mucha importancia el dejar tapada la tagea algun tiempo despues de haber echado esta primer agua; sin esta precaucion pudiera suceder que el agua se formára una ó muchas salidas al través de la tierra y que pasára sin legiviarla y aun sin humedecerla en todas sus partes. Si en vez de tierra lo que se pone en los toneles son piedras ó yesones molidos y pasados por la criba, podrán quedar todavia muchos pedazos pequeños que el agua no podrá penetrar lo suficiente si pasa con demasiada rapidez, y de consiguiente solo quedarán legiviados en la superficie. Cuando ya se juzga que el agua ha reposado el tiempo suficiente en los toneles, para haber disuelto todas las sustancias salinas, se dá salida al licor quitando la canilla que cierra la tagea.

Los salitreros emplean para legiviar sus materiales un número mayor ó menor de toneles; con 36 hay lo suficiente para fabricar al año de 12 á 15000 kilógramas (26160 á 32700 libras) de salitre.

Los toneles se disponen ordinariamente en tres filas que se llaman *bandas*; asi, cuando el número es de 36 cada banda contiene 12 toneles. En la parte de abajo y en la longitud de cada banda hay una canal de madera destinada á conducir el líquido de los toneles al receptáculo que se halla situado en uno de los estremos de cada banda. Encima de cada banda se coloca igualmente un conducto, ó canal de madera provisto de tantos agujeros cuantos toneles hay, y vertiendo el agua necesaria en este canal, se distribuye en los toneles por medio de los agujeros la cantidad que les conviene.

1560. Dispuesto todo de esta suerte, y llenos los toneles de las materias que se quieren legiviar, se da principio por poner el agua sobre una de las bandas; la cantidad de agua

debe ser en volúmen la mitad de la de la tierra, de suerte que para una cuba que contenga al rededor de 100 decímetros cúbicos (8007 pulgadas cúbicas) de tierra, serán necesarios 50 litros (99, 1400 cuartillos) de agua.

Esta primera agua se deja reposar durante 9 ó 10 horas; al cabo de este tiempo se abre la tagea y el agua corre por la canal al receptáculo. Pero como la tierra de cada tonel retiene la mitad del agua que se le ha echado, lo menos, solo deben pasar al receptáculo unos 25 litros (49, 5700 cuartillos) de cada tonel; y suponiendo que esta primera agua evacuada marca 10 grados del areométro para el nitro, quedará en la tierra de cada cuba una cantidad de agua á los mismos grados, igual á la que ha salido, que por medio de nuevas lavaduras se hará pasar tambien al receptáculo. Concluida esta primera legiviacion se procede á la segunda; esta vez se vierte en cada dos toneles una cantidad de agua pura, igual á la que contiene la tierra de una sola cuba; es decir, que esta segunda masa de agua equivale á la mitad de la primera; de esta suerte se continúa vertiendo sucesivamente sobre cada cuba una cantidad semejante de agua pura, hasta que el areómetro marque únicamente medio grado, en el licor que sale de las cubas. Las aguas de estas diversas lavaduras, esceptuando las que provienen de la primera, no se hallan bastante cargadas de sustancias salinas para marcar 10 ó 12 grados, por lo cual se las hace pasar de nuevo por las tierras nuevas que contienen en los toneles de las otras bandas hasta que adquieran el grado conveniente. Por este trasporte de las aguas de unas bandas á otras, se establece un órden en los trabajos, constante y regular.

En una fábrica en que estos trabajos estan bien ordenados, la primera banda contiene las tierras nuevas, es decir,

aquellas que se han de legiviar por la primera vez; la segunda contiene las tierras que han sufrido ya la primera legiviacion y que por consiguiente van á sufrir la segunda; en fin la tercera banda contiene las tierras que habiendo esperimentado ya las dos primeras lavaduras, estan dispuestas para la tercera.

Las lavaduras en general se limitan á tres para una misma tierra; sin embargo el número de estas que conviene hacer sufrir á la materia salitrada debe arreglarse por el grado que marcan las lejías que se producen.

Las aguas que se obtienen de los toneles que componen la tercera banda, es decir, de aquellas cuyas tierras han sido ya legiviadas dos veces, se llaman *aguas de lavadura.* Estas aguas se hacen pasar sobre las cubas de la segunda banda, cuyas tierras solo han sido legiviadas una vez, y de alli salen en el estado de *aguas débiles*; en fin, estas aguas débiles, se fortifican cuando pasan por las cubas de la primera banda que contienen las tierras nuevas. En tanto que se cuelan estas aguas en la primera banda, se descargan las cubas de la tercera, para llenarlas con tierras nuevas, y se hacen pasar por ellas las aguas fuertes ó mas concentradas. Estas aguas se cargan todavia de salitre; entonces se consideran en buen estado para poderlas evaporar, y se llaman *aguas de cocion.*

Mucho tiempo se perderia, si para trasportar las aguas á una banda, se aguardará á que colaran en su totalidad las de la banda precedente; asi es necesario tener cuidado de trasportarlas de una banda á otra á medida que van llegando á los receptáculos, y de esta manera se encuentran las tres bandas legiviadas casi al mismo tiempo. Este trasporte de las aguas de banda en banda, se practica con unos cubos,

ó bien por medio de una pequeña bomba movible que se coloca en el receptáculo, de donde hay que estraer el agua para verterla sobre las cubetas. Bien se advierte que por este método de legiviar, las cubas que desde luego forman la primera banda vienen en seguida á formar la segunda, y despues la tercera; que las tierras no se retiran jamás de los toneles sino despues de haber sufrido las tres lavaduras; y que por último, con tres bandas de cubas se hace realmente el servicio de cuatro.

1561. Hay otro método de legiviar mas sencillo, mas cómodo, y mucho mas económico. Este consiste en sustituir los toneles de que acabamos de hablar, con unas cajas de madera de encina, construidas en formas de tolvas prolongadas, que tienen 4 metros (14,28 pies) de longitud, 2 metros (7,14 pies) de ancho por la parte superior, 1 metro (3,57 pies) de altura y 13 decímetros (56,03 pulgadas) de ancho por su parte inferior. Estas cajas estan atravesadas en toda la longitud de una de sus grandes caras, y casi al nivel del fondo por los agujeros *aaa* (fig. 1, lám. 18,) cuyo diámetro es de 1 1/2 decímetro (6,46 pulgadas,) y á propósito para recibir unos conductos de maderak (fig. 2,) que se tapan ó abren segun conviene para colar las aguas. El fondo está dispuesto de manera que forma un plano inclinado *bb* (fig. 2), y se eleva un medio decímetro (2,15 pulgadas), hácia la pared que no está agujereada, y viene á quedar á nivel de los agujeros. Sobre estos agujeros se coloca una placa *cc* apoyada oblícuamente sobre la pared anterior y el fondo; esta placa que tiene cerca de 3 decímetros (12,93 pulgadas) de ancho, está atravesada por pequeños agujeros en toda su longitud: se la cubre ademas de un tegido de mimbres, para impedir el que las tierras tapen los agujeros, y á fin de que las aguas puedan

salir libremente. Estas cajas deben estar construidas sólidamente, de buena madera de encina y de cinco centímetros (25,85 líneas) lo menos de grueso; los cuatro costados de la caja deben estar fortificadas por 14 barras de madera *ddd*, (fig. 1 y 3) sujetas á cola de milano, diez estan colocadas en los costados largos y cuatro en los cortos; los ángulos se consolidan por fuertes escuadras de hierro *eee*, etc., (fig. 1); que se fijan de distancia en distancia. Para que las dos grandes superficies no esperimenten ninguna separacion por la presion de la masa de tierra contenida en la caja, se reunen estos dos costados por dos pasadores de hierro sujetos por medio de unas tuercas *ff* (fig. 2 y 3;) estos pasadores atraviesan á la distancia de un decímetro (4,31 pulgadas) del borde superior y cogidas una y otra en los puntos en que se hallan las barras de ensamblaje.

Para evitar toda pérdida de parte de las aguas que pudieran escaparse por algunas junturas, se colocan las cajas sobre un piso *gg* (fig. 2), que toca á un canal *h* de madera de encina, embutido en la tierra hasta el nivel del suelo. Este canal corriendo á lo largo de cada caja y estando á plomo de los orificios conduce las aguas, por medio de una ligera pendiente, á los receptáculos.

1562. Dos cajas de esta clase son suficientes para los trabajos de una fábrica aun de las mas considerables, puesto que contienen la capacidad de cerca de 60 toneles de los antedichos.

Para hacer este sencillo método de legiviacion, de una ejecucion mas espedita y económica todavia, se hace uso de una bomba para elevar el agua á las cajas, y por medio de unos conductos de madera suspendidos sobre ellas, provistos de trecho en trecho de unos agujeros se distribuye el líquido

con igualdad. Hay ademas una pequeña bomba movible, que se coloca alternativamente en los receptáculos, para pasar de uno á otro las aguas de lavadura.

Estas cajas tienen la ventaja de ocupar menos espacio, de exigir menos reparaciones y de hacer mucho mas fáciles y cómodas que en los toneles las cargas y descargas de los materiales salitrosos. Para representar las tres bandas que ordinariamente se emplean en las fábricas, serian necesarias tres de estas cajas, pero se ha reconocido la inutilidad de la tercera.

1563. Para empezar la legiviacion en estas cajas, basta en efecto, cuando ya estan cargadas de materiales salitrosos, echar en una de ellas una cantidad de agua tal, que despues de haber penetrado bien toda la masa que se ha de legiviar se eleve sobre su superficie cerca de 4 ó 5 pulgadas. Aqui se deja reposar el agua de esta primera lavadura, hasta el dia siguiente teniendo las tageas ó conductos de salida cerrados al cabo de este tiempo se abren y el agua se corre á los receptáculos. Cuando el agua ha concluido de salir, se cierran de nuevo los conductos, y la caja se carga muchas veces de agua pura, hasta que el agua que salga por los conductos solo marque medio grado del areómetro.

Si el agua que se obtiene de la primera colada no está concentrada lo conveniente y marca por lo tanto menes de 10 grados, se pasará de nuevo como todas las demas aguas que provienen de las legías que ha sido necesario hacer despues de esta primera colada, sobre la segunda caja cargada en la cual se cerrarán todos los conductos; en esta segunda caja se practicarán las mismas operaciones que en la primera. Esta se cargará en tanto con nuevas materias terrosas, para recibir las aguas débiles de la segunda, que siendo á su vez

legiviada hasta llegar al término indicado de medio grado, se cargará de nuevo de materias terrosas, y continuando de este modo sucesivamente.

1564. *Saturacion de las legías.* Las legías obtenidas de este modo encierran ademas del salitre todas las sales solubles que contenian las materias que se han tratado, y á mas cierta cantidad de sustancias orgánicas solubles. No se conocen bien la naturaleza y propiedades de estas sustancias orgánicas, que pueden variar segun los diversos casos. Con respecto á las sales, se sabe ya que todas son ó nitratos ó cloruros, y que la relacion que existe entre ellas varía de una localidad á otra.

Estas sales se hallan al poco mas ó menos en las aguas de legiviacion, de los buenos yesones de París, en la relacion siguiente:

Nitrato de potasa y cloruro de potasio.	10
Nitrato de cal y de magnesia.....	70
Cloruro de sodio.....	15
Cloruro de calcio y de magnesio.....	5
Total.....	100

Esta mezcla ú otra análoga hay siempre necesidad de tratar de tal suerte, que se puedan convertir en nitrato de potasa todos los demas nitratos que contiene. Para esta operacion pueden emplearse la potasa del comercio, el sulfato de potasa, el cloruro de potasio, ó simplemente la cantidad necesaria de cenizas.

1565. La potasa se emplea disuelta en un doble de su peso de agua, esta disolucion se mezcla con las aguas de cocion, y se remueve el todo muy bien. Al momento se depo-

sitan el carbonato de cal y el de magnesia, y queda solamente en el licor, nitrato de potasa, cloruro de potasio y sal marina. Cuando ya está formado este depósito, se decanta y evapora el líquido.

1566. Cuando se emplea el sulfato de potasa, es necesario llenar una cuba profunda, hasta sus tres cuartas partes de agua de cocion que se haya concentrado antes, hasta marcar 20 grados del areómetro, bien sea por medio de la evaporacion al fuego, bien mezclándola con un poco de agua madre, y añadir cerca de una quinta parte en volúmen, de una disolucion de sulfato á 20 grados. Se agita esta mezcla como la anterior; la disolucion se enturbia y se forma un precipitado con mas lentitud que el precedente; pero las aguas que resultan se encuentran considerablemente decoloradas. La dosis de la disolucion del sufato puede aumentarse ó disminuirse, segun la naturaleza de las aguas salitrosas. Siempre es conveniente poner un esceso de esta disolucion para descomponer completamente las sales de cal. Este procedimiento es menos cómodo que el precedente, porque la reaccion no se verifica sino por medio del calor, y por consecuencia el precipitado de sulfato de cal que se forma, viene á depositarse á las paredes de la caldera. Es evidente que el sulfato de potasa no desaloja las sales de magnesia; pero esto se consigue con mucha facilidad. Basta para ello mezclar desde luego las aguas con un pequeño esceso de lechada de cal, agitarlas bien y dejar reaccionar las materias durante algun tiempo, teniendo cuidado de remover la mezcla. La magnesia se deposita y se encuentra reemplazada por la cal en sus combinaciones. En este caso es evidente que por la adicion del sulfato de potasa en cantidad conveniente, se descompondrán todas las sales de cal, y solo quedará en el licor, nitrato de po-

tasa, cloruro de potasio, y sal marina con un poco de sulfato de cal.

1567. Para el tratamiento de las aguas de cocion por medio de las cenizas, se tomará una cuba dispuesta del mismo modo que las que se emplean en la legiviacion de las tierras; la paja que está colocada sobre el doble fondo, se cubrirá con un pedazo de tela gruesa muy clara. Las cenizas, que serán nuevas, se tendran preparadas para lo cual se cribarán bien para separar los carbones, y se humedecerán con igualdad y hasta el punto que tomando un puñado y reteniéndolo en la mano apretado, se forme una masa muy facil de quebrar. En este estado se coloca sobre la tela un lecho de estas cenizas de cerca de 16 centímetros (82,72 líneas) de espesor, que se comprimen apretándolas ligeramente desde luego, y despues con mucha fuerza, por medio de un mazo de madera plano por la parte de abajo. De este modo se continúa añadiendo nuevos lechos de ceniza que se aprietan de la misma manera, hasta llenar la mitad de la cuba; entonces se une la superficie con una llana que sirve para repetir esta operacion siempre que se renuevan las aguas. Es de toda precision el colocar sobre este cenicero, una cesta llena de paja para impedir que la caida de las aguas efectúen en él por su choque una degradacion.

Se hacen pasar todas las aguas de cocion sobre un número de estos ceniceros relativo á su cantidad, y en la proporcion de 15 medidas de agua por cada una de ceniza. Estas cenizas se mezclan despues con las tierras nuevas que se han de legiviar, para despojarlas del agua salitrosa que retienen.

Al atravesar las aguas de cocion un cenicero dispuesto de este modo, esperimentan la misma descomposicion que cuando se emplea directamente la potasa, y adquieren un

claridad muy grande. El sulfato de potasa de las cenizas se utiliza lo mismo que el carbonato.

1568. Puede por último emplearse el cloruro de potasio para verificar la descomposicion de las sales de cal. Para esto se purga primero el líquido de las sales de magnesia, por medio de la lechada de cal, se decanta el licor despues de aposado, y se le añade la porcion necesaria de una mezcla de cloruro de potasio y sulfato de sosa, hecha átomo por átomo, es decir, 93 de cloruro de potasio y 89 de sulfato de sosa. Por este medio se obtiene la precipitacion de la cal, bajo la forma de sulfato y por otra parte durante la evaporacion obra esta mezcla en razon de la accion recíproca de las dos sales que la componen como lo haria una mezcla de sal marina y de sulfato de potasa.

