

Biblioteca Enciclopédica Popular Ilustrada

Seccion 1^a

ARTES Y OFICIOS

MANUAL
DE
INDUSTRIAS QUÍMICAS
INORGÁNICAS

POR

D. FRANCISCO BALAGUER Y PRIMO

Tomo II

MADRID

DIRECCION Y ADMINISTRACION

Doctor Fourquet, 7

Tip. de Estrada

1508
1867

699

Biblioteca Enciclopédica Popular Ilustrada

MANUAL

DE

INDUSTRIAS QUÍMICAS

INORGÁNICAS

POR

D. FRANCISCO BALAGUER Y PRIMO

Ingeniero Industrial, Químico y Mecánico

Tomo II



MADRID

DIRECCION Y ADMINISTRACION

Doctor Fourquet, 7

21
9389
P. 2620
MFA 61641
CD 1009804

Esta obra es propiedad del Editor de la BIBLIOTECA ENCICLOPÉDICA POPULAR ILUSTRADA, y será perseguido ante los tribunales el que la reimprima sin su permiso.
Queda hecho el depósito que marca la ley.

Madrid: 1879. — Tip. de G. Estrada, Dr. Fourquet, 7.

Á LA SOCIEDAD
ECONÓMICA MATRITENSE
DE AMIGOS DEL PAIS

legítima representante

de los intereses morales y materiales del país

EDITA LA

BIBLIOTECA ENCICLOPÉDICA POPULAR ILUSTRADA

El Sócio

GREGORIO ESTRADA

MANUAL

DE

INDUSTRIAS QUÍMICAS

INORGÁNICAS

CARBONATO DE POTASA.

Propiedades y aplicaciones.—El carbonato de potasa ($\text{CO}_3 \text{K}^2$) es una sal blanca, delicuescente, soluble en su peso de agua á la temperatura de 3° , en 0,9 partes á 12° y en 0,49 á 70° ; la disolución más concentrada, que contiene 52,024 por 100 de carbonato anhidro, posee una densidad de 1,57 á la temperatura de 15° y hierve á 113° . Hé aquí, según Gerlach, un estado que indica las densidades á esta misma temperatura de 15° de las soluciones de carbonato de potasa, expresando su riqueza en dicho carbonato anhidro:

Densidades.	CO^3K^2 0/0	Densidades.	CO^3K^2 0/0	Densidades.	CO^3K^2 0/0
1,00914	1	1,18265	19	1,38279	37
1,01829	2	1,19286	20	1,39476	38
1,02743	3	1,20344	21	1,40673	39
1,03658	4	1,21402	22	1,41870	40
1,04572	5	1,22459	23	1,43104	41
1,05513	6	1,23517	24	1,44338	42
1,06454	7	1,24575	25	1,45573	43
1,07396	8	1,25681	26	1,46807	44
1,08337	9	1,26787	27	1,48041	45
1,09278	10	1,27893	28	1,49314	46
1,10258	11	1,28999	29	1,50588	47
1,11238	12	1,30105	30	1,51861	48
1,12219	13	1,31261	31	1,53135	49
1,13199	14	1,32417	32	1,54408	50
1,14179	15	1,33573	33	1,55728	51
1,15200	16	1,34729	34	1,57048	52
1,16222	17	1,35885	35	1,57079	52,024
1,17243	18	1,37082	36		

El carbonato de potasa es insoluble en el alcohol; su reaccion fuertemente alcalina; funde al rojo sin descomponerse; el vapor de agua le descompone á una temperatura elevada, y en iguales circunstancias el carbon le reduce á potasio. Cuando se encuentra en disolucion concentrada deposita á la larga y á baja temperatura un carbonato cristalizado con dos moléculas de agua ($CO^3K^2 + 2H^2O$).

La llamada potasa del comercio no es otra cosa que el carbonato de potasa, mezclado siempre con otras sales variables en calidad y cantidad segun su procedencia, como veremos al ocuparnos de cada una de estas procedencias. Por ahora nos limitaremos á decir que el

carbonato de potasa es una de las sales de más aplicación en la industria química, y que su producción en la actualidad puede representarse por las siguientes cifras, que indican la cantidad de cada una de las principales procedencias:

Potasa extraída de las cenizas vegetales (Rusia, Canadá, Estados Unidos, Galicia).	20 000.000 kilóg.
Potasa de remolacha (Francia, Bélgica, Alemania, Austria)..	12.000.000 —
Potasa extraída del sulfato (Alemania, Francia, Inglaterra).	15.000.000 —
Potasa extraída de la suarda (Francia, Bélgica, Alemania, Austria).. . . .	1.000.000 —
	<hr/>
	48.000.000 kilóg

Por este mismo orden nos ocuparemos de la extracción ó fabricación del carbonato de potasa.