Aqui se advierte que por unas adiciones convenientes de sulfato de sosa se puede trasformar en sal marina todo el cloruro de potasio que existe en las aguas salitrosas y utilizar la potasa que representa.

1569. *Primera cocion.* Luego que se ha obtenido la cantidad de legía saturada, suficiente para hacer una cocion ordinaria, se llena de este licor una caldera de cobre (figura 4, 5, 6) montada en un horno en el que se enciende un fuego suficiente para escitar la ebullicion. A medida que el agua disminuye por la evaporacion, es preciso reemplazarla por nueva cantidad; pero no debe añadirse demasiada cantidad á la vez, porque esto resfriaria demasiado á lo restante del líquido y se retardaria la operacion. Este inconveniente puede evitarse colocando sobre la caldera la cuba en donde se hace la saturacion y el depósito. Esta cuba está entonces provista de tres conductos colocados á diversas alturas, por medio de los cuales se detiene la salida del licor, segun con-

viene de modo que por este medio solo llega á la caldera una cantidad igual á la que se evapora.

Este método empleado en las pequeñas fábricas suple á la vacía de evaporacion de que hacen uso en las fábricas montadas en grande y que se ve representada en la figura 5 y 6. Esta vacía *b* se calienta por el humo que se escapa del fogon de la caldera. Debe contener al poco mas ó menos la mitad del líquido necesario para llenar esta, que se alimenta por medio de un tubo.

Cuando el agua empieza á hervir en la caldera de cocion se forma desde luego á la superficie del líquido una cantidad considerable de espuma blanca, debida en general á las materias animales y vegetales. Estas espumas se reunen con una espumadera y bien escurridas se incorporan con los yesones que estan por legiviar. En tanto que dura la evaporacion continuan produciéndose las espumas, haciéndose esta produccion mas abundante al aproximarse al fin de la operacion. Es necesario tener cuidado de separarlas á medida que se forman, y echarlas en una cuba que está colocada debajo de la caldera á donde escurren la mayor parte de su humedad. Pero como las últimas espumas son mas ricas en salitre, se las hace sufrir algunas lavaduras antes de arrojarlas sobre los yesones.

El licor se enturbia inmediatamente; las porciones de carbonato de cal y de magnesia que estaban en disolucion por un esceso de ácido carbónico, se separa de él á medida que este esceso de ácido se volatiliza por el calor. A estas materias terrosas es á lo que los salitreros llaman *lodos*. Si se las deja depositar en el fondo de la caldera, adhieren con tanta fuerza á él, que es muy difícil separarlos sin deteriorar este fondo y como por otra parte perjudicarian á la cristalizacion y á la

pureza del salitre, importa mucho prevenir estos inconvenientes.

Para salvarlos basta colocar en el centro del licor y á unos 6 centímetros (31,02 líneas) del fondo de la caldera un caldero ancho en el cual se precipiten la mayor parte de estas tierras, por medio del movimiento de las aguas que la ebullicion dirije desde la circunferencia al centro. Este vaso está suspendido en el licor por una cadena de hierro unida á una cuerda que resbala por una polea que está situada encima de la caldera. De tiempo en tiempo se retira para ver si está lleno, y cuando se ha reunido una cantidad regular se vacia en una cuba que está colocada debajo de la caldera, y atravesada por un agujero para dejar escurrir el agua que se separa de estas tierras. Es necesario cuidar mucho de sostener la ebullicion al mismo grado por un calor igual. Si el fuego es débil la detiene, si por el contrario es demasiado fuerte, produce al terminar la evaporacion particularmente, un ahuecamiento susceptible de hacer pasar el licor por encima de los bordes de la caldera.

1570. Las aguas de cocion contienen mas ó menos cantidad de sal marina, segun la calidad de las tierras legiviadas. No teniendo esta sal como el salitre la propiedad de ser mucho mas soluble en el agua caliente que en la fria, se ve en la precision de cristalizar tan luego como la evaporacion está bastante adelantada. Entonces se retira el caldero destinado á recibir los lodos; la sal se precipita en el fondo de la caldera, de donde se saca inmediatamente con la espumadera, para echarla en una cesta de mimbres colocada encima.

Cuando la cocion ha llegado á este punto, se debilita el fuego; de este modo se prolonga un poco la operacion,

pero los resultados se obtienen con mayor regularidad; las sales cristalizan mas libremente, y observan mucho mejor en su cristalizacion las leyes de su solubilidad. Cuando la sal marina cristaliza con abundancia, el licor se aproxima al grado conveniente de concentracion; para juzgar de este grado se hacen caer algunas gotas sobre un cuerpo frio y liso, y si el licor está al punto necesario, las gotas deben quedar cristalizadas.

1571. Al cabo de quince ó diez y seis horas, la sal marina y todos los cuerpos que hasta entonces habian podido permanecer en suspension por el movimiento del hervor, se depositan sobre las paredes y el fondo de la caldera. Entonces se decanta el líquido con una vasija á propósito, que los franceses llaman *puisoirs*, tomando todas las precauciones convenientes para que la sal y las partes terrosas no se separen de la caldera. En las fábricas pequeñas, se trasporta todo el licor decantado de este modo á unas vacías de cobre. Alli se abandona á sí mismo hasta que adquiere la temperatura de la atmósfera por cuyo enfriamiento quedará terminada la cristalizacion del nitrato de potasa. Este fenómeno se verifica mas ó menos pronto y de una manera mas ó menos completa, segun la temperatura; en invierno bastan tres ó cuatro dias; en estío se necesita mas tiempo y se obtiene menos cantidad de salitre, porque las aguas que sobrenadan contienen mayor parte de sal en disolucion, en razon de su mayor temperatura. Cuando la cristalizacion ha determinado, se decanta el licor, que entonces se llama *agua madre*; en seguida se levantan las vacías dos á dos y se colocan una un poco inclinada sobre la otra y encima de una cuba para escurrir del todo el agua que haya quedado en los cristales.

En las grandes fábricas, se determina la cristalizacion de una manera mas pronta y con mayor facilidad. Alli se decanta el líquido de cocion, en una gran vacía de cobre cuyo fondo es plano, de la cual hablaremos al tratar del refinado, y la cristalizacion se obtiene por este último medio que acabamos de describir.

1572. Cuando las aguas madres contienen todavia nitratos terrosos y un esceso de alcalí, pueden beneficiarse aun, mezclándolas con las aguas de cocion. Sin embargo, si á fuerza de repetir esta operacion se obtienen las aguas madres demasiado coloreadas, será mucho mejor arrojarlas sobre los mismos yesones.

Con respecto al salitre que contienen los depósitos terresos, se los despoja de esta sal por medio de lavaduras como se practica para las espumas.

El que contiene la sal marina se estrae del modo siguiente; despues de haber puesto el agua en una caldera hasta los dos tercios de su altura, y calentado hasta la ebullicion, se hace disolver sal marina pura hasta saturar el líquido; en seguida se suspende sobre la caldera por medio de una cuerda y una polea, una gran cesta de mimbres llena de la sal marina que quiere legiviar, esta cesta se introduce en la caldera de modo que la bañe todo lo posible el líquido; como este se encuentra ya saturado de sal marina, no puede obrar sino sobre el salitre que disuelve y estrae de la sal marina contenida en cesta. Esta se retira al cabo de algun tiempo, se deja escurrir y se da principio á nueva operacion, continuando sucesivamente de este modo. La sal marina se vende despues á los botilleros, á los fabricantes, ó á los labradores. No es prudente emplearla en el uso doméstico; porque puede retener algo de cobre procedente

de la caldera. Las aguas que provienen del legiviado de la sal marina y demas se añaden á las aguas de cocion.

Para lavar la sal marina puede tambien procederse de otro modo. Se baña esta sal con la cuarta parte de su peso de agua, y se calienta hasta los 40 ó 50° c. Se revuelve bien, se retira el residuo, y se deja escurrir. El agua habrá disuelto casi todo el nitro, y estará saturada de sal marina, pero no habrá disuelto sino la décima parte de esta sal. La disolucion se unirá como las restantes á las aguas de cocion.

La sal marina ordinaria contiene de 5 á 20 por 100 de nitro; esto deja ver que puede beneficiarse ventajosamente por uno ú otro de estos tratamientos. Ademas del nitro contiene cloruro de potasio. Para utilizar este, será necesario añadir siempre al agua de nitro una cantidad conveniente sulfato de sosa.

Refinacion del salitre.

1573. El nitrato de potasa bruto, cristalizado, contiene todavia cerca del 25 por 100 de materias estrañas que es forzoso separar. La operacion que tiene por objeto esta separacion se llama *refinacion del salitre.*

Esta refinacion está fundada principalmente en la propiedad que tiene el nitro de ser mucho mas soluble en el agua caliente que los cloruros de sódio y de potasio, con quienes está unido.

Existen muchos procedimientos para el refinado: en el que está puesto en uso hace mas tiempo, sufre el salitre dos disoluciones sucesivas, y se reproduce por dos nuevas cristalizaciones que le conducen al último grado de pureza.

Segunda cocion. Para ejecutar esta segunda cocion se ponen en una caldera 6 partes de agua y 30 de salitre que se introducen sucesivamente; se sostiene la ebullicion, y las materias grasas estractivas y terrosas, forman espumas que se separan por medio de la espumadera. Cuando estas espumas empiezan á ser mas abundantes, se procede á la operacion del encolado. Esta se reduce á fundir en una vacía de cobre una pequeña cantidad de cola fuerte en el agua. Esta cola fundida se vierte en la caldera en dos veces, y se revuelve bien; la cola arrastra á la superficie todos los cuerpos ligeros que se encuentran suspendidos en el licor, lo cual origina una formacion considerable de espumas, que es preciso separar inmediatamente. Cuando estas espumas son menos abundantes, se añadirá agua fria á la caldera, se remueve bien y se espuma de nuevo; el agua fria se añade en seguida por segunda, tercera y cuarta vez, se hace hervir de nuevo el licor y en seguida se retira el fuego del horno. Despues de haberla dejado algunas horas en reposo, se decanta en las vacías de cobre, y se cubre con unos pedazos de madera para retardar mas el enfriamiento. En seguida se ponen las vacías á escurrir en las cubas como para la cristalizacion del salitre bruto.

1574. *Tercera cocion.* El salitre despues de esta primera refinacion se halla trasformado en panes sólidos; en este estado, se encuentra ya mas puro; pero como ha cristalizado en unas aguas cargadas de cloruros, ha debido arrastrar á estos en su cristalizacion, é impregnarse además de estas aguas saturadas de los cloruros referidos. Para purificarle de esta sustancia, se funde segunda vez en una masa de agua igual á un tercio de la cantidad del sali-

tre; se ejecutan los encolados y lavados como en la operacion anterior y se hace cristalizar.

El salitre en panes, preparado por este medio, se conduce á una esplanada pendiente, en la que estan practicadas unas canales forradas de plomo y situadas en sentido de la pendiente; sobre estas canales se colocan los panes dos á dos y se dejan escurrir perfectamente. Las canales van á concluir á un conducto, que comunica con un receptáculo. El local de esta esplanada debe estar muy ventilado, para que el aire pueda facilitar la desecacion de los panes: se necesitan muchos meses para que esta desecacion se verifique completamente.

Los productos de refinacion son como hemos observado, las espumas, el depósito terroso, y las aguas que sobrenadan en las cristalizaciones de la segunda y tercera cocion.

Las espumas de la segunda se tratan como las de la primera; las que produce la tercera refinacion, se diferencian de las otras por su mayor pureza, y porque contienen mucho mas salitre. Estas se funden en una pequeña cantidad de agua, y cuando se han disuelto completamente, se pasa el líquido por un tamiz muy fino; cristalizando despues este licor, produce un salitre de dos cociones muy bueno: el residuo se mezcla con las primeras espumas. Los depósitos terrosos de la refinacion deben reunirse con los de la primera operacion, de que ya hemos hablado, para tratarlos de la misma manera; las aguas madres de la segunda y tercera cristalizacion, se tratan por el mismo procedimiento que las de la primera.

1575. Tal era el modo de refinar el salitre en otro tiempo; pero en la actualidad se prefiere el método siguiente:

La caldera destinada á la refinacion, se carga la víspera

del dia en que debe efectuarse la operacion, con 600 kilógramas (1308 libras) de agua comun, y 1200 kilógramas (2616 libras) de salitre bruto. Debajo de esta caldera solo se pone el fuego necesario para operar durante la noche esta primera disolucion. Al dia siguiente por la mañana, se aumenta el fuego y la caldera se carga muchas veces con nuevas cantidades de salitre, hasta que llegue á la de 3000 killógramas (6540 libras). Durante todo este tiempo se tiene cuidado de remover la mezcla sin cesar y separar al momento todas las espumas que se vayan presentando á la superficie del licor. Cuando ya ha estado durante algun tiempo en ebullicion, y la disolucion del salitre se ha verificado en su totalidad, se retira del fondo de la caldera toda la sal marina que no ha podido disolverse. De tiempo en tiempo se añade al licor agua fria, á fin de facilitar la precipitacion de la que el calor haya podido tener en disolucion. Luego que la precipitacion ha cesado enteramente, se vierte en la caldera 1 kilógrama (2,18 libras), de cola de Flandes disuelta en la cantidad necesaria de agua caliente, se revuelve bien y se espuma añadiéndole muchas veces agua, hasta completar 400 kilógramas (872 libras) sobre la cantidad que se puso primero.

Cuando el licor no produce ya espumas y se ha quedado perfectamente claro, se termina toda manipulacion; el fuego se retira de la caldera, dejando en el horno únicamente lo necesario para sostenerle hasta el dia siguiente, á la temperatura de unos 88° c. La disolucion deberá marcar á esta época 67 ó 68° del areómetro.

Para decantar la disolucion se emplean las mismas vasijas que en los otros procedimientos, tomando todas las precauciones necesarias para no enturbiar el líquido, por lo cual se desprecian las últimas porciones de este. A medida que se

estrae el líquido se echa en el cristalizador (Lám. 18 fig. 7 y 8), que para este efecto se tiene cuidado de colocar lo mas cerca posible de las calderas de refinacion. Cuando se ha vaciado enteramente el líquido de la caldera, se le agita con un instrumento á propósito imprimiéndole un movimiento ligero para facilitar el enfriamiento.

Conforme se va depositando el salitre cristalizado, se reune con un rastro á lo laogo de las orillas del cristalizador, amontonándole de manera que pueda escurrir con prontitud; cuando las partes superiores de estos montones empiezan á blanquear sensiblemente, se separan con unas palas en forma de espumaderas y se conducen á las cajas del lavado. Separando de este modo sucesivamente el salitre á medida que se precipita en agujas estremadamente finas, se tiene cuidado de no detener un solo instante la ajitacion del licor, á fin de evitar el que se formen cristales muy gruesos. Cuando la temperatura del líquido desciende á unos 4 ó 5° de la que reina en el sitio en que se opera, es decir, al cabo de 6 á 7 horas, queda precipitado todo el salitre que es susceptible producir. Por medio de la doble pendiente que tiene el cristalizador, el licor que sobrenada en la cristalizacion se encuentra enteramente reunido en uno de los estremos, y en medio de su longitud es muy facil separarlo con los mismos vasos que se hace la decantacian. La cantidad de licor que se obtiene, apenas asciende á 500 ó 600 kilógramas (1090 á 1308 libras), y su concentracion es por término medio de 45 á 48 del areómetro.