Extracción de la potasa de los vegetales.— Cuando se incinera una planta cualquiera, queda siempre un residuo ó materia fija, que no es otra cosa que una mezcla de sales minerales, solubles unas, y otras insolubles en el agua.

Entre las primeras figura el carbonato de potasa; de suerte, que si tratamos por el expresado líquido las cenizas de los vegetales, y evaporamos despues la disolución á sequedad, obtendremos un residuo que contendrá carbonato de potasa, más otras sales igualmente solubles. Tal es en principio la fabricación, ó, por mejor decir, la extracción de la potasa ó

carbonato de potasa bruto de las cenizas de los vegetales.

Compréndese á primera vista que la cantidad de carbonato de potasa que se encuentre en una ceniza ha de variar necesariamente con las plantas y aún en las diferentes partes de una misma planta, incineradas, con la naturaleza del terreno en que aquellas han vegetado y con otras circunstancias. Por punto general podemos decir que las plantas que viven en el interior de los continentes son más ricas en sales de potasa que las que crecen en el mar ó en sus orillas; las plantas y partes de plantas más ricas en sávia dan mayor cantidad de ceniza; las yerbas suministran más que los arbustos y estos más que los árboles, y entre estos últimos, las hojas y la corteza más que el tronco.

Como hemos indicado ántes, las cenizas pueden considerarse formadas de dos grupos de sales, unas solubles y otras insolubles en el agua. Figuran principalmente entre las primeras el carbonato de potasa, el de sosa, el sulfato de potasa y el cloruro de sodio; mientras que las segundas son, sobre todo, el carbonato de cal con un poco de fosfato de cal y sílice. Entiéndase bien que éstas son las sales más principal y generalmente contenidas en las cenizas vegetales, porque ya veremos que hay casos especiales donde dominan otras sales en dichas cenizas. Hé aquí la cantidad de cenizas y de carbonato de potasa que dan, término medio y en 1.000 partes, algunos vegetales, según el Sr. Höss:

	Cenizas.	Potasa.		Cenizas.	Potasa.
Madera de abeto.	3,4	0,45	Madera de sauce.	28,0	2,85
— haya..	5,8	1,27	Viña.	34,0	5,50
— fresno	12,2	0,74	Helecho.	36,4	4,25
— roble.	13,5	1,50	Ájenjo.. . . .	97,4	73,00
— olmo..	25,5	3,99	Fumaria.	219,0	79,90

La extracción de la potasa de los vegetales va teniendo de día en día ménos importancia, sobre todo despues de los descubrimientos de minas de sales de potasa con las que se puede preparar dicho carbonato. Por este motivo, y porque en España sólo puede ser objeto de curiosidad el conocimiento de esta industria, vamos á decir sobre ella muy pocas palabras.

La incineración de la planta se verifica en el mismo sitio en que ésta ha vegetado, y en unos hoyos abiertos en tierra, de un metro de profundidad próximamente, ó tambien sobre eras planas bien firmes y al abrigo del viento. Las plantas van añadiéndose poco á poco, procurando que estén bien secas.

Las cenizas de este modo obtenidas se tratan por el agua, lo que generalmente se verifica disponiéndolas sobre vasijas de doble fondo agujereado, sobre el que se coloca paja y una tela tosca; es decir, que se someten á un tratamiento parecido al de las coladas. La disolución que corre de una vasija pasa á otra llena de cenizas frescas, y así sucesivamente, para que se vaya cargando de sales solubles, y cuando

marca dicha disolucion unos 15° B., se somete á la evaporacion hasta sequedad; lo que suele verificarse en dos veces, una en calderas planas de palastro de donde pasa á otras de fundicion, en las que se agita el líquido pastoso procedente de las anteriores, y se lleva hasta completa sequedad. El residuo insoluble que queda en los filtros ó vasijas de locion sirve como abono, porque contiene materias orgánicas y fosfatos.