1576. Retirado el salitre del cristalizador y depositado en la caja del lavado (fig. 10 y 11), se amontona en ella de manera que esceda 14 ó 16 centímetros de (72,38 á 82,72) líneas por encima de sus bordes superiores á fin de compensar de

este modo el descenso que debe esperimentar por la operacion del lavado. Esta operacion se practica con unas regaderas, sobre cada una de las cajas llenas de esta suerte, y despues de haber tapado los agujeros del fondo, regando alternativamente con agua saturada de salitre y con agua pura, hasta que el licor que se obtiene marque al areómetro el grado de saturacion del salitre, correspondiendo exactamente al de la temperatura de la fábrica. Este término indica del modo mas seguro, que todos los cloruros estan disueltos y que el agua de lavadura solo se puede cargar ya de salitre; por lo cual conviene detener la operacion.

El licor de cada postura debe permanecer dos ó tres horas sobre el salitre, y al cabo de este tiempo se deja correr, abriendo los conductos que deben permanecer abiertos hasta que se haya escurrido completamente, ó lo que es igual, al cabo de una hora.

Todo el licor que proviene de la primera lavaduras, asi como una parte del de la segunda, se pone aparte como mas cargado de sustancias estrañas, para evaporarlo despues junto con las aguas madres. Lo restante se conserva, porque no contiene sino salitre y puede servir de nuevo, por lo tanto, para lavar esta sal. Los riegos que se hacen sufrir al salitre para lavarle, no deben pasar de 36, empleando en cada vez 10 litros (19,8280 cuartillos de agua). Regularmente se hacen tres riegos, los dos primeros de quince regaderas y el último de seis. Las aguas del tercero juntas con los dos tercios de las del segundo, se pueden poner aparte para lavar todavia el salitre. De aqui se deduce, que en toda refineria, cada caja lavada una sola vez conagua pura, suministra siempre para dar otra nueva caja, el primer riego de agua saturada de salitre y que en general, cuando la totalidad del lavado no pue-

de hacerse en menos de 36 regaderas para cada caja, se compondrá de 15 de agua saturada de salitre y 21 de agua pura.

Despues de haber reposado el salitre cinco ó seis dias en las cajas en que se ha lavado, se conduce á la vacía de desecacion. Esta vacía se calienta por el humo de la caldera, cerca de la cual se halla colocada. Se tiene gran cuidado de remover casi continuamente el salitre con unas palas fuertes de madera, para evitar que adhiera al fondo de la vacía, para que no se formen pedazos gruesos, y para que el calor se distribuya con igualdad por toda la masa. Tarda en su completa desecacion cerca de cuatro horas; se reconoce fácilmente que ha llegado á este estado, cuando al removerlo no se pega á la pala, y cuando al apretarlo con fuerza en la mano, no se rompe en grupos gruesos: entonces se encuentra además perfectamente blanco y pulverulento. En este estado se pasa por un tamiz de laton para dividir los grupos gruesos, y separar las materias estrañas que hayan podido mezclarse; despues de esta operacion se empaqueta en unos sacos, ó en barriles. Las vacías pueden cargarse dos veces al dia con mucha facilidad, y secar de 7 á 800 kilógramas (1526 á 1744 libras) de salitre.

Por esta última operacion se obtendrá por término medio en una refinacion de 3000 kilógramas (6540 libras); de 1750 á 1800 kilógramas, de (3815 á 3924 libras) de salitre muy puro y bien preparado para la confeccion de la pólvora.

1577. Para recoger lo restante del salitre se someten las aguas madres á un tratamiento particular. Este no seria necesario si el salitre que se ha beneficiado hubiera estado despojado de sales terrosas. Pero cuando estas sales se hallan mezcladas con el salitre no solo ellas no cristalizan sino que

se oponen á la cristalizacion de este cuerpo. El tratamiento de las aguas madres tiene, pues, por objeto la descomposion de estas sales terrosas, que tal vez se hubieran podido destruir antes de proceder á la operacion precedente. Este tratamiento se efectua del modo siguiente. Se carga una de las calderas de refinar con toda la cantidad que pueda contener de aguas madres, á las cuales como hemos observado se hallan unidas las que provienen de los primeros riegos de la refinacion. Luego que ha empezado la ebullicion se va reemplazando continuamente por nueva cantidad de agua madre, la que se va perdiendo por la evaporacion hasta completar 7000 kilógramas (15260 libras) comprendiendo la primera postura en la caldera; es decir 6000 kilógramas (13080 libras) de aguas madres y 1000 kilógramas (2180 libras) de agua de los primeros riegos. Debe disponerse de modo que estas aguas de reemplazo pasen poco á poco á la caldera, para lo cual se coloca sobre esta una vacía de evaporacion ó una cuba, cuidando que estas aguas adquieran un grado de calor suficiente para no interrumpir la ebullicion.

A medida que se vaya formando la espuma, deben separarse, como tambien la sal marina que se deposita en el fondo de la caldera, durante todo el tiempo que dura la adicion de agua que puede ser cuatro ó cinco dias. Cuando esta ha cesado y el licor de la caldera se halla reducido á los dos tercios de su volúmen, se introduce en él una kilógrama (2,18 libras) de cola disuelta en unos 15 kilógramas (32,70 libras) de agua caliente, y se revuelve muy bien el todo. Se separa la espuma como de ordinario y tambien la sal marina que se va lavando al mismo tiempo en una pequeña cantidad de agua caliente, y esta se vierte en seguida en la caldera. Cuando el licor se ha clarificado lo suficiente por la adicion

de cola, se añaden 100 kilógramas (218 libras) de agua fria, y se retira con cuidado toda la sal marina que se ha precipitado. Entonces se introduce en el licor una disolucion de potasa, que es necesario dilatar en agua para facilitar la descomposicion de los nitratos terrosos, la precipitacion de sus bases y hacer terminar enteramente la ebullicion. Despues de haber revuelto bien la mezcla y retirado una parte del fuego, se la deja reposar unas doce horas, durante las cuales el precipitado se deposita completamente en el fondo de la caldera.

El licor se decanta en el cristalizador, con las precauciones necesarias para no enturbiarlo; allí se sigue el mismo procedimiento que hemos espuesto para el líquido de refinacion. De aquí se separan de 600 á 700 kilógramas de (1308 á 1526 libras) de aguas madres, y por último resultado se obtiene lo restante de salitre perfectamente puro, despues de lavado.

El tratamiento de las aguas madres que resultan de esta última cristalizacion del salitre, se conduce del mismo modo que acabamos de describir. Con respecto al lavado de estas espumas y de la sal marina, se practica como ya hemos indicado anteriormente para las demas.

Ensayo del salitre.

1578. El salitre bruto ó de primera cocion, contiene muchos cloruros, pero despues de molido y lavado en el agua de cocion fria solo le quedan de 12 á 15 por 100 de estos cloruros. En este estado es como deben los salitreros entregarlo para la refinacion; pero para apreciar con exactitud su riqueza es preciso hacerle sufrir un ensayo.

Para determinar con exactitud la cantidad de salitre que se halla mezclado con los cloruros, se ponen en una redoma ó en un frasco 400 gramas (801,6 granos) de esta sal, y medio litro (0,9914 de cuartillo) de agua saturada de nitro puro; se agita continuamente esta mezcla con una barilla de vidrio, durante un cuarto de hora y se la deja reposar un instante. Cuando la sal se ha depositado, se decanta el licor sobre un filtro.

Sobre este residuo se vierte otra nueva cantidad de licor saturado de nitro, igual á la mitad de la primera; se agita todo durante quince minutos, y despues de este tiempo se echa en el filtro en que se ha decantado la primera lavadura, teniendo cuidado de que pasen al filtro hasta los átomos aparentes mas pequeños de salitre que se perciban en el vaso.

Es esencial observar que segun los esperimentos practicados con el mayor cuidado los 7 y 1/2 de cílitros (1,48710 cuartillos) de licor saturado, empleado en las dos lavaduras sucesivas del nitro de prueba, pesando reunidos al poco mas ó menos 88 decagramas (17635,2 granos) no pueden disolver sino al rededor de 264 gramas (5290,56 granos) de sal marina, lo que con respecto á las 400 gramas del salitre de prueba, que se han empleado en el ensayo estará en la relacion de 66 por 100; de suerte, que si fuera mayor la proporcion de esta sal, no se disolvería el esceso y se hallaría haciendo parte en el peso del residuo considerado como nitrato de potasa.

Para obviar este inconveniente será indispensable, siempre que un ensayo de una pérdida de peso de mas de 240 gramas (4809,60 granos) ó de 60 por 100, lavar tercera vez el residuo con otro medio litro de licor saturado, cuya cantidad es mas que suficiente para disolver lo restante del nitro

de prueba, aun suponiendo que estuviera formado en su totalidad de sal marina.

Despues de bien enjuto el nitro de muestra se levanta el filtro con precaucion, para evitar el que se desgarre y se pierda el salitre. Se despliega con mucho cuidado sobre un pliego doble de papel gris estendido sobre un tablerito cubierto con materias absorventes como creta, cal, pedazos de piedra molida, cenizas, etc., todo esto cubierto con papeles de filtro.

El nitro se distribuye sobre el filtro, con un cuchillo lo mas igualmente posible, y se coloca todo en el cajon de la mesa del laboratorio. Allí se deja por espacio de veinte y cuatro horas tiempo suficiente para que pueda ser absorvida toda la humedad que contiene el salitre é impide el que se levante del filtro con facilidad.

Luego que está bien seco se separa del filtro con una cuchara la mayor parte , y lo restante con un cuchillo en forma de espátula á fin de separar perfectamente todas las partes de sal sin romper el papel. Todo este resíduo se introduce de nuevo en el vaso en que se ha lavado anteriormente y este se coloca en un baño de arena para terminar la desecacion del salitre á un fuego suave, que se sostiene hasta que la sal no adhiera ya á la barilla de vidrio con que se revuelve.

En fin, se determina con exactitud el peso del salitre seco, y la diferencia entre este resultado y las 400 gramas de salitre bruto sometido al esperimento, dan añadiendo 2 por 100 del nitro de prueba, la cantidad de materias estrañas que contiene el salitre ensayado y por consecuencia, la de toda la masa de donde proviene.

Esta adicion del dos por ciento tiene por objeto el reme-

diar una causa de error fácil de concebir. El agua saturada de nitro, no solamente la es imposible el saturar nueva cantidad de esta sal, sino que todavia tiene que depositar alguna porcion de ella, al cargarse de sal marina. La cantidad de nitro depositado por este efecto, debe, pues, sustraerse de la del nitro de prueba y se evalua en 2 por 100 segun los ensayos practicados con el mayor esmero.

CAPITULO XIV.

PÓLVORA.—SUS PROPIEDADES, SU PREPARACION Y SUS EMPLEOS.

1579. Todo el mundo conoce esta mezcla singular, que ha tantos años decide del destino de los pueblos. Unas veces favorable á los progresos de la civilizacion, ofrece al minero ó al ingeniero un medio pronto y seguro de salvar los obstáculos que presenta la aspereza del globo; otras como objeto festivo, viene á ser en manos del artífice el símbolo inequívoco de los regocijos públicos; otras, en fin, auxiliando al encarnizamiento, lanza el plomo mortífero y determina el destino de los imperios. Pero cualquiera que sean sus aplicaciones, la pólvora conserva siempre su carácter esencial. Como agente mecánico, rivaliza por su poder con el vapor, y aun le escede con mucho por la generalidad de sus aplicaciones, y por la facilidad con que se presta á todas las modificaciones que se pueden exigir en la práctica.

La invencion de la pólvora forma una de las grandes épocas en la historia de los hombres. Esta mezcla que tan poca importancia tiene á los ojos de la química, merece por el contrario de nuestra parte una atencion muy particular, bien sea en razon de sus aplicaciones industriales, bien á cau-

sa de los grandes intereses políticos á que se reducen.

Vamos, pues, á estudiar detenidamente su composicion, sus propiedades, su preparacion y sus diversas aplicaciones.

1580. La pólvora es una mezcla en proporciones variables de nitro, azufre y carbon. Numerosos y delicados esperimentos se han practicado en diversas épocas para fijar las dósis mas convenientes de estas materias, pero es cosa muy singular; siempre han tenido que volver á las ya recomendadas por los mas antiguos escritores que se han ocupado de la historia de esta sustancia; lo que manifiesta que la pólvora desde su orígen ha sido sometida á esperimentos bien dirigidos.

Sabido es que la pólvora no manifiesta sus efectos sino en el momento de inflamarse, y la naturaleza de la mezcla que la constituye basta para indicarnos que su poder solo consiste en su repentina trasformacion en productos gaseosos, que no pueden consistir sino en ácido carbónico, óxido de carbono, azoe ú óxido de azoe. Estos datos generales nos bastan para apreciar las condiciones en que deben hallarse las materias que constituyen la pólvora.

Preparacion y eleccion de las primeras materias.

1581. *Nitro y azufre.* Estas dos materias deben estar muy puras. Acabamos de esponer los procedimientos para la preparacion del nitro; sabemos tambien como se destila el azufre. El azufre destilado en masa, es el que se emplea en Francia para la fabricacion de la pólvora, porque reune á un precio bastante bajo, el grado de pureza que se encuentra en la flor de azufre lavada; en la flor de azufre bruto, seria necesario evitar los efectos de los ácidos sulfuroso y sulfúrico de que se halla constantemente impregnado.

1582. *Carbon.* El carbon que se necesita para la fabricacion de la pólvora exige una eleccion detenida, ya sea para la calidad de la leña que le suministra, ya para el método de fabricacion que se debe emplear. En Francia se prefieren los carbones de chopera, de álamo blanco, de aliso, de tilo, de sauce. Pero pueden emplearse con la misma ventaja, los carbones de avellano, de bonetero, de cornizo y otros muchos sin duda. En España se prefiere el carbon de paja de cáñamo.

Sin embargo, no todos los carbones son á propósito para la fabricacion de la pólvora. Proust ha dado un medio sencillo de ensayarlos. Se hace una mezcla de doce granos de carbon y setenta y dos de nitrato de potasa. Esta mezcla se muele muy bien é introduce en un pequeño tubo de cobre de dos pulgadas y media de longitud por tres líneas de diámetro. El tubo se ceba por la parte de ariba con un poco de pólvora de caza, de bajo de unas cuantas líneas del borde superior se coloca una rodaja de corcho para mantener el tubo flotante en un vaso lleno de agua.

Por medio de todas estas precauciones, se hacen iguales en lo posible las condiciones en que se efectúa la combustion de la mezcla. Es evidente que el carbon que emplee menos tiempo en su combustion será el mejor, y que ademas, todo carbon que se aleje de la duracion media de aquellos que la esperiencia hace mirar como buenos, debe desecharse.

1583. Véanse algunos resultados manifestados por Proust.

Mezcla de 72 granos de nitro con 12 granos de carbon.	Duracion de la combustion en segundos.	Peso del resíduo.
De cañamiza.....	10.....	12 granos.

—Matas de gamon.....	10.....	12
—Sarmientos.....	12.....	20
—Matas de garbanzos.....	13.....	21
—Pino.....	17.....	30
—Chopera.....	20.....	24
—Bonetero.....	21.....	27
—Avellano.....	23.....	30
—Matas de pimientos.....	25.....	36
—Caña de maiz.....	25.....	38
—Castaño.....	26.....	36
—Nogal.....	29.....	33
—Granos de maiz.....	35.....	43
—Ulla, cokc.....	50.....	45
—Azúcar.....	70.....	48

Los carbones que no pueden arder en el tubo son los siguientes:

Carbon de almidon,
de trigo,
de arroz,
de nuez de agallas,
de guayaco,
de brezo,
de indigo,
de gluten,
de galatina,
de albumina,
de sangre,
de cuero.