La parte sólida obtenida por la evaporacion de la disolucion, se somete á la calcinacion en hornos de reverbero calentados al rojo sombra, obteniéndose de este modo una potasa bruta, colorada generalmente en rojo, en amarillo ó en azul verdoso por pequeñas cantidades de óxido de hierro ó de manganeso; las mejores potasas presentan un color blanco y se llaman *perlasas*. Hé aquí la composicion de algunas potasas del comercio obtenidas de este modo:

MATERIAS.	Potasa de Toscana.	Potasa perlasa de América.	Potasa roja de América.	Potasa de Rusia.	Potasa de los Vosgos.
Carbonato de potasa..	74 10	71 38	68 04	69,61	38,63
Idem de sosa.	3 01	2 31	5 85	3,09	4,17
Sulfato de potasa.. . . .	13 47	14 38	15 32	14,11	38 84
Cloruro de potasa.. . . .	0 95	3,64	8 15	2 09	9,16
Agua.	7,28	4,56	no dosificado.	8,82	5,34
Acido fosfórico, cal y sílice.	1,19	3,73	2,64	2,28	3,86
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Si estas potasas se tratan por su peso de agua fría, se disuelve principalmente el carbonato de potasa, que es por extremo soluble como ya sabemos, y el líquido decantado y evaporado á sequedad produce una potasa refinada de mucha mayor riqueza en carbonato de potasa, conteniendo solamente un poco de carbonato de sosa.

En la incineracion de las plantas marinas se obtiene tambien potasa, pero éste es un producto secundario de que nos ocuparemos al hablar de la fabricacion del iodo.

En otro tiempo se destinaban á la preparacion del carbono de potasa las heces y tártaro que quedan en las vasijas vinarias; pero en el dia estas materias se destinan tan sólo á la fabricacion del bitartrato de potasa y ácido tártrico.

Potasa extraida de la remolacha.—Las melazas procedentes de las fábricas de azúcar de remolacha se destinan á la fermentacion para destilar en seguida el líquido fermentado y obtener de este modo el alcohol que contiene. El residuo de esta destilacion, ó sea las llamadas vinazas, evaporado á sequedad deja una masa salina que representa, término medio, de 10 á 12 por 100 en peso del de las expresadas vinazas. La composicion de este residuo ó masa salina puede representarse de este modo:

Carbonato de potasa.	35
Sulfato de potasa.	5
Cloruro de potasio.	17
Carbonato de sosa.	16
Materias insolubles.	27
	100

Basta fijarse en esta composicion para comprender que los industriales han debido fijarse en tan importante primera materia para preparar con ella el carbonato de potasa y áun las otras sales que le acompañan.

Las vinazas suelen marcar al salir del alambique unos 4° B. y tienen reaccion ácida, la que se destruye por medio de las aguas de locion de las masas salinas obtenidas anteriormente, ó con carbonato de cal. En tal estado se las concentra, hasta que acusen 25° , en calderas de fondo bombeado, dispuestas de modo que el líquido pasa de una á otra. De estas calderas pasa el líquido, que ha adquirido ya consistencia de jarabe, al depósito *V* (fig. 1.^a), desde donde cae en la primera plaza *M'* del horno en que se concentra hasta volverse pastoso; de esta primera plaza, y por medio del espeton raedera *R* se pasa la masa pastosa á la segunda plaza *M*, ó sea la más próxima al hogar, *B C*, y en ella acaba de secarse la masa y se calcina, pero se procurará no llevar muy adelante esta calcinacion, porque sería un grave inconveniente que llegase á fundirse dicha masa y á descomponerse el sulfato por el carbon. La masa debe quedar en estado carbonoso solamente, para que pueda ser lejiada con facilidad.

Expuesta esta masa carbonosa en pequeños montones en un local bien ventilado, acaba la combustion de las materias orgánicas. De este modo queda una potasa bruta, porosa, ligera, de color gris ceniciento, que puede emplearse en algunas industrias, pero en general se exige

mayor grado de pureza, por lo que es preciso refinarlas.

El análisis de estas masas salinas, referente á cuatro muestras, ha dado los siguientes resultados:

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Agua y sustancias solu- bles	26,22	19,82	17,47	13,36
Sulfato de potasa.	12,95	9,88	2,55	3,22
Cloruro de potasio.	15,87	20,59	18,45	16,62
— rubidio.	0,13	0,15	0,18	0,21
Carbonato de sosa.	25,52	19,66	19,22	16,54
— potasa.	23,40	29,90	42,13	50,05
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

Las sales solubles se separan por medio del procedimiento de refino indicado por el señor Kuhlman, de Lille. La masa triturada se somete á un lavado metódico, igual al que se verifica en las fábricas de sosa, obteniéndose lejías de 27° B. y un residuo que puede emplearse como abono. Concentrando esta lejía hasta los 30° B. y dejándola enfriar, se precipita gran parte del sulfato de potasa que se separa del líquido, se escurre y se seca, obteniéndose un producto que contiene 80 por 100 de sulfato.

Continuando la concentracion del líquido hasta los 42° B. se separa una mezcla de carbonato de sosa y sulfato de potasa, cuya riqueza en álcali es de 30 grados. La lejía pasa en tal estado á cristalizadores, dejándola enfriar hasta unos 30°,—sin que baje de esta temperatura,—y durante este enfriamiento cristaliza el cloruro de potasio con una pequeñísima cantidad de

carbonato de sosa. El líquido, que marca 42° Beaumé y 30° de temperatura, es evaporado hasta los 48° B. en invierno y los 49° en verano, precipitándose en gran cantidad el carbonato de sosa; se separa este carbonato y se trasiega la lejía á pequeños cristalizadores donde se deja abandonada, en los cuales se depositan cristales de una sal doble de potasa y de sosa ($K^2 CO^3 + Na^2 CO^3 + 12 H^2 O$) y pequeñas porciones de otros compuestos.

Evaporando hasta sequedad las aguas madres que quedan de la operacion última, y calcinando el residuo en un horno de reverbero, queda una masa que no es otra cosa que potasa semirefinada, colorada en rojo por el óxido de hierro, por lo que se la suele llamar en el comercio *sal roja*. Lejiviada ésta y concentrada la lejía por evaporacion hasta 49 ó 50 grados Beaumé se forma un depósito abundante de sulfato de potasa y de carbonato de sosa. Por último, evaporada hasta sequedad el agua madre y calcinado el residuo en un horno de reverbero, se obtiene la potasa refinada, de cuya composicion se puede formar idea por los siguientes análisis de tres muestras distintas:

	a	b	c
Carbonato de potasa.	88,73	94,39	89,3
— sosa.	6,44	indiciós	5,6
Sulfato de potasa.	2,27	0,28	2,2
Cloruro de potasio.	1,00	2,40	1,5
Ioduro de potasio.. . . .	0,02	0,11	"
Agua.	1,39	1,76	"
Sustancias insolubles.. . . .	0,12	"	"

El carbonato de sosa que se ha separado de las lejías, como ántes hemos visto, y que tiene de 80 á 85 grados alcalimétricos, puede ser lavado con una disolucion saturada y fria de carbonato de sosa, que separará las sales potásicas y le dejará de una riqueza de 90 grados alcalimétricos. Las sales, el sulfato y el cloruro de potasio, que se separan durante el refino, experimentan una depuracion ulterior. Tratando el doble carbonato de potasa y sosa por una pequeña cantidad de agua hirviendo, se disuelve el primero, y el líquido da por evaporacion una pequeña cantidad de carbonato de potasa puro.

La preparacion de la potasa de las vinazas ha sido objeto últimamente de algunas modificaciones muy importantes por parte de un distinguido químico francés, el Sr. Vincent. En vez de perder los productos que se desprenden en el acto de la calcinacion en los hornos de reverbero, dicho químico destila las vinazas en vasijas cerradas para aprovecharlos industrialmente, y obtiene un residuo que contiene todas las sales, y puede ser lejiviado con gran facilidad: además, en esta destilacion, como las expresadas vinazas no están en contacto con el carbon, que siempre contiene algo de azufre, no tiene lugar la formacion de grandes cantidades de sulfuros, como sucede en los hornos hasta aquí empleados, ni pueden verificarse fusiones parciales que producen sulfuros alcalinos.

Los productos que pasan en la destilacion son complejos, pero han sido estudiados con

detenimiento por el Sr. Vincent, que ha conseguido separar carbonato, sulfuro y cianuro amónicos, alcohol metílico, sulfuro y cianuro de metilo, sales de trimethylamina, y además breas ricas en alcalóides y un poco de ácido fénico. El importante destilatorio de los señores Tilloy, Delaune y Compañía, en donde se aplica el procedimiento del Sr. Vincent, produce diariamente 10.000 kilogramos de potasa bruta, más 1.600 de sulfato amónico, 100 de alcohol métrico y 1.800 de aguas madres concentradas, formadas principalmente de sales de trimethylamina, para lo cual trabaja 90.000 kilogramos de melaza, que producen 250 hectólitros de alcohol de 90°, G.-L., y 400.000 kilogramos de vinazas. Estas vinazas se concentran á 26° B., en cuyo estado pasan á unas retortas de fundicion, en las que se destilan, durando la operacion cuatro horas. Los productos de la destilacion se dirigen á refrigerantes, en los que se condensan todas las partes líquidas ó sólidas; los gases se utilizan como combustible debajo de los hogares. El agua amoniacal condensada se trata por el ácido sulfúrico; por cristalización se separa el sulfato amónico; las aguas madres contienen, sobre todo, sulfato de trimethylamina. Concentrando los líquidos, saturados por el ácido sulfúrico, para hacer cristalizar el sulfuro amónico, se desprende alcohol metílico, cianuro de metilo y otros nitrilos. Estos cuerpos, tratados por la cal, suministran alcohol metílico, amoniaco y diferentes ácidos que se combinan con la cal.