Es decir, todos los carbones de materias animales y los de algunas sustancias vegetales.

Es probable que los mejores carbones para la fabricacion de la pólvora son los que se encuentran colocados en la tabla partiendo desde el avellano arriba.

A la columna de la duracion de las combustiones se halla unida otra que esplica el peso del resíduo que resta en el tubo. Esta columna demuestra que el peso es tanto menor, en general cuanto mas activa es la combustion; esto podria en manos de un observador inteligente, suplir al primer método que exige un relox ó un péndulo de segundos.

1584. Sea cualquiera la leña de las indicadas que se elija, siempre conviene cortarla con la savia, y no cuando ya está muerta. Deben preferirse las ramas de cinco á seis años y descortezadas, porque se sabe que la proporcion de cenizas es mayor en las leñas viejas y en las cortezas, y esto disminuye tanto mas la dósis real de carbon.

La cantidad de cenizas podria tambien tenerse en cuenta, pero su presencia puede perjudicar por otros motivos que ignoramos, y con respecto á este punto, vale mas dirigirse á la esperiencia y á hasta tradiciones, que los dilatados esperimentos nos manifiesten otra cosa.

Las ramas que se han de carbonizar, deben elegirse alrededor del grueso medio de 2 centímetros (10,34 líneas) aproximadamente. Las que son demasiado gruesas se hacen rajas, y despues se forman haces de dos metros (7,14 pies) de longitud, 3 decímetros (12,93 pulgadas) de diámetro, y del peso de 15 kilógramas (32,70 libras) poco mas ó menos.

La carbonizacion de estas leñas no puede efectuarse por el procedimiento ordinario de las pilas: la tierra con que se cubren estas, se mezclaria con el carbon y causaria inconvenientes de todas clases con relacion al objeto que nos proponemos. Asi se emplea con preferencia la

carbonizacion en *fosos*, en *hornos*, y aun la *destilacion*.

1585. *Carbonizacion en fosos.* Para que esta carbonizacion tenga buen éxito, es necesario. que los fosos no sean de unas dimensiones demasiado grandes. Para fabricar 1000 kilógramas (2180 libras) de carbon á la vez, cuya cantidad parece ya demasiado grande, se establece un foso de 3 metros (10,71 pies) de ancho igual cantidad de largo y 12 decímetros (51,72 pulgadas) de profundidad. Las cuatro paredes y el fondo son de ladrillos y deben estar construidos con mucho esmero. El fondo es plano, los costados estan en declive y los ladrillos colocados de canto. El contorno esterior del foso debe estar bien apretado formando como una hera en los dos costados opuestos, los otros dos estarán ocupados por montones de arena arcillosa un poco grasa pero sin embargo facil de manejar con la pala.

Practicadas estas disposiciones, se coloca una percha fuerte al través del foso : se apoya sobre ella la primera fila de haces de la leña que se ha de quemar, cuidando que permanezca un espacio vacío en el fondo del foso. Esta primera fila se cubre con otras muchas hasta formar un monton regular que pase del foso cerca de un metro (3,57 pies). De esta manera se colocan doscientos haces poco mas ó menos, teniendo cuidado que el monton no tenga por su parte superior mas ancho que el foso , y conservando siempre una comunicacion con el espacio vacío que ha quedado en el foso. En este espacio se tiene preparado de antemano un hacecillo de paja y de leña menuda para dar principio al fuego cuando el monton de leña está preparado. Cuando esto se ha verificado se tapa la salida que para este fin se habia conservado con algunos haces de leña y al momento se manifiesta la llama por todas partes.

La operacion se abandona hasta que la percha que sostiene los haces se quema, y estos caen indistintamente. La masa se rebaja entonces y el carbon se ardería en parte si no se tuviera la precaucion de alimentar el fuego con nueva cantidad de leña. Entonces se añaden poco á poco unos haces que se han conservado para este efecto cuya cantidad es al poco mas ó menos igual á la que se puso desde luego. Pero como la disposicion regular del monton se encuentra entonces desfigurada es preciso reanimar la combustion por todos aquellos puntos en que se debilite por falta del aire necesario. Esto se consigue levantando de tiempo en tiempo la masa con unos ganchos de hierro por aquellos puntos que lo necesitan.

1586. Cuando la combustion se verifica sin llama se considera como terminada la carbonizacion, si por otra parte se ha vuelto á añadir bastante leña para que el foso esté completamente lleno. Entonces se une con prontitud la superficie y se la cubre con una tela de lana bien mojada; sobre esta se pone la tierra que estaba preparada en los costados del foso, y se la comprime con los pies á medida que se va poniendo, de modo que no quede ningun vacío entre los carbones y la cubierta. Esta operacion debe hacerse con prontitud pero con prudencia, para que la cubierta no se abra en ningun punto, porque esto daria salida á la llama, despues al aire y sería necesario tapar nuevamente con tierra la abertura. De esta suerte se continúa hasta que el humo desaparece teniendo cuidado de comprimir con preferencia los puntos por donde sale con mayor actividad.

El foso no se puede descargar sino despues de tres ó cuatro dias; antes de este tiempo está espuesto el carbon á inflamarse por el contacto del aire. Cuando ya se ha enfriado lo suficiente, se quita con cuidado la tierra y la cubierta, se es-

trae el carbon del foso con una pala y se apartan todos aquellos pedazos que no se han podido carbonizar completamente.

El producto en carbon varia; pero de 400 haces, que pesan por término medio 15 kilógramas y forma en su totalidad 5000 kilógramas (10900 libras) de leña, se deben obtener 950 á 1000 kilógramas de (2071 á 2180 libras) de carbon, es decir el 16 á 17 por 100.

Este procedimiento como se advierte se asemeja mucho al de Mr. Lachabeaussière (566), y se mejoraria mucho si se tomara de este último la cubierta que aplica de chapa de hierro para sofocar el fuego, y si ademas se hiciera el foso circular reduciendo su capacidad á una mitad ó un tercio.

1587. *Carbonizacion en hornos.* Este procedimiento que se mira como el menos ventajoso se asemeja completamente al que hemos descrito (638) para la fabricacion del coke. El horno que se emplea para este método es de doble entrada, el suelo de ladrillos y plano, y la bóveda tambien de ladrillos, es cilíndrica. Se abren las dos puertas, se introducen diez haces de leña y se les prende fuego. Cuando este es muy activo se cierra la puerta por donde se ha introducido el fuego y se deja la otra abierta para dar salida al humo. La leña se atiza de tiempo en tiempo y se reunen en el fondo todas las porciones carbonizadas. Cuando la carbonizacion se aproxima á su término se cierra la segunda puerta. Al cabo de un cuarto de hora se retira el carbon y se echa en unos sofocadores de hierro en los que se deja durante dos dias.

Para mejorar este procedimiento que ocasiona mucha pérdida, será necesario adoptar las disposiciones del horno de coke y conducir las operaciones lo mismo que en este.

1588. *Carbon destilado.* Esta clase de carbon se empleó desde luego en Inglaterra con muy buen resultado; en

Francia se ensayó su preparacion, pero faltos de noticias suficientes llevaron sin duda la destilacion mas allá del término conveniente y el carbon que obtuvieron no diferenciaba en calidad del que se preparaba por los métodos ordinarios.

La ventaja de la destilacion consiste en la facilidad que proporciona para llevar la carbonizacion al punto que se desea de una manera uniforme en toda la masa que se emplea, y por consecuencia en detenerla en el estado de tizos si asi conviene. En este estado es precisamente como se obtienen los carbones ingleses y los que en la actualidad se preparan en Francia por la destilacion. Los carbones preparados en fosos ó en hornos son negros, y los destilados presentan un color moreno enteramente semejante al de la ulmina. Estos son ligeros, friables, de fractura brillante y casi enteramente solubles en la potasa cáustica.

Estos carbones producen una pólvora de calidad superior para las armas pequeñas probablemente en razon de la facilidad con que se inflaman. Su preparacion se hace destilando leña en cilindros de fundicion. Estos se asemejan mucho á los que se emplean en la fabricacion del gas del alumbrado; pero su forma es realmente cilíndrica, en vez de la elíptica ó prismática que aquellos presentan. La longitud de estos cilindros es de cerca de cinco pies y su diámetro de dos.

El lado abierto por donde se carga y se descarga el cilindro, está tapado durante la operacion, por medio de un obturador de chapa de hierro formado de dos hojas. En la otra estremidad se encuentran cuatro aberturas, de las cuales tres estan destinadas á reconocer la marcha de la operacion por medio de unos cilindros de leña que se pueden sacar de tiempo en tiempo. El cuarto sirve para dar salida á los productos gaseosos ó á los vapores. Estos productos vienen á parar á un

canal comun que los conduce á una chimenea general.

En estos aparatos se mantiene la temperatura á un grado que siempre es inferior al rojo. El tiempo que se emplea en la carbonizacion hace variar los productos de una manera muy notable.

Asi cuando la carbonizacion se hace en seis horas, se obtiene un carbon casi negro y el producto varia de 28 33 por 100 de leña suponiéndola enteramente seca.

Cuando por el contrario se emplean doce horas en la operacion, el carbon es de un color pardo amarillento, y el producto asciende de 38 á 40 por 100 de leña seca. En este último caso, no merece el producto obtenido el nombre de carbon. Todo se encuentra reducido á tizos.

El consumo de combustible en estos aparatos es considerable. Es cierto que no se quema en ellos el gas que proviene de la destilacion de la leña, lo cual produciria un poco de economía. Para destilar 100 partes de leña se consumen 132 de turba.

Este consumo aumenta mucho cuando se coloca la leña en un cilindro de chapa de hierro y este se introduce cargado en el cilindro de fundicion. Entonces se evita el trasportar los carbones encendidos á los sofocadores, porque concluida la operacion se retira el cilindro de chapa, se tapa bien, y el mismo sirve de sofocador.

En esta disposicion se comunica el calor con mucha dificultad, por lo cual es necesario para destilar 100 partes de leña consumir lo menos 232 de la misma sustancia ó aproximadamente la misma cantidad de turba.

Por lo demas, la operacion es muy facil de conducir. Se cargan los cilindros y se calientan á un fuego muy suave. De tiempo en tiempo se examina el color de los vapores que

se desprenden por el tubo que los conduce á la chimenea. Cuando estos vapores son amarillos, y las muestras que se retiran de lo interior del cilindro tienen tambien un color pardo amarillento, son quebradizas, y presentan en su superficie un brillo semejante al que produce el frotamiento del bruñidor, es señal verdadera de que la operacion se aproxima á su término. Entonces se separa el fuego, y la carbonizacion concluye por sí misma, con el auxilio del calor comunicado á la leña por los cilindros y por las paredes del horno.

Terminada la carbonizacion se abre la retorta, se retira el carbon y se pasa á los sofocadores donde permanece hasta su enfriamiento.

1589. *Carbon de cañamiza ó paja de cáñamo.* Este carbon empleado esclusivamente en España, es considerado por Proust como el que mejor reune todas las cualidades que exige la fabricacion de la pólvora; pero verdaderamente no parece superior á los que se emplean en Francia. Su preparacion es la siguiente:

Se practica sobre un suelo calcáreo un foso de 13 á 14 pies de longitud, 8 de ancho y 2 de profundidad; se barre muy bien su fondo, y se estiende un lecho de cañamiza, de tres á cuatro pulgadas de espesor; se enciende este lecho por muchos puntos á la vez y asi que la llama empieza á tomar incremento, se la sofoca añadiendo una cubierta de cañamiza. La llama inmediatamente se abre, pasa de nuevo por varios puntos á la vez, inmediatamente se vuelven á sofocar de la misma manera, continuando asi hasta que el foso se encuentre bien lleno de brasas. Cuando el carbon se encuentra suficientemente calcinado, humedece un obrero ligeramente la superficie, y otro revuelve la masa con una

horca para que el agua pueda penetrar por todas partes. Luego que el fuego se ha estinguido, se estrae el carbon y se da principio á nueva operacion.

Cada foso produce de 4 á 5 quintales por dia; 100 partes de cañamiza producen de 14 á 17 de carbon.

Durante mucho tiempo se ha preparado este carbon en unos vasos de tierra cocida, enterrados hasta la boca y usando todas las precauciones que se toman para la fabricacion en fosos. En la villa del Toboso, se fabricaban vasos enormes para este empleo, de una capacidad de 100 á 200 quintales.

Este carbon es estremadamente ligero, muy friable, brillante y como formado de escamas muy tenues de apariencia micácea, que se separan al menor frotamiento. La facilidad con que se reduce á polvo muy fino, es sobre todo lo que le hace mas recomendable.

1590. El carbon preparado por los procedimientos ordinarios debe estar en trozos largos, secos y sonoros; de una fractura limpia, que deje conocer la testura de la madera de que procede: la superficie debe ser lisa pero no brillante.

Todas las menudencias deben dejarse aparte para las pólvoras inferiores; estas partes menudas absorven mas humedad que los trozos grandes, que por esta razon se reservan para las pólvoras de caza y guerra.

Algunas veces se apaga el carbon rociándole con agua, en vez de sofocarle. Este método presenta un doble inconveniente por el cual ha sido desechado. El carbon preparado de este modo conserva siempre 20 ó 25 por 100 de agua y esta circunstancia puede ser causa de error para un comprador de buena fé. Pero aun suponiendo que se tenga en cuenta esta humedad, cosa muy facil por cierto, parece evidente

que este carbon no produce buena pólvora sino cuando se emplea inmediatamente; pero cuando permanece algun tiempo almacenado, esperimenta alteraciones que influyen sobre las fuerzas de la pólvora de una manera desfavorable.

Por último, antes de proceder á la fabricacion de la pólvora, es necesario someter el carbon aun apartado minucioso para separar todas las porciones de tierra ó los guijarros que pueda contener y que por el choque de los mazos es muy facil que produzcan algunas chispas susceptibles de inflamar la pólvora.

Dósis de la pólvora.

1591. Las dósis de la pólvora han variado segun las épocas y las localidades. La mas antigua de todas las conocidas es la siguiente:

Salitre.....	0,750
Azufre.....	0,125
Carbon.....	0,125

Sin embargo, no siempre se ha conservado esta dósis, sino que ha sufrido modificaciones; pero por último ha sido forzoso volver á ella. Los autores antiguos la distinguian por esta fórmula *seis y uno*, *uno y seis*, *uno y uno*, porque tal es la relacion del salitre con las otras materias.

Se han empleado consecutivamente las dósis siguientes por varios autores:

	Salitre.	Azufre.	Carbon.
Pólvora de Bâle...	0,76.....	0,10....	0,14
id. de Grenel.....	0,76.....	0,12....	0,12
id de Guiton.....	0,76.....	0,09....	0,15

id. del mismo.....	0,7732..	0,914....	0,1344
id de Riffault.....	0,775...	0,075....	0,150
id. de Bouchet....	0,77....	0,095....	0,135

Se asegura que la primera de estas es la mejor para la pólvora de guerra; sin embargo, á pesar de la superioridad que se la concede cuando está recien preparada, cuando debe sufrir largos y frecuentes viages ó estar mucho tiempo retenida en los almacenes, es forzoso reemplazarla por la mas antigua.

Véanse las dósis que se emplean en Francia:

	Pólvora de guerra.	id. de caza.	id. de minas.	id. de trasportes.
Salitre.....	75,0.....	78.....	65.....	62
Azufre.....	12,5.....	10.....	20.....	20
Carbon.....	12,5.....	12.....	15.....	18

1592. Estas últimas dósis, consagradas por una esperiencia de muchos siglos, repulsadas algunas veces y siempre restablecidas por los esperimentos que se han practicado con el mayor esmero, merecen una atencion particular, y una discusion que no se hallará fuera del caso, si se considera como un ejemplo de investigacion por el cual la química puede llegar á ilustrar las cuestiones mas complicadas de la práctica.