Las sales de trimethylamina no tienen aplicación industrial, por lo que se las transforma en sales amoniacales. Se evaporan, al efecto, las disoluciones de cloruro de trimethylamina, hasta que la temperatura de ebullición del líquido suba á 260° ; en tal momento se produce un vivo desprendimiento gaseoso que aumenta hasta los 300° ; se forma cloruro de metilo y un poco de trimethylamina como residuo, quedando sal amoniaco y cloruro de monomethylamina. Si se calienta más, no se forma más que amoniaco y cloruro de metilo. El amoniaco y la trimethylamina son retenidos por ácido clorhídrico y se recoge el cloruro de metilo, que puede servir para la obtención del frío y en la preparación de cuerpos metálicos, como el verde y violeta de methylanilina.

Potasa preparada con el sulfato y el cloruro.

— Antes de ocuparnos de la preparación del carbonato de potasa por medio del sulfato ó del cloruro, es necesario que digamos algo sobre el origen de estas dos sales ó primeras materias.

El sulfato de potasa, ya hemos visto que es uno de los productos de las vinazas. Púedesele obtener también de las cenizas de los varechs, ó fucos en la preparación del iodo y del bromo, según veremos en el momento oportuno.

Este mismo sulfato existe en abundancia en la naturaleza, y en el día se extraen cantidades considerables de esta sal, en las célebres minas de Stassfurt, donde se encuentra combinada con el sulfato de magnesia. Prepáranse en estas

minas grandes cantidades de sulfato de potasa, tratando el sulfato natural de magnesia, ó sea la kieserita por la carnalita, que es un doble cloruro de potasio y magnesio, obteniéndose de este modo sulfato de potasa y de magnesia y cloruro de magnesio (1), que se separan por simples lavados.

El Sr. Deacon tomó un privilegio en Inglaterra para convertir en sulfato el cloruro de potasio, extrayendo al propio tiempo el cloro. En este procedimiento, el sulfato de potasa quedaba como residuo; pero no ha tenido éxito.

Mas industrial que este procedimiento es el del Sr. Marguerite, que tiene por objeto transformar en sulfato el cloruro de potasio, mediante la accion del sulfato de plomo. Al efecto se calcina al rojo una mezcla de las dos sales en la proporcion de sus equivalentes químicos; la masa se funde y vuelve trasparente, mientras se desprenden vapores blancos y densos de cloruro de plomo; terminado este desprendimiento y, por lo tanto la operacion, se hace correr la masa fundida, que despues de fria se trata por agua, quedando sin disolver el sulfato de plomo que pueda quedar, y disolviéndose el de potasa, que se obtendrá por evaporacion del líquido. El cloruro de plomo es convertido de nuevo en sulfato, tratándolo por agua que contenga sulfato de cal, ó por la mezcla de sulfatos que existen en las aguas de las salinas.

(1) $3 SO^4 Mg + 2 (KCl + 2 Mg Cl^2) = SO^4 K^2 + 2 SO^4 Mg + 3 Mg Cl^2.$

El Sr. Weldon tiene privilegio para fabricar el sulfato de potasa también con el cloruro, mezclando este último con sulfuro de manganeso, á temperatura elevadísima, introduciendo una corriente de aire ó de vapor de agua mezclado con éste. En vez del sulfuro de manganeso, se emplea también el sesquióxido de hierro ó manganeso, mezclando en tal caso el ácido sulfuroso al aire y al vapor de agua. El producto de la operación se debe hacer reaccionar, siempre á alta temperatura, con una llama reductora ó con el óxido de carbono; por este medio los sulfatos de hierro ó de manganeso que se hubieran formado, se convierten en sulfuros, mientras que el de potasa permanece intacto. Se lejivia la masa para disolver el sulfato, y se deja aparte el sulfuro metálico, que sirve otra vez para descomponer nuevo cloruro de potasio.

El Sr. Tilghurann propone la descomposición del feldespató, calcinándolo con la cal y con el sulfato de cal y de barita, por cuyo medio se obtiene silicato de cal ó barita y sulfato de potasa.

Actualmente se extraen las sales de potasa de las aguas del Mediterráneo por la compañía Merle, de Alais, empleando el frío artificial producido por un aparato Carré, obteniéndose por metro cúbico de agua madre á 28° B., que corresponden á 75 metros cúbicos de agua de mar, próximamente, los siguientes productos: 40 kilogramos de sulfato de sosa anhidro, 120 de sal comun refinada y 10 de cloruro de po-

tasio. Este último puede ser transformado en sulfato por los medios conocidos.

El cloruro de potasio se extrae también de las cenizas de los varechs, de la potasa bruta de las vinazas y de las aguas saladas, como acabamos de decir; pero actualmente se extrae con especialidad de las citadas minas de Stassfurt, donde se encuentra en cantidad poco menos que inagotable.

Entrando ya en la fabricación propiamente dicha del carbonato de potasa, debemos decir que de algunos años á esta parte ha aumentado bastante el número de fábricas donde se aplica á aquella el procedimiento Leblanc, obteniéndose un producto muy puro. Según el Sr. Grüneberg, sólo en Alemania se fabrican por este procedimiento más de 7 millones de kilogramos de potasa de gran riqueza ó graduación alcalimétrica. Por lo demás, para la fabricación por el procedimiento que nos ocupa, se calcina el sulfato con la creta y hulla menuda, lejiviando la masa calcinada con agua, disolviéndose el carbonato y quedando en el residuo el sulfuro de calcio, del que se extrae el azufre por el procedimiento Schaffner ó Mond, de que ya dimos noticia al describir la fabricación del carbonato de sosa. Casi es inútil decir que la presencia de un poco de sulfato de magnesia en el de potasa, como sucede generalmente, es ventajosa porque contribuye á que resulte una masa calcinada más pura.

El Sr. Grisouilliers ha hecho bastantes ensayos para fabricar el carbonato de potasa por

medio de un procedimiento análogo al del amoniacó. Los principios en que se funda el procedimiento son los siguientes: el bicarbonato de potasa es muy poco soluble en alcohol á 0,95, siéndolo un poco más el carbonato; en el alcohol absoluto, ámbas sales son completamente insolubles, mientras que el amoniacó y el ácido carbónico son absorbidos con gran facilidad por el alcohol, tanto más cuanto mayor es su graduación. El cloruro amónico es bastante soluble en el alcohol diluido, el cloruro de potasio lo es un poco ménos. Ahora bien: si se pone este último en presencia de una disolución alcohólica de amoniacó y de ácido carbónico, hay descomposición, precipitándose carbonato ó bicarbonato de potasa y quedando el cloruro amónico en disolución. Cuanto más concentrado es el alcohol, más completa es la reacción; y es muy importante tener siempre un exceso de ácido carbónico, con objeto de que se forme bi ó sesquicarbonato de potasa, pues el carbonato sólo quitaría agua al alcohol.

Para que este procedimiento fuese realmente práctico, era preciso que quedase muy limitado el empleo del alcohol; y el Sr. Siemens ha construido con este objeto un aparato de marcha continua, en extremo sencillo, que reduce la pérdida de aquel alcohol y de amoniacó á un minimum: 0,5 por 100 de alcohol por quintal de carbonato de potasa.

Este método se emplea en la gran fábrica del Sr. Kunheim, en Berlin. Púedese emplear cualquier especie de alcohol, aun el de calidad

inferior. En el cilindro de descomposicion se introduce mecánicamente cloruro de potasio de un modo continuo; el alcohol de 95 por 100 corre á traves de la sal, y al mismo tiempo se hace llegar por la parte inferior ácido carbónico y amoniaco. La descomposicion se verifica con gran rapidez, favorecida por un agitador, y un ingenioso mecanismo del interior del aparato utiliza la diferencia de peso específico, para separar continuamente el bicarbonato de potasa del cloruro de potasio. El alcohol, saturado de cloruro amónico, pasa al regenerador que funciona tambien de un modo continuo; en éste se vuelven á obtener el amoniaco y el alcohol, destilando sobre cal. El bicarbonato de potasa, por el contrario, se lleva á un filtro-prensa, donde se le despoja de la mayor parte de las aguas madres y se le lava. Calentándolo, se trasforma en carbonato.

Como no tenemos más noticias sobre este procedimiento que las que acabamos de dar, no nos atrevemos á formular nuestra opinion sobre él, aún cuando no se pueda negar que, por lo ménos, es un procedimiento muy ingenioso.