Tomemos desde luego el camino de la teoría.

Cuando se examinan con detencion los fenómenos que acompañan á la detonacion de la pólvora, es forzoso convencerse que solo se puede producir con unos compuestos de proporciones definidas. Por consecuencia, á pesar que la

pólvora no sea sino una simple mezcla, no por eso es menos necesario admitir unas relaciones simples entre las materias que la componen. Esta es una de las mas curiosas aplicaciones de la teoría de las proporciones químicas. Pero este sin embargo, solo es un caso particular de una regla general. Es muy evidente que si el equilibrio de las moléculas se perturba en una mezcla cualquiera, el nuevo arreglo solo podria efectuarse en proporciones definidas, y si se quiere obtener una reaccion completa, será necesario tener la precaucion de introducir las dósis en la mezcla atómicamente: tal es el caso de la detonacion de la pólvora. Como no es esta la idea que generalmente se forma, entraremos en algunos detalles.

1593. Veamos desde luego, las dos pólvoras estremas. La de guerra parece estar formada en proporciones tales de carbon, azufre y nitro, que si el oxígeno se trasforma enteramente en ácido carbónico, y el potasio en sulfuro, las materias se emplearán en su totalidad. En semejante caso deberá estar formada de:

un átomo de nitrato de potasa,
un átomo de azufre,
seis átomos de carbon;

y podrá producir por una reaccion completa:

un átomo de sulfuro de potasio,
dos átomos de azoe,
seis átomos de ácido carbónico.

La composicion siguiente manifiesta hasta que punto está fundada esta suposicion.

	Dósis empleada.	id. calculada.
Nitro.....	75.....	75
Azufre.....	12,5.....	11,9
Carbon.....	12,5.....	13,1

La diferencia parece insignificante; y lo es todavia mas separando la parte del hidrógeno que siempre contiene el carbon.

1594. La pólvora de minas, á su vez, parece estar compuesta de tal manera que la mitad del carbon puede trasformarse en óxido de carbono, la otra mitad en ácido carbónico, y el potasio en bi-sulfuro.

Debe pues contener:

Un átomo nitrato de potasa.
Dos átomos azufre.
Nueve átomos carbono.

En cuyo caso producirá por su completa descomposicion;

Un átomo bi-sulfuro de potasio.
Dos átomos azoe.
Tres átomos ácido carbónico.
Seis átomos óxido de carbono.

Comparemos los resultados calculados y la dosis empleada.

Nitro.....	65	63,3
Azufre....	20	20,0
Carbon	15	16,7

Las diferencias son tambien de poca importancia.

1595. La pólvora de caza no es tan sencilla en su com-

posicion. Contiene un pequeño esceso de oxígeno, y la cantidad de carbon no es suficiente para trasformarle todo en ácido carbónico; asi como el azufre no basta para hacer pasar el potasio al estado de sulfuro. Aqui se advierte, que debe quedar un residuo de carbonato de potasa. La pólvora de caza puede representarse por:

4 átomos nitrato de potasa.
3 átomos azufre.
23 átomos carbono.

Lo que producirá admitiendo una reaccion completa:

3 átomos sulfuro de potasio.
1 átomo carbonato de potasa.
8 átomos azoe.
21 átomos ácido carbónico.

Calculando la composicion de la pólvora de caza segnn esta suposicion, se obtienen los resultados siguientes:

	Dosis empleada.	id. calculada.
Nitro	78	77,7
Azufre	10	9,3
Carbon	12	13,2

Con respecto á estos resultados haremos la misma reflexion que para los precedentes. El carbon calculado escede siempre al empleado; esto esplica la presencia del hidrógeno en todos los carbones. Teniendo presente que el átomo de hidrógeno es seis veces menor que el de carbono, se concebirá que debe ser como está espresado.

1596. Facil es advertir despues de lo que precede, que

la pólvora de minas, la mas barata de todas, es la que produce mas gas. Pero por otro lado tiene la desventaja de desenvolver una temperatura menos elevada. Es de presumir que el esceso de azufre que contiene la haria poco á propósito para el servicio de las armas metálicas ; mas para el objeto á que se aplica, reune todas las condiciones que se pueden desear.

La pólvora de guerra no ofrece este esceso de azufre susceptible de reaccionar sobre las armas. Sin embargo, si la mezcla no estuviera formada con mucha intimidad, podrian formarse tambien sulfuros en varios puntos á espensas del metal que se halla en contacto con la pólvora.

Para evitar este inconveniente sin duda se ha juzgado á propósito el dejar en la pólvora de caza un pequeño esceso de nitro.

Por lo demas, estas condiciones no son probablemente las únicas ; es necesario tener cuenta de las cantidades que se emplean en cada una de estas pólvoras, y en las circunstancias en que habitualmente se hace uso de ellas.

1597. Sometamos ahora la dósis á un estudio esperimental.

Es evidente que el método indicado anteriormente para el ensayo de los carbones, debe ser igualmente aplicable al estudio de la dósis; Proust por lo menos, se ha servido de él con un éxito satisfactorio.

Véanse los resultados que ha obtenido relativamente al carbon.

Mezclas.	Duracion de la combustion en segundos.	Peso del residuo.
A 1/8 de carbon de cañamiza.	30.....	40

A 1/7	id.....	25.....	32
A 1/6	id.....	10.....	12
A 1/5	id.....	9.....	10
A 1/4	id.....	7.....	10
A 1/3	id.....	7.....	10
A 1/2	id.....	40.....	»

Todos los carbones dan el mismo resultado ó al menos resultados proporcionales. Véase otro ejemplo:

Mezclas.		Duracion de la combustion en segundos.
A 1/8	de carbon de pino.	32
A 1/7	id.....	20
A 1/6	id.....	17
A 1/5	id.....	10
A 1/4	id.....	10
A 1/3	id.....	9

Todas estas detonaciones dejan un residuo compuesto esencialmente de carbonato, pero no puede advertirse sin sorpresa que las cuatro últimas contienen á un mismo tiempo hiponitrito y carbon. La segunda no contiene carbon, pero sí mucho hiponitrito. La primera no solamente contiene una gran cantidad de esta sal sino un nitrato sin descomponer.

De aquí se sigue, que la dósis de carbon es insuficiente cuando no llega á una sesta parte y si pasa ya es demasiado considerable. Resulta tambien de las tablas precedentes, que la dósis de un sesto no es muy favorable relativamente á la rapidez de la combustion; pero observaremos mas adelante

que la adicion del azufre hace desaparecer este inconveniente.

Así, la esperiencia confirma el resultado del cálculo, y demuestra que la descomposicion total del nitro, se efectúa con un sesto de carbon.

1598. Consideremos ahora estas diversas dósis nitro-carbonosas, bajo el doble aspecto de la cantidad y de la naturaleza del gas. Proust ha practicado tambien sobre este asunto unos esperimentos concluyentes.

Gas producido en pulgadas cúbicas.	MEZCLAS ENSAYADAS.					
	60 gra. nitro 8,5 gra. carbon.	60 gra. nitro 10 gra. carbon.	60 gra. nitro. 12 gra. carbon.	60 gra. nitro. 15 gra. carbon.	60 gra. nitro. 20 gra. carbon	60 gra. nitro. 30 gra. carbon
Deutóxido de azoe..	11	14	14	14	12	12
Azoe.....	17,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
Acido carbónico.....	34	38	34	30	30	30
Oxido de carbono é hidrógeno semicarbonado.....	00	00	4	8	20	20
TOTAL.	62,5	76,5	76,5	76,5	86,5	86,5

La primera dósis es evidentemente demasiado pobre en carbon, puesto que produce á la vez, menos azoe y menos ácido carbónico que la segunda. Esta es la mejor de todas, porque en las siguientes disminuye la cantidad de ácido carbónico, aunque la de gas aumenta. Esta última circunstancia, no es tan favorable como parece, porque los gases que se forman provienen de la accion que el esceso de carbon

ejerce sobre el agua higrométrica de la mezcla, ó sobre el mismo ácido carbónico, cuya circunstancia indica una combustion incompleta, y por consiguiente una temperatura menos elevada.

La esperiencia demuestra tambien que con un sesto de carbon, suministra el nitro el máximun de gas que puede producir por sí mismo, desenvolviendo la mayor temperatura que puede resultar de la combustion del carbon por el oxígeno del nitro.

1599. Veamos ahora cual es la influencia del azufre, en qué dósis conviene emplearlo, y como esta debe variar con la del carbon.

Proust, que se ha ocupado de esta cuestion, nos ha trasmitido los datos que se hallan espresados en la tabla siguiente,

Mezclas hechas con el carbon de cañamiza.

Observaciones.	Nitro.	Carbon y cañamiza.	Azufre	Duracion de la combustion en segundos.	Gas producido en pulgadas cúbicas.
En estas tres series están evaluados los gases en un número demasiado bajo. El aire que contenia la campana en que se recibieron, perdió de su oxígeno destruyendo cierta cantidad de deutóxido de azoe. Será necesario añadir cerca de 15 pulgadas cúbicas á cada resultado. En cada serie contienen las tres últimas dósis un esceso de azufre que se volatiliza durante su detonacion. El resíduo de las tres primeras dósis de azufre contiene sulfito é hipo-nitrito de potasa : con las demas, se encuentra solo el sulfuro ó el poli-sulfuro de potasio.	60 gra.	15 gra.	0	9	62
	id.	id.	4	7	76
	id.	id.	6	6,5	76
	id.	id.	8	6	76
	id.	id.	10	6	80
	id.	id.	12	7	84
	id.	id.	14	7	84
	id.	id.	16	8	82
	60 gra.	12 gra.	0	10	62
	id.	id.	4	7	66
	id.	id.	6	6,5	72
	id.	id.	8	6	76
	id.	id.	10	6	80
	id.	id.	12	6,5	82
	id.	id.	14	7	82
	id.	id.	16	7	82
	id.	id.	18	8	80
	60 gra.	10 gra.	0	25	62
	id.	id.	2	11	00
	id.	id.	4	8	68
	id.	id.	6	6,5	70
	id.	id.	8	6	76
	id.	id.	10	6	76
	id.	id.	12	6,5	80
	id.	id.	14	7	82
	id.	id.	16	8	82
	id.	id.	18	8	82

Por esta tabla se advierte que cuando se emplea un quinto de azufre, es demasiada cantidad, y empleando solo un sétimo no es suficiente. Es necesario, pues, un sesto para que se verifique la descomposicion total del nitro sin desprendimiento de azufre ni formacion de un poli-sulfuro.

1600. Parece evidente, relativamente á la combustion, que los carbones muy diferentes entre sí, bajo este aspecto son conducidos al mismo punto, por la adicion del azufre: Proust se ha asegurado de esto por esperiencias directas.

Lo mismo se verifica, como se advierte, con respecto á diversas dósis del mismo carbon. La adicion de un sesto ó de un sétimo de azufre coloca á todas estas mezclas al mismo nivel. Esto se advertirá mejor en la tabla siguiente, que hace ascender al mismo tiempo el producto real en gas.

Dosis.	Duracion de la combustion en segundos.	Productos en gas.
Nitro 60 granos, carbon 15 granos....	9.....	76
id. id. id. id. azufre 10 granos.	6.....	91
Nitro 60 granos, carbon 12 granos.....	10.....	76
id. id. id. id. azufre 10 granos.	6.....	91
Nitro 60 granos, carbon 10 granos.....	25.....	76
id. id. id. id. azufre 10 granos.	6.....	91
Nitro 60 granos, carbon 8 4/7 granos.	30.....	62
id. id. id. id. azufre 10 granos.	7.....	88

La dósis de un sesto de azufre, puede considerarse como la mas favorable bajo el aspecto de la duracion de las combustiones.

1601. Falta por último que considerar la cantidad de

gas obtenida. Para verificar esto con certidumbre, debemos referirla á una misma cantidad de pólvora. Esto es lo que se ha practicado en la tabla siguiente:

Nitro	70...	73,2..	75..	76,2
Azufre	12...	12,2..	12,5	12,8
Carbon	18...	14,6..	12,5	11,0
Pólvora	100	100,0	100,0	100,0
Gas que está produce en pulgadas cúbicas	107	100	113	112

Así, el máximun se realizará por la dósis de la pólvora de guerra, es decir, por la antigua fórmula de *seis uno y uno.*

1602. La esperiencia y el cálculo demuestran á la vez que seis partes de nitro, una de azufre y una de carbon constituyen una mezcla susceptible de producir la reaccion mas completa, la temperatura mas elevada y los productos gaseosos mas abundantes en el espacio de tiempo mas corto. Todas estas condiciones reunidas justifican la preferencia que en todos tiempos se ha concedido á estas dósis, y permiten creer que tal vez se concederán siempre en lo sucesivo.

Repetimos, sin embargo, que la naturaleza del arma, el precio de la mezcla y el peso habitual de la carga, pueden ejercer sobre esta dósis una influencia tal, que haya una verdadera ventaja en su modificacion, como se ha verificado en la pólvora de minas. Vamos á observar ademas que la finura del grano, su forma, su dureza, el estado de su superficie y el tiempo que se emplea en la molienda de la masa, pueden tambien hacer esperimentar á la pólvora unas varia-

ciones muy notables. Asi al ocuparnos del estudio de la dósis, solo hemos considerado una parte de esta cuestion tan complicada. Para poder apreciar la importancia de los otros elementos que la constituyen, es indispensable el estudiar desde luego los diversos procedimientos de la fabricacion; despues examinaremos los carácteres de la pólvora, y sus aplicaciones.

Fabricacion de la pólvora.

1603. Como la fabricacion de la pólvora se reduce á operaciones muy sencillas, se concibe fácilmente que podrá efectuarse por diversos procedimientos. En efecto, para hacer la pólvora es necesario pulverizar el azufre, el carbon y el nitro, mezclar estas tres materias en forma de pasta consistente, reducir esta pasta á granos de igual grueso, secar estos y por último lustrarlos. Este es el caso mas complicado.

Estos resultados pueden obtenerse, ya sea por el antiguo procedimiento de los mazos y por el revolucionario, ya por el de las muelas, ó bien por el procedimiento de Berne ó de Champy. Estos cuatro procedimientos mas ó menos modificados son de tal naturaleza que abrazan todos aquellos que se han seguido hasta la presente.

1604. *Procedimiento de los mazos.* En Francia se ha hecho uso de este procedimiento desde que la pólvora se constituyó en este pais como objeto de fabricacion. El azufre se ha pulverizado ya en la fábrica de su elaboracion y pasado por tamiz, el nitro sale de la refinacion en el estado de division conveniente, y el carbon se pulveriza con tanta facilidad que se emplea en pedazos.

Cada una de estas materias despues de bien pesadas, se introducen en unas pequeñas cubetas: en ellas se ponen 7 ki-

lógramas y medio (16,35 libras) de salitre y encima 1 kilógrama y un cuarto (2,72 libras) de azufre. El carbon se introduce en unas cubetas particulares, en la misma cantidad que el azufre, es decir, 1 kilógrama y 1/4. Suponemos que se quiere fabricar la pólvora de guerra. Provistas ya las cubetas de este modo se pasan á los molinos de mazos.