En el Norte de Francia se preparan grandes cantidades de carbonato de potasa por el siguiente procedimiento, en el que se emplea el sulfato de potasa procedente de la reaccion del ácido sulfúrico sobre el cloruro: disuélvese el sulfato en agua, y á esta disolucion se añade carbonato de barita pulverizado, haciendo llegar á la masa líquida en agitacion una corriente de gas ácido carbónico, por cuyo medio se

forma sulfato de barita que se precipita y carbonato de potasa que queda disuelto, si se ha procurado que no fuera excesiva la corriente de ácido carbónico. El líquido claro se evapora hasta sequedad, y queda como residuo un carbonato de potasa muy puro.

Antes del descubrimiento de las minas de Staffurt se propusieron varios procedimientos para preparar la potasa por medio del feldespato y otros silicatos, pero ninguno de ellos llegó á merecer la sancion de la práctica.

Potasa extraida de la suarda.—La fabricacion de la potasa por medio de la suarda, data de fecha muy reciente, pero ha llegado ha adquirir alguna importancia, como hemos tenido ocasion de ver al hablar de la actual produccion de potasa. Obtiénese la potasa de la suarda lavando las lanas que la contienen todavía con agua fria. De este modo se obtienen disoluciones de 1,10 de densidad, que al ser evaporadas, dejan un residuo carbonoso especial, llamado sudorato de potasa. Calcinando este residuo, dentro de retortas de gas, se obtiene una masa salina, que, al ser tratada por el agua, forma una lejía que se concentra en seguida á 30° y hasta 50 grados B.; al enfriarse el líquido concentrado deposita cierta cantidad de cloruro y de sulfato de potasa, obteniéndose un carbonato casi puro, evaporando hasta sequedad las aguas madres que resultan. Los gases que se desprenden de la retorta donde se produce la calcinacion, son principalmente amoniaco é hidrógeno carbonado: el primero es

retenido en un depurador de gas; el segundo se puede emplear como gas de alumbrado ó combustible.

Segun Maumené y Rogelet, un vellon de lana que pesa 4 kilogramos, contiene 600 gramos de suarda que pueden suministrar 198 gramos de carbonato de potasa puro. Pero segun el Sr. Fuchs, la cantidad de suarda debe reducirse á 300 gramos, cuya composicion es la siguiente:

Sulfato de potasa.	7,5
Carbonato de potasa.	133,5
Cloruro de potasio.	9,0
Sustancias orgánicas.	150,0
	300,0

Potasa refinada y potasa cáustica. — En cristalería y en alguna otra industria se exige un carbonato de potasa puro. La potasa bruta, generalmente la perlasa de América, se funde en un horno de reverbero, construido como los empleados en la industria de la sosa, despues de haberla mezclado cierta cantidad de serrin de madera ó virutas, con el objeto de trasformar en carbonato la potasa cáustica y el sulfuro de potasio que pueda contener la perlasa. Una vez fundida la materia, se extrae del horno, se deja enfriar y se trata por el agua; la disolucion se deja reposar y se aclara; se decanta el líquido claro, que se evapora hasta sequedad en un horno de reverbero, donde se convierte en un polvo negro-gris. Este polvo se disuelve, se deja en reposo la disolucion hasta

que se aclare, se decanta y se evapora en un tercer horno de reverbero, de donde sale mucho más blanco.

Se disuelve tercera vez y se concentra hasta el punto que cristalice todo el sulfato de potasa por enfriamiento; se decantan las aguas madres y se concentran, de suerte que al enfriarse se forma una masa cristalina, que no es otra cosa que el carbonato con dos moléculas de agua, de que hemos hablado al principio.

La potasa cáustica tiene infinitamente ménos importancia industrial que la sosa cáustica; pero así y todo tiene alguna, por cuyo motivo diremos algo sobre la fabricacion de dicha potasa cáustica. Se prepara una lejía con carbonato bruto y se caustifica por la cal; debiendo advertir que cuando el carbonato se ha fabricado por el procedimiento Leblanc, sería muy conveniente aumentar un poco el carbon de la mezcla, para obtener un carbonato más cáustico que de ordinario. Cuando se hace la caustificacion por la cal, la lejía es muy diluida, y para evitar tanto consumo de combustible, se puede emplear dicha lejía como agua de alimentacion de las calderas de vapor, segun ya tuvimos ocasion de decir al hablar de la preparacion de la sosa cáustica. La lejía se evapora á sequedad en calderas abiertas, de la que se van extrayendo las sales extrañas que se precipitan.