La parte esencial de estos molinos, consiste en una série de morteros formados en unos pedazos de madera de encina. Cada mortero está provisto de un mazo, que se pone en movimiento por medio de una rueda hidráulica; en estos morteros se efectua la trituracion y la compresion de estas tres materias reunidas; y la operacion por la cual con el auxilio de estos molinos, se consigue dividirlas, mezclarlas é incorporarlas reunidas, se llama *batido*. Para que esta operacion sea cual debe, es de suma importancia que los morteros tengan una forma tal, que las materias esperimenten un movimiento regular, por el cual todas sus partes se hallen sucesivamente sometidas á la accion de los mazos. La forma de las cajas en que estan armados estos mazos era en otro tiempo cilíndrica, en la actualidad es piriforme y de consiguiente mas á propósito para hacer ascender las materias por medio de la percusion á lo largo de las paredes del mortero, á cuyo fondo vuelve á caer en seguida. Resulta de esto, que al caer los mazos en los morteros encuentran á cada golpe una nueva capa de materia que los impide obrar á descubierto sobre la madera, cuyo efecto se distingue con la espresion de *batir el fondo*, y que repitiéndose produciria un desarrollo de calor peligroso (1).

(1) Los mazos estan formados de una pieza de madera del peso de 20 kilógramas (43,60 libras) (Lám. 19. fig. 1 y 2.) c, mortaja para recibir el tope

1605. En cada mortero se pone el carbon que contiene una cubeta, se incorpora 1 kilógrama (2,18 libras) de agua y se revuelve bien en dos tiempos diferentes, con un palo encorvado á propósito, á fin de que se humedezca en todas sus partes. En esta disposicion se la da á la rueda hidráulica la cantidad de agua necesaria para batir cuarenta golpes en un minuto y este batido dura veinte minutos ó media hora cuando mas; como este tiempo es suficiente para reducir el carbon á pasta bastante fina, se detiene el movimiento de los mazos, entonces se barre con cuidado la parte superior con una brocha de crin, llamada *escobilla*, y en seguida se añade el salitre y el azufre encima del carbon. Estas tres materias se mezclan bien á la mano y se añade á cada mortero medio kilógrama (1,09 libras) de agua, lo que compone para cada 10 kilógramas (21,80 libras) de materia 1,5 kilógramas (3,27 libras) de agua. En seguida se bate la mezcla despues de haber limpiado muy bien el contorno de cada mortero con la escobilla. A la media hora de batido se procede á otra operacion que se llama *recambio*, y que consiste en vaciar de un mortero en otro toda

d, tope *e*, llave que mantiene el tope h, pasador que le fija tambien; *i*, agujero que recibe un pasador para mantener el mazo fuera de accion en caso necesario, *a*, estremo del mazo preparado para recibir el cubillo de bronce, *b*, este estremo está provisto de una cuña destinada á comprimir el cubillo contra la madera.

El bronce de estos cubillos está formado de 100 de cobre y 22 de estaño, cada uno pesa 20 kilógramas (43,60 libras) de suerte que el mazo completo pesa 40 kilógramas (87,20 libras.)

Fig. 3 y 4. Morteros ahondados en una pieza de madera de encina; se tiene cuidado de colocar en su fondo un tapon de madera duro introducido á golpe de mazo.

Fig. 5, corte exacto del perfil del mortero, del cubillo y del mazo

la materia que contienen á fin de mezclarlas mejor: de hora en hora se practican doce recambios: y despues del último se deja batir la mezcla durante dos horas sin interrupcion, para que pueda tomar cuerpo.

En el intervalo de los recambios hay precision de humedecer de nuevo la materia; fácilmente se juzga del momento en que deben reproducirse estos remojos, pero la frecuencia y la cantidad de agua que necesitan, no tienen término fijo y varian segun la temperatura.

Al cabo de catorce horas de un batido conducido de este modo, se considera la mezcla tan íntima como puede apetecerse ya sea para la pólvora de guerra, ya para la fina. Con respecto á la pólvora de minas, puede reducirse el batido á la mitad del tiempo.

1606. Cuando se retira la materia de los morteros, se echa en unas tinas, y en ellas se trasporta al taller, llamado *granero*. Alli se abandona á sí misma para que se deseque un poco y tome la consistencia conveniente al graneado. Cuando despues de uno ó dos dias se encuentra á propósito para recibir el graneo, se practica esta operacion y se echa en la maya. Para proceder al graneado, se necesita una pala de madera, una paleta de mano, una escobilla, cribas y tamices.

Las cribas se llaman *guillames*, *graneras*, é *igualaderas* y su aplicacion es la siguiente: La guillame sirve para romper las masas formadas en los morteros; esto se consigue por medio de una torta de madera que se coloca encima de estas materias, é imprimiendo bien sea á la torta bien á la criba un movimiento á propósito. La granera es otra criba en la cual se le da al grano el grueso que debe tener, y la igualadera no es otra cosa que una granera en la que se hace pasar el grano para igualarle.

Los tamices sirven para separar los granos del polvo: estan guarnecidos en su fondo de una tela de crin mas ó menos clara, que retiene el grano y deja pasar el polvo.

Las guillames y las graneras tienen 60 centímetros (310,20 líneas) de diámetro interior: son circulares, y forradas como todas las cribas de dos aros de madera y una piel agujereada; comunmente se emplean las pieles de cerdo ó de buey. Los agugeros que se forman por una máquina, tienen las dimensiones siguientes:

	Milímetros.	Líneas.
Guillame.....	10.....	5,170
Medio guillame.....	5.....	2,585
Guillame de fino.....	4.....	2,068
Granera para minas....	4.....	2,068
Granera para guerra...	2,5.....	1,292
Granera fina.....	1.....	0,517
Granera superfina.....	0,5.....	0,258

La torta es un disco lenticular de madera de guayaco, de serval ó de encina verde. Debe tener 21 centímetros (108,57 líneas) de diámetro, 55 milimetros (28,435 líneas) de espesor en el centro y 45 milímetros (23,265 líneas) solamente en la circunferencia.

1607. Como todas las pólvoras se granean del mismo modo, solo describiremos aquí el graneado de la pólvora de guerra. El taller donde se practica esta operacion está provisto de mayas en toda su circunferencia. El sitio de cada obrero, está dividido por dos tabiques de dos en dos metros (7,14 pies). La maya de granear no es otra cosa que una caja de madera abierta por la parte de arriba y provista de una

barra de madera, colocada en posicion horizontal, y sobre la cual el obrero hace resbalar la granera. Esta barra es cuadrada y el tamiz descansa sobre una de sus aristas.

Cuando se trata de granear la pólvora de guerra, toma el obrero una porcion de la masa y la pone en la criva guillame: esta la pasea por la barra de madera tamizando como se hace ordinariamente para cerner la harina, y hace caer á la caja todo el grano menudo. Para quebrar las masas, introduce la torta en la criva é imprime á esta el movimiento conveniente para que la torta recorra con rapidez toda la circunferencia de la criva girando sobre sí mismo. Las masas quebradas por la torta caen en grano menudo á la caja.

Esta primera operacion, solo tiene por objeto el romper ó dividir la materia. En seguida toma el obrero la granera y hace pasar por ella todo lo que ha caido á la maya. La torta se emplea tombien en esta operacion, para quebrar los granos que hayan quedado demasiado gruesos. Por este medio queda concluido el graneado.

Como por precision ha pasado el polvo con el grano útil, es necesario separarle. Para conseguirlo se hace uso de un tamiz mas fino que el grano, esta es la igualadera. Se tamiza de nuevo en esta criva toda la materia; el polvo se separa y el grano queda sobre la criva.

Por último para obtener un grano regular, se toma el residuo y se pasa por una granera muy exacta. Esta deja pasar todos los granos de un tamaño igual y retiene los que son de mayor grueso.

El grano perfecto pasa al enjugador: el polvo y el grano demasiado grueso vuelve al molino para volverlos á batir. Comunmente el polvo y el grano grueso igualan en cantidad al grano bueno.

En Alemania emplean para el graneado, unas mayas de tres tamices, (Lám. 19, figs. 6, 7, 8.) Los tres tamices estan colocados sobre un cuadro movible *bb*, sostenido medio de dos cuerdas *i*, *i*, y de un barra *h*. El obrero pone el aparato en movimiento por medio de una manija *k*. Los tamices reciben dos tortas cada uno. Los tres costados de la maya *a*, *a*, *m*, son de igual altura, pero el costado *n*, donde se halla el obrero es mas bajo.

1608. La pólvora de guerra y la de minas, solo tienen que sufrir la limpieza del polvo y la desecacion, despues de haber sido graneadas; pero la pólvora de caza exige una operacion mas que es el bruñido.

Para bruñir la pólvora se la espone desde luego al sol durante una hora, sobre unas tablas en las que se estiende en capas muy delgadas: alli se deseca un poco. En seguida se introduce en un tonel de 16 decímetros (68,96 pulgadas), sobre 12 (51,72 pulgadas) de diámetro. Por medio de un eje que atraviesa este tonel puede recibir un movimiento de rotacion. El frotamiento de la pólvora, se aumenta por medio de cuatro barras cuadradas de 6 centímetros (31,02 líneas) de espesor, fijas en los dos fondos del tonel y paralelas al eje en frente por frente de sus aristas, de las cuales distan 12 centímetros (62,04 líneas). Por medio de dos aberturas que pueden cerrarse y abrirse segun conviene, se introduce en el tonel la pólvora que se ha de alisar y se retira cuando se halla en el estado conveniente.

Cada tonel recibe 100 kilógramas (218 libras) de pólvora. Se le da un movimiento suave que haga resbalar los granos unos sobre otros. La masa se calienta mucho y se desarrolla un calor de 50 ó 60° c. Este movimiento se continúa durante ocho ó diez horas, y comunica á la pólvora un lustre

mate que se considera como el mejor. Prolongando la operacion adquiere la pólvora mas lustre y aun toma una especie de brillo metálico; pero en este caso será menos inflamable. Durante esta operacion, se produce cierta cantidad de polvo que se pega á las paredes del tonel, y en seguida se separa en conchas.

Concluida la operacion del lustrado se abren los agujeros del tonel y se continúa dándole vueltas: la pólvora cae en una caja que se halla debajo.

El alisado comunica á la pólvora un aspecto muy agradable, pero su principal objeto consiste en disminuir su porosidad y facilitar su conservacion; por último, aumenta tambien su densidad.

Mr. Cagniard-Latour, propuso un método para alisar la pólvora, que consistia en introducirla en un cilindro de cobre y este en un baño de agua hirviendo; al cabo de media hora quedaba terminada la operacion. Este procedimiento no ha sido adoptado en ninguna fábrica.

1609. Bien se lustre la pólvora ó bien se deje áspera, siempre es un requisito indispensable su completa desecacion. Esta operacion puede practicarse por el calor del sol ó por el que se produce en una estufa graduándolo en términos convenientes. En el primer caso, se coloca el enjugador al medio dia y se abriga por la parte del norte con una pared muy alta.

Cuando se quiere secar al aire libre, es preciso elejir un tiempo sereno. Asi que el sol se presenta en el horizonte, y que el rocío y la humedad se han disipado, se estiende la pólvora sobre unos tableros cubiertos con unas telas llamadas *sábanas de secar*, que se sujetan muy bien. Es necesario que la capa de pólvora que se espone á la desecacion, no esceda de dos ó tres líneas de grueso.

Al cabo de una hora de espuesta al sol, se renueva la superficie pasando por encima con mucha suavidad un cepillo á propósito. Esta operacion se repite de hora en hora hasta seis veces, á cuyo tiempo se renueva enteramante reuniendo toda la pólvera en el centro del tablero y volviéndola á estender con el cepillo.

La desecacion por el fuego ofrece la ventaja de poder fabricar la pólvora en todas las estaciones y en todos los climas efectuando siempre una desecacion completa. El aparato de que se hace uso se llama *enjugador*. Se compone de un fuelle que comprime el aire en una estufa, de un horno que calienta á este aire y de un enjugador en forma de caja, que recibe el aire caliente que viene de la estufa y pasa por encima de las capas de pólvora que se espone á la desecacion. En estos enjugadores está dispuesta la pólvora en capas delgadas sobre unas telas que calienta el aire á fuerza de atravesar por ellas. El conducto que lleva el aire caliente desde la estufa al enjugador está provisto de una válbula que se cierra cuando se detiene la ventilacion, cuando se carga y descarga la pólvora y cuando se remueve á fin de evitar los accidentes que pudiera originar la pólvora introduciéndose en la estufa.

Durante la desecacion se forma cierta cantidad de polvo, que es preciso separar antes de embarrilar la pólvora: esta última operacion se practica de un modo diferente en la pólvora de guerra que en la de caza. La de guerra despues de pesada, se introduce en los barriles sin que estos tengan ninguna preparacion. Los que se emplean para la pólvora de caza estan guarnecidos en su interior de un saco de tela cuyo borde vuelve sobre el del barril: se vierte la pólvora y cuando el barril está lleno, se ata la boca del saco y el tonelero coloca la tapa.

Los polvos obtenidos por el tamizado, por las barreduras de los talleres en que se practican estos trabajos, y por las demas operaciones, estan mezclados al grado conveniente y solo les falta para pasar al estado de pólvora, la consistencia suficiente para poder producir un grano compacto; esto se consigue humedeciéndolos y batiéndolos de nuevo en el molino.

1610. *Procedimiento revolucionario.* Este procedimiento creado por las necesidades estraordinarias de la revolucion francesa, no se ha continuado despues mucho tiempo. Sin embargo, haremos de él una corta descripcion.

Se reduce desde luego á polvo fino el nitro, el azufre y el carbon, haciendo dar vueltas á estas materias en unos toneles, juntamente con unas bolas de bronce. El nitro se pulveriza solo, el azufre y el carbon reunidos. Preparado el polvo y mezclado en proporciones convenientes, se coloca en un nuevo tonel con unas bolas de estaño que forman una mezcla muy íntima, por medio de un movimimiento de rotacion suficientemente prolongado.

Verificada la mezcla, se toma una plancha cuadrada de cobre y sobre ella se pone una tela mojada. Encima de la tela se coloca un marco de madera destinado á mantener la capa de pólvora, y se llena su cavidad con la mezcla precedente. Se levanta este marco y se cubre la materia con otra tela mojada. Sobre esta capa se coloca otra plancha de cobre igual á la primera, se cubre con otra tela mojada y se repite lo mismo que en el anterior. Cuando se ha preparado una carga suficiente, se pone esta especie de pila en una prensa hidráulica. Las capas de materia que tienen un espesor de 9 milímetros (4,653 líneas) quedan reducidas por la presion á 2 milímetro (1,034 líneas). El agua de las telas se

reparte en la mezcla por la atraccion capilar y moja toda la masa de un modo uniforme.

Esta pasta espuesta al aire se seca un poco, despues se granea por los medios que ya hemos indicado.

1611. *Procedimiento de las muelas.* Este procedimiento está puesto en práctica para la fabricacion de la pólvora de caza. La pólvora que produce es de una calidad muy superior, debida á la vez á la naturaleza del procedimiento, y á la de las materias empleadas. En Bouchet le aplican á la fabricacion de la pólvora que se prepara con el carbon destilado. La dosis de esta pólvora es la siguiente:

Nitro.....	80 ó bien	77
Azufre.....	10	9,5
Carbon.....	14	13,5
	104	100,0

A continuacion fijamos la tabla de las multiplicadas manipulaciones que se hacen sufrir á esta clase de pólvora, con la duracion de cada una de ellas, suponiendo que se traten de preparar 100 kilógramas (218 libras) de pólvora. En seguida daremos algunos detalles sobre aquellas que ofrezcan alguna particularidad.

	Duracion de las operaciones.
1.° Pulverizacion del azufre y el carbon reunidos en los toneles con bolas de bronce...	12 horas.
2.° Pulverizacion de la mezcla precedente con el nitro, y dos por 100 de agua, en los toneles, con bolas de estaño.....	12 horas.

3.° Paso de la mezcla á la muela con la adicion de 4 por 100 de agua..... 2 horas.
4.° Graneado..... 4 horas.
5.° Trituracion en los toneles con bolas de estaño..... 6 horas.
6.° Paso sobre la muela con adicion de 4 por 100 de agua..... 2 horas.
7.° Graneado..... 4 horas.
8.° Paso al laminador..... 2 horas.
9.° Graneado..... 4 horas.
10.° Alisado..... 48 á 60 horas.
11.° Desecacion al aire..... 12 horas.
ó en la estufa..... 4 horas.

1612. La pulverizacion primera de las materias en los toneles provistos de las bolas metálicas, es una de las operaciones introducidas durante la revolucion francesa en la fabricacion de la pólvora. Para ejecutarla se toman unas bolas de cobre ó de estaño de 9 milímetros (4,653 líneas) de diámetro. Se disponen los toneles atravesados con un eje, por el cual se les imprime un movimiento de rotacion. En el interior de los toneles se colocan á distancias iguales seis listones de madera que van de un fondo á otro, y que apoyan en las paredes del tonel. Estos listones hacen saltar las bolas que tocan en ellos y determinan de este modo un frotamiento favorable al efecto que se quiere producir: tienen de salida 16 á 20 líneas. Los toneles pueden tener 1 metro (3,57 pies) de longitud y 6 de decímetros (25,86 pulgadas) de diámetro, y se cargan con 75 kilógramas (163,50 libras) de la materia que se ha de moler, y 90 kilógramas (196,2 libras) de bolas metálicas.

Es necesario advertir que el tonel tiene una abertura, por la cual se carga y descarga segun conviene.

En la pulverizacion del azufre y del carbon, no hay ningun peligro, y por esto pueden emplearse bolas de bronce. Pero cuando se trata de mezclar las tres materias, se prefieren con razon las bolas de estaño y se añade el agua. De esta manera se previenen los acidentes que podria causar el choque de las bolas de cobre entre sí, ó sobre cualquier grano de arena que pudiera muy bien contener la mezcla.

1631. Las muelas destinadas á comprimir la mezcla mientras se humedecen son muy pesadas. Comunmente se las da un peso de 3000 á 6000 kilógramas (6540 á 13080 libras) se hacen de carbonato de cal, y se elije por lo comun de la variedad conocida con el nombre de carbonato de cal fétido. Tambien se hacen de fundicion; y en este caso su limbo está armado en laton. Estas muelas estan verticales y dan vueltas en una ranura en que se coloca la mezcla que sale de los toneles. En el eje de la muela se fija un embudo, cuya parte inferior está dotada de agujeros y sirve para repartir, detras de la rueda que le arrastra en su movimiento de traslacion, el agua necesaria para humedecer la pólvora. Esta agua se divide y esparce por este medio en toda la masa. A medida que la materia se presenta á los bordes de la ranura, se la obliga á caer al centro por medio de una paleta.

1614. El graneado se hace por medio de un aparato muy sencillo é ingenioso. Este aparato se compone de ocho tamices multiplos, por medio de los cuales la pólvora se encuentra á la vez en cada uno de ellos quebrantada por las tortas, graneada por la granera, igualada y separada

del grano grueso y del polvo. El grano grueso vuelve á pasar debajo de la torta, el polvo pasa á un recipiente y el grano útil á otro. El aparato se pone en movimiento por una rueda hidraúlica, y el único cuidado que exije consiste en cargar los tamices y en descargar los recipientes.

Para comprender el juego de este aparato, considere mos uno de los tamices. Desde luego encontramos una criva quillame provista de su torta. Esta criva está cerrada con una piel por su parte superior, y esta piel comunica por medio de una manga de cuero flexible, con una tolva que contiene las materias que se han de granear. La tolva deja caer la pólvora por medio del movimiento que la manga recibe del tamiz y comunica á la tolva. Debajo de la guillame, se encuentra una criva granera: estas dos crivas ó tamices estan enchufadas una en otra á la manera de las cajas de tabaco. La pólvora quebrantada cae en la granera y esta deja pasar el polvo y el grano útil reteniendo el grano grueso. Para quebrantar este se le vuelve á introducir en la guillame. Para este efecto, tiene este cedazo un agujero en su fondo interior muy próximo á la circunferencia; este agujero está provisto de una lengueta ó cuchara de cobre que se dirije oblicuamente hácia la piel de la granera. Esta lengueta está dirijida en sentido contrario del movimiento que la rotacion imprime á las materias. De aqui resulta que los pedazos gruesos lanzados hácia la circunferencia de la granera por el movimiento centrífugo, se encuentran con la lengueta y por ella asciende á la guillame y sufren de nuevo la accion de la torta. El grano útil y el polvo caen al tercer cedazo ó igualador, este separa el polvo haciéndole caer á un tamiz cuyo fondo comunica en su centro con una manga de piel flexible. Esta conduce el polvo a una caja pro-

vista de otro cajon que le recibe. Cuando este se ha llenado se retira y se reemplaza por otro. Para estraer el grano bueno que está en el igualador, se utiliza tambien el movimiento centrífugo. En efecto, este método permite á los granos permanecer el tiempo suficiente en el igualador para que todo el polvo quede separado. El haro superior del igualador tiene un agujero; este en su parte interior tiene una lengüeta corta de cobre dirijida en sentido contrario al movimiento de rotacion. Los granos lanzados á la circunferencia se encuentran detenidos por esta lengüeta, y se ven obligados á pasar por el agujero, que por medio de una manga de piel pasan á una caja.

De esta suerte se obtiene con una sola operacion, y por procedimientos que no exigen un trabajo costoso, el polvo y el grano útil muy bien separados. Los tamices un poco flojos producen mejor efecto que cuando están con mucha elasticidad.

En un marco circular y horizontal se reunen ocho tamices semejantes, que se ponen en movimiento por un árbol vertical. Se concibe fácilmente que un árbol derecho no podria comunicar al aparato sino un movimiento de rotacion que seria inútil. Asi el árbol está encorvado en forma de U en el punto en que el marco apoya sobre él. En uno de los brazos de la U entra el marco sobre un espigon flojo, de suerte que cuando el árbol gira sobre su eje, el brazo de la U arrastra al marco en su movimiento de traslacion sin imprimirle el de rotacion que de nada serviria y que seria imposible, porque la tolva y las cajas para recibir la pólvora y el polvo estan fijas.

1615. El laminador tiene por objeto el aumentar la densidad de la pólvora. Se compone de tres cilindros. El supe-

rior que es muy pesado es de fundicion y está revestido de cobre. El del medio es de madera, y el inferior de cobre. Una tela sin fin abraza los dos cilindros superiores, y otra al inferior. La pólvora vertida por una tolva cae entre las dos telas y alli se comprime fuertemente y toma la forma de una lámina. Despues de haber salido de los cilindros y á muy poca distancia de estos, la lámina de pólvora se quiebra por su propio peso y cae á una caja.

El lustre se la da como ya hemos dicho anteriormente. Lo mismo las demas operaciones mencionadas en el cuadro precedente.

1616. *Pólvora redonda.* El procedimiento que se emplea para hacer la pólvora redonda, ha estado puesto en práctica hace mucho tiempo en Berne. M. Champi le ha hecho sufrir diversas modificaciones, y en la actualidad se sirven de él en Bouchet para hacer la pólvora de minas. Véase el cuadro de las operaciones y su duracion para 100 kilógramas (218 libras) de pólvora.

		Duracion.
1.°	Pulverizacion del azufre y carbon....	4 horas.
2.°	Mezcla del azufre, del carbon y del nitro.....	4 id.
3.°	Graneado.....	1/2 hora.
4.°	Separacion de los granos.....	1/2 id.
5.°	Alisado.....	2 horas.
6.°	Desecacion al fuego.....	4 id.
	Id. al aire.....	12 id.

La primera y segunda operacion se practican en unos toneles como para el procedimiento de las muelas. El graneado se ejecuta de una manera muy particular.

Este se hace por medio de un tambor de cerca de un metro (3,57 pies) de diámetro, y de tres á cuatro decímetros de (12,93 á 17,24 pulgadas) de ancho; este tambor está atravesado por un eje que le comunica un movimiento de rotacion. En su circunferencia tiene una abertura que se cierra cuando conviene, y por ella se introducen y estraen las materias: en una de sus caras hay un agujero circular, de bastante diámetro, por el cual pasa el eje; este agujero es indispensable para recibir un tubo fijo paralelo al eje, y provisto de muchos agujeros en forma de regadera muy finos: este tubo comunica con un recipiente de agua comprimida, que se escapa por estos agujeros y cae en forma de lluvia en el tambor.

La mezcla pulverulenta se introduce en el tambor; este se pone en movimiento, y se hace caer el agua en su interior en forma de lluiva fina. Cada gotita que cae es el centro de un grano pequeño, que dando vueltas sin cesar en el polvo húmedo, se redondea y engruesa por capas concéntricas, á manera de las bolas de nieve. Prolongando la operacion, se pueden hacer granos muy voluminosos, pero se detiene tan luego como los granos han adquirido el volúmen que se desea. Los granos producidos por este medio son perfectamente esféricos; pero su volúmen es muy desigual. Por medio de tamices á propósito, se apartan el grano fino y el polvo, y queda el grano útil y las masas ó el grano grueso.

En seguida se separan estas masas del grano útil, y el grano grueso se pulveriza de nuevo: el polvo y el grano fino se separan tambien, y el polvo pasa á formar otra nueva mezcla.

El grano fino, que solo necesita engruesar un poco para ser útil, toma el nombre de hueso y pasa de nuevo al tam-

bor para la operacion siguiente, que adelanta mucho con su presencia.

El alisado y las demas operaciones restantes se practican del modo ordinario.

Propiedades de la pólvora.

1617. La pólvora puede inflamarse por el choque, ó por una elevacion repentina de temperatura que toque al calor rojo.

Un choque brusco entre dos cuerpos, aun siendo bastante blandos puede siempre determinar la esplosion.

La chispa eléctrica puede tambien inflamar la pólvora. Cuando se espone este cuerpo á la accion del calor, pueden variar los resultados. Si se somete al contacto de un cuerpo candente se inflama repentinamente y detona. Este es el efecto que producen les globolillos de hierro candentes por la accion del pedernal en las armas de fuego. Este es tambien el efecto de las piritas que se empleaban en otro tiempo en vez de pedernal; y este es el que se obtiene poniendo un cuerpo candente cualquiera en contacto con la pólvora. Pero no se podrá concluir que la pólvora se inflama muy fácilmente. Es de toda precision elevar la temperatura hasta el grado rojo en un punto cualquiera del monton que se quiere inflamar. Si en una probeta llena de gas hidrógeno se introduce un poco de pólvora, se puede quemar el gas sin que la pólvora se inflame. Si se aproxima un papel encendido á un pequeño monton de pólvora, el contacto de la llama no será suficiente para hacerla detonar. No podrá inflamarse sino cuando los granos sean proyectados sobre la misma llama.

Estos esperimentos se esplican fácilmente, por el enfria-

miento que esperimenta la llama al tocar á los granos de pólvora, y por su débil densidad que no permiten á los granos adquirir la temperatura roja con el calor que producen. Para que las llamas determinen la inflamacion de la pólvora es necesario que los granos de esta permanezcan cierto tiempo en contacto con ellas y adquirir la temperatura roja.

Cuando la pólvora se somete á la accion del fuego de una manera muy lenta, el azufre que contiene se funde, y se inflama en seguida á los 150°. Si se halla en contacto con el aire, entonces comunica la inflamacion á la misma pólvora. Pero si este esperimento se practica en el vacío, el azufre se funde y destila y se deja percibir una débil detonacion, cuando la temperatura es mas elevada. Esta detonacion proviene de la reaccion del nitro sobre el carbon y sobre una parte de azufre.

Estas diversas circunstancias esplican la necesidad de las cápsulas fulminantes cuando se quiere hacer completa la detonacion en las armas de fuego. La llama producida por el fulminato de mercurio se introduce por la chimenea al cañon en su totalidad, envuelve á los granos de pólvora y los comunica de este modo la elevada temperatura que necesitan para inflamarse, mientras que con los cebos ordinarios la llama se dispersa en su mayor parte al rededor de la cazoleta.

Por lo demas, los efectos generales de la pólvora no son muy difíciles de esplicar. Ya observamos que por su detonacion origina la formacion de gas carbónico, de azoe de óxido, de carbono y de vapor de agua. Todos estos procedimientos son gaseosos. Queda todavia un resíduo sólido, como hemos visto de azufre y de potasio. Asi los elementos de la pólvora se trasforman por la detonacion en gas, cuya temperatura es muy elevada: esto basta para esplicar la detonacion.

Pero si queremos pasar mas adelante y determinar la naturaleza y el volúmen de este gas, se esperimentarian dos obstáculos, en algun tanto insuperables por la dificultad de realizar las condiciones que se encuentran en las armas.

Efectivamente, segun que la combustion es lenta ó rápida, segun que se verifica sobre pequeñas ó grandes cantidades de pólvora, ó segun se efectua bajo una presion débil ó fuerte, los gases varían de naturaleza, y de consiguiente de cantidad.

M. Gay-Lussac admite segun sus esperimentos, que de un litro (1,9828 cuartillos) de pólvora que pese 900 gramas (18036 granos) se obtiene 450 litros (892,2600 cuartillos) de gas á 0° ó á 0,76. Estos gases contienen 53 partes de ácido carbónico, 5 de óxido de carbono y 42 de azoe. Estos esperimentos se han hecho dejando caer grano á grano la pólvora en un tubo enrojecido y dispuesto á propósito para recojer los gases. Para que estos resultados puedan espresar el poder real es necesario tener cuenta de la elevacion de temperatura que se verifica en el momento de la detonacion; pero con respecto á este punto, solo se pueden hacer suposiciones muy vagas. La temperatura de los gases es de 1000 á 1200 grados, y tal vez mucho mayor.

1619. La pólvora puede variar de calidad por tantas causas, que es muy importante el formarse una idea bien exacta que la conduzca al estado de la ciencia. Muy fácil es el obtener el nitro y el azufre á un estado constante; pero no se halla en igual caso el carbon; este varia de tal modo, que se le puede considerar como el manantial de las grandes diferencias en la calidad de las pólvoras.

Un carbon duro y muy calcinado, produce pólvoras poco inflamables. Un carbon ligero poco calcinado, é hidrogenado,

suministra pólvoras de una facil inflamacion. El carbon mas conveniente para ciertas pólvoras, será, pues, aquel que se obtiene calentando la leña hasta el grado conveniente para poderle pulverizar.

La densidad de las pólvoras es tambien un motivo poderoso de variacion. Las pólvoras densas son mas dificiles de inflamar; las porosas y ligeras son por el contrario, muy inflamables.

La humedad puede tambien hacerlas variar de calidad, no solo porque las hace menos combustibles sino porque determina la cristalizacion del nitro, y la mezcla se altera. Asi una pólvora húmeda que se la priva de la cantidad de agua que contiene, por la desecacion, puede perder en calidad, relativamente á la que tenia antes de haber esperimentado la accion del agua.

1620. La mejor pólvora para las armas es aquella que se inflama en su totalidad antes que el proyectil haya salido del cañon y no la que se inflama con mayor rapidez como se creia en otro tiempo. Esta verdad ha venido á ser la base de todas las investigaciones relativas á la fabricacion de la pólvora, y ha sido demostrada de pocos años á esta parte, por los numerosos ensayos de todas clases que los individuos de la administracion de pólvoras de Francia han practicado con el mayor interés. Se distinguen con el nombre de *pólvoras rompientes*, ciertas calidades de pólvoras, cuyo efecto es muy débil algunas veces sobre los proyectiles, y por el contrario muy enérgico sobre las mismas armas. Todas las pólvoras que se inflaman con mucha rapidez estan en este caso. Se aproximan á muchos compuestos muy fulminantes, tales como los fulminatos de plato, de mercurio, el oro fulminante, etc. que introducidos en las armas las rebientan sin lanzar los proyectiles á gran distancia.

Pueden hacerse pólvoras rompientes con carbones inflamables: estas se obtienen dándolas una densidad muy débil, ó haciendo el grano sumamente fino. En fin, pueden conseguirse estas pólvoras por medio de una trituracion muy prolongada, que haga la mezcla estremadamente íntima. Estas pólvoras son algunas veces muy malas, y ensayándolas en unas armas susceptibles de resistirlas, se advierte que tienen un poder muy limitado para lanzar los proyectiles.

La accion mas enérjica para este efecto, se obtiene con la pólvora cuya inflamacion es bastante rápida para verificarse enteramente en el cañon ; pero bastante lenta para que se verifique sucesivamente á medida que desaloja al proyectil. Esta es tambien la pólvora que obra menos sobre el arma.

Hay pues una relacion que observar entre el estado del carbon, la densidad de la pólvora y el grueso del grano. Cuando hay una precision de contener en unos límites determinados para dos de estos elementos, es preciso variar el tercero de una manera conveniente. Para la pólvora densa y de grano grueso se tomará un carbon ligero, y para la pólvora porosa y de grano fino, un carbon compacto, siempre que estén destinadas al mismo servio. Pero la naturaleza del arma impone nuevas condiciones. En el fusil no se inflaman sino de un modo muy imperfecto los granos gruesos, y los granos finos determinan la rotura de los cañones. Los granos de la pólvora de caza deben ser finos, los de la pólvora de cañon mas gruesos, y mas todavia los de la pólvora de minas. Estas son unas condiciones que no se deben desatender.

Ensayo de las pólvoras.

1621. En este ensayo es necesario tener cuenta de todas

las condiciones espuestas anteriormente. Conviene pues examinarlas bajo el aspecto de la dósis, de la naturaleza del carbon, de la densidad, de la finura y forma del grano, de la tenuidad de las moléculas, y por último, del alcance. Este ensayo es el mas importante de todos, pero no ofrece el grado de precision que se pudiera desear, y hace mala distincion de las pólvoras, que por otra parte difieren mucho entre sí.

La dósis de las pólvoras se reconoce por un análisis muy sencillo. Se pesa la pólvora, se legivia y se evaporan las aguas resultantes, lo cual manifiesta la cantidad de nitro. El resíduo compuesto de azufre y de carbon, se seca y trata por el óxido de cobre, como si se tratara de un análisis orgánico: se recoge el ácido carbónico, y este determina la cantidad de carbon. Cuando el carbon se calcina hasta el grado rojo, se conoce por la pérdida la cantidad de azufre que contiene la pólvora.

La naturaleza del carbon no es muy fácil de reconocer: el color de la pólvora es desde luego un indicio, porque los carbones muy calcinados y poco abundantes en hidrógeno son negros y los poco calcinados y ricos en hidrógeno son rogizos ó pardos. Como estos últimos estan en gran parte en estado de ácido ulmínico, y este es soluble en la potasa cáustica hirviendo, puede utilizarse esta propiedad. Determinado el carbon por el análisis que precede, se tratará la mezcla de azufre y carbon por un esceso de potasa cáustica hirviendo. El azufre y el ácido ulmínico se disolverá, y quedará el carbon. Este precipitado se echa sobre un filtro, se lava bien y se seca á una temperatura de 100° para pesarle.

Conocido el carbon puro, y substraido del carbon total indicado por el óxido de cobre, lo restante será el carbon del ácido ulmíco. Multiplicando este en la relacion de 57 á 100

se tendrá la cantidad de ácido úlmico. Estas tres operaciones bastan para manifestar la cantidad de nitro, de carbon y de ácido úlmico: la pérdida representará la cantidad de azufre.

La densidad se obtiene pesando sucesivamente un frasco lleno de pólvora y lleno de agua. La finura del grano puede conocerse valiéndose de tamices cuyos agujeros sean de unas dimensiones determinadas. Con respecto á su forma puede reconocerse á la simple vista.

La tenuidad de las moléculas no es susceptible de un aprecio riguroso: el microscopio es el único medio que puede indicar la verdad aproximadamente. Puede tambien llegarse á un conocimiento aproximado, diluyendo la pólvora en un volúmen determinado de agua y teniendo cuidado con el tiempo que el carbon y el azufre emplean en depositarse en el fondo del vaso. Teniendo un tipo constante de comparacion, podrian clasificarse las pólvoras bajo este punto de vista.

1622. Para determinar el alcance se hace uso de muchos aparatos, entre los cuales solo citaremos la *probeta de Regnier*, y *el mortero probeta*.

La probeta de Regnier está principalmente consagrada al ensayo dela pólvorade caza. Se compone (Lám. 19, fig. 9) de dos brazos que forman resorte *b* y *c*. El brazo *c* lleva en *a* un pequeño recipiente para la pólvora con una cazoleta para el cebo. Tiene además un arco graduado *f* que resbala en una ranura practicada en el brazo *b*. Sostiene en fin un hilo metálico *g h i*, que puede pasar por un agujero practicado en el brazo *b*.

Este hilo metálico está provisto de una pequeña rodaja de piel que puede resbalar libremente á lo largo del hilo. El brazo *b* lleva un arco *d* que se encorba formando un talon *e* que viene á aplicarse sobre el recipiente de la pólvora.

Para ensayar una pólvora se llena el recipiente, que puede contener una grama (20,40 granos) y se pone cebo en la cazoleta. La rodaja de piel se coloca en *i*, se dá fuego á la pólvora y en el instante de la esplosion el cañon y el talon se separan arrastrando cada uno los brazos á que está unido: el efecto se representa en *b*, *e*. La rodaja de piel se encuentra fuera de *i* un cierto número de grados que se miden sobre el arco.

La pólvora de caza comun marca 12.° en esta probeta. La pólvora de caza superfina marca 14.° Cada grado representa el efecto de un kilógrama (2,18 libras) aplicado á aproximar los dos brazos.

El mortero probeta ó mortero de ordenanza, se reserva al ensayo de las pólvoras de guerra. Este se compone. (Lám. 10 fig. 9) de un mortero inclinado á 45° cuya cámara *dd* tiene 65 milímetros (33,605 líneas) de profundidad y 50 milímetros (25,850 líneas) de diámetro. El alma del mortero tiene 191 milímetros (99,747 líneas) de diámetro y 239 (123,563 líneas) de profundidad. La bola *g* tiene 189,5 milímetros (97,1815 líneas) de diámetro.

El oido f debe tener 4 milímetros (2,068 líneas) de diámetro.

La carga de pólvora es de 92 gramas (1843,68 granos.

El peso del globo de cobre es de 293 hectógramas (587172 líneas.)

Debe ser lanzado por la esplosion á 225 metros á (803,25 pies) para que la pólvora sea de recibo. Las buenas pólvoras lo lanzan á 250 y aun á 260 (892,50 y 928,20 pies.) Desgraciadamente, los alcances del mortero probeta varian por una multitud de causas difíciles de apreciar, así que este instrumento solo da una aproximacion.

CAPITULO XV.

PREPARACION DEL CLORURO DE CAL.

1623. Tan luego como se ponen en contacto el hidrato de cal y el cloro á la temperatura ordinaria, se forma cloruro de cal ó una mezcla de clorito de cal y de cloruro de calcio. Cuando el hidrato de cal se diluye en el agua, no ofrece ninguna dificultad esta preparacion, pero el producto no es trasportable. Si se quiere hacer el cloruro sólido, puede elevarse la temperatura y resultan de aqui pérdidas considerables. Es necesario, pues, buscar unas disposiciones que permitan mantener una temperatura baja que ofrezcan la cal hidratada á la accion del cloro, permitiendo este renovar las superficies; en fin, que no establezcan ninguna presion.

M. Senant emplea un aparato compuesto de una caldera *b* (Lám. 26, fig. 1 y 2), destinado á suministrar el cloro, y de una caja de fábrica *i* (fig. 1 y 2), adonde debe efectuarse la combinacion de este gas con la cal. La caldera *b* es de plomo ; se introduce en ella el manganeso y la sal marina, por la abertura *c* y el ácido sulfúrico por el tubo encorbado *f*. El contacto de estas sustancias se remueve continuamente por el ajitador de fundicion *d* ; los resíduos se cuelan por el tubo de descargar *q*. Para calentar esta caldera al vapor se la coloca en una segunda caldera *a* de fundicion, que recibe los vapores por el tubo *h*.

El cloro es conducido desde la caldera *b* á la caja *i*, por el tubo *e* , esta caja está dividida en cuatro departamentos; para emplear el cloro suministrado por cuatro calderas de plomo; el fondo de esta caja está cubierto de una capa de

tres á cuatro pulgadas de cal en polvo que se remueven de tiempo en tiempo; terminada la operacion se retira el cloruro de cal por las puertecillas *k*.

Las dimensiones del aparato permiten introducir á la vez hasta doscientas libras de manganeso, en una caldera de plomo.

En algunas fábricas se prefiere otra disposicion. Se coloca el hidrato de cal en unos vasos de tierra arenisca de figura cónica. Por el agujero destinado á recibir la llave, se hace llegar el cloro. Terminada la operacion se invierte el cono. El cloruro que se encuentra en masa se separa con facilidad del esceso de cal que permanece pulverulento. En Dieuze se fabrica de poco tiempo á esta parte un cloruro de cal de una calidad muy superior. El procedimiento que emplean en aquella fábrica es desconocido. Me parece que los fabricantes deben estudiar la naturaleza de la cal y observar si no conviene emplear aquella que contiene magnesia. Las calcáreas magnesíferas no son muy raras y si produjeran mejor éxito podrian obtenerse fácilmente.

El cloruro seco contiene ordinariamente tal esceso de cal, que es necesario tratarle una porcion de veces por pequeñas cantidades de agua, para obtener disoluciones bastante concentradas. A pesar de esta precaucion las disoluciones que se obtienen son mucho mas débiles que el cloruro preparado por la via húmeda; las disoluciones mas concentradas de cloruro seco, marcan 6 grados del areómetro de Beaume y decoloran 50 volúmenes de disolucion de índigo, mientras que el cloruro hecho por la via húmeda, marca de 8 á 9 grados, y decolora 80 volúmenes de la misma disolucion.

1624. En el aparato que se emplea en Mulhouse para preparar el cloruro líquido, se pone una mezcla de ácido hi-

droclórico y de manganesa en unos balones de vidrio *a* (Lám. 26, fig. 4 y 5) y se calientan en el baño de arena. El cloruro es conducido por unos tubos de vidrio á una pila cilíndrica de piedra *c*, que contiene lechada de cal. El horno *b* de estos baños de arena, es de fundicion de hierro, y tiene unas separaciones de ladrillos, de suerte que cada balon tiene su fuego particular; el humo de estos diversos fuegos, se dirije por el conducto *b* al tubo *q*, la pila *c* es arenisca silícea su cubierta de madera *d*, está enlodada con un mastique resinoso, y descansa en unas ranuras practicadas en la piedra. El torniquete *e* sirve para agitar continuamente el líquido; sus paletas dispuestas en helice sobre el ege (Fig. 6 y 7) no deben pasar sino á dos pulgadas de las paredes interiores de la pila. La lechada de cal se introduce por el embudo *f* y el cloruro se retira por la abertura *h*.

Es necesario evitar el que se efectúe una presion en los vasos y para esto se hacen construir de tal manera los que se destinan para recibir el cloruro de cal, que presentan mucha superficie y poca profundidad; entonces en vez de introducir en el líqnido el tubo que conduce el gas, solo se lleva á la superficie.

1625. Véase la composicion de los cloruros de cal considerados como unos cloruros de óxido.

	Cloruro líquido.	Cloruro seco.
Cal	51	60
Agua	17	20
Cloro	32	20
	100	100

O bien para el cloruro líquido, 1 átomo cal; 2 átomos agua; 1 átomo cloro, y para el cloruro seco, 2 átomos cal, 4 átomos agua, 1 átomo cloro. En la preparacion del cloruro seco, es necesario que el hidrato contenga lo menos esta cantidad de agua, y aun es mejor esceder la dosis en algunas centésimas.

FIN DEL TOMO III.

ÍNDICE

de las materias que contiene este tomo.

CAPITULO PRIMERO.

LIBRO CUARTO.

CAPITULO PRIMERO.

CAPITULO II.

CAPITULO III.

CAPITULO IV.

CAPITULO V.

CAPITULO VI.

CAPITULO VII.

CAPITULO VIII.

CAPITULO IX.

CAPITULO X.

CAPITULO XI.

LIBRO QUINTO.

CAPITULO PRIMERO.

CAPITULO II.

CAPITULO III.

CAPITULO IV.

CAPITULO V.

CAPITULO VI.

CAPITULO VII.

CAPITULO VIII.

CAPITULO IX.

CAPITULO X.

CAPITULO XI.

CAPITULO XII.

CAPITULO XIII.

CAPITULO XIV.

CAPITULO XV.

FÉ DE ERRATAS.

Páginas.	Líneas.	Dice.	Léase.
13	22	al meta	al metal
14	11	el metal de cloruro	el metal del cloruro
21	28	se trasforma	se trasforman
33	19	que se obtienen	que se obtiene
42	23	de calor amarillo	de color amarillo
56	11	mezclas ensayados	mezclas ensayadas
id.	id.	accion de fuego	á accion del fuego
58	30	qun	que
109	15	sabre el líquido	sobre el líquido
126	9	1977	1077
id.	21	5524,72	524,72
160	12	339,28	340,28
210	7	examinada	examinado
222	24	oxalto	oxalato
230	2	se deja desprender	le deja desprender
271	5	se psepara	se prepara
284	2	arsenisca	arenisca
293	31	ioduro	inodoro
302	21	scholotacion	schlotacion
324	16	y rocada	y rociada
329	16	el eagua	en el agua
343	10	clastícas	plásticas
359	13	alestado, y de hidrato	al estado de hidrato, y
427	22	en pos	en vez

Páginas.	Líneas.	Dice.	Léase.
429	5	45,5	46,4
451	3	se sirven	se servian
456	29	un color	un sabor
458	29	y sombrías	y sombras
459	8	las copas	las capas
459	12	no debe disponerse	debe disponerse
528	10	estamiato	estaniato
532	4	ejas	tejas
533	13	piamate	piamonte
538	6 y 7	que la contraccion	la contraccion
543	18	la circunferencia	de la circunferencia
610	30	de 0,05; á 0,23 y	en 0,23, y en 0,5 cuando pasan de esta desecacion
623	10	oxide de cobre	óxido de cobre
645	28	y el azufre	y el azoe
653	18	(2180 libras)	(218 libras)
656	27	cierto calor	cierto color
660	5	(276094)	(27609,4)
661	7	bras de nitro	libras de nitro
662	14	4. á lav.	1. á lav.
677	26	ha determinado	ha terminado
678	22	que quiere legiviar	que se quiere legiviar
678	26	contenida en cesta	contenida en la cesta
680	14	se añadirá	se añade
694	19	esperiencia y á hasta tradiciones	esperiencia y tradiciones hasta que
720	3	sostenido medio	sostenido por medio
720	4	y de un barra	y de una barra
733	2	se esperimentarian	se esperimentarán
734	29	de plato	de plata
735	16	de contener	de contenerse
735	21	servio	servicio