La potasa cáustica se obtiene en algunas circunstancias en que puede aprovecharse ventajosamente. Por ejemplo: en la descomposicion del sulfato de potasa por la barita cáustica; en

la trasformacion del cloruro de potasio en fluo-silicato de potasio y descomposicion de este último por la cal cáustica; en la calcinacion del nitrato de potasa con virutas de cobre; en la descomposicion del feldespató por el espato fluor y una mezcla de creta é hidrato de cal, en un horno de yeso, retorta de gas, etc.

SALITRE.

Propiedades y aplicaciones.—El salitre ó nitrato es el nitrato de potasa de los químicos (KNO^3); se presenta en cristales que no contienen agua; tiene un sabor fresco y un poco amargo. A 350° entra en fusion. Es un cuerpo oxidante muy enérgico. La solubilidad del nitrato de potasa aumenta rápidamente con la temperatura, como se ve en el siguiente estado:

100 partes de agua disuelven á	0° —	13,32 del nitrato.
—	18° —	29 00 —
—	45° —	74,60 —
—	97° —	236 00 —

Hé aquí, segun Gerlach, un cuadro que indica las densidades de las soluciones de nitrato de potasa á 15° , expresando la riqueza en este nitrato:

Densidades	KNO^3 %	Densidades.	KNO^3 %	Densidades.	KNO^3 %
1,00641	1	1,05197	8	1,09977	15
1,01283	2	1,05861	9	1,10701	16
1,01924	3	1,06524	10	1,11426	17
1,02566	4	1,07215	11	1,12150	18
1,03207	5	1,07905	12	1,12875	19
1,03870	6	1,08596	13	1,13599	20
1,04534	7	1,09286	14	1,14361	21,074

La saturacion corresponde al 21,074 por 100 de nitrato de potasa.

Las principales aplicaciones del nitrato de potasa son la fabricacion de la pólvora, afinacion del vidrio, como fundente y como oxidante en diferentes operaciones metalúrgicas, como abono, en la afinacion del hierro por el procedimiento Heaton, y en la preparacion de gran número de productos químicos y farmacéuticos.

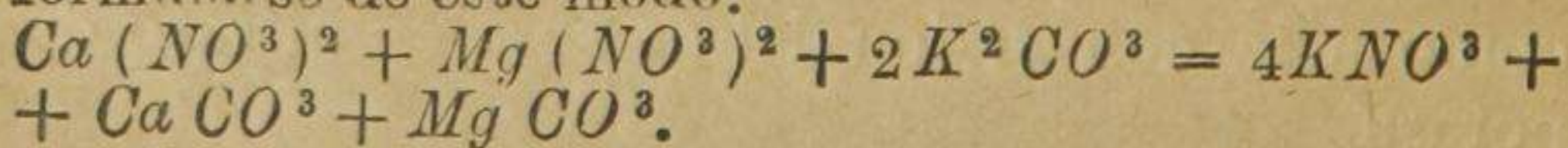
El salitre se encuentra formado ya en la naturaleza, y tambien se le puede preparar artificialmente. Encuéntrase formando eflorescencias en la superficie del terreno en España, Hungría, Egipto, en las Indias Orientales. Sabido es que Chile y Perú se encuentra muy abundante el llamado nitro del Perú ó de Chile, que no es otra cosa que el nitrato de sosa, que contiene cierta cantidad de salitre ó nitrato de potasa. Algunas plantas contienen tambien cantidades considerables de salitre, por ejemplo, las *Amaranthus blitum*, *atropurpureus* y *melancholicus*.

En otro tiempo tenian alguna importancia las llamadas nitreras artificiales, en las que se procuraba favorecer la nitrificacion por todos los medios que la ciencia ha demostrado ser necesarios para que aquella se verifique. Pero hoy no tienen ninguna importancia tales nitreras artificiales, por lo que no nos ocuparemos de ellas, y sí tan sólo de la extraccion del salitre natural, para pasar despues á su refino, así como á la conversion del de sosa en nitrato de potasa.

Extraccion y refino del salitre.—La extraccion del salitre se reduce generalmente á lavar las tierras salitrosas, añadiendo con frecuencia carbonato de potasa para trasformar los nitratos de cal y de magnesia y otros en salitre; la disolucion se evapora en seguida y se deja cristalizar. Las lejías deben tener una riqueza de 12 á 13 por 100 para que se puedan evaporar en condiciones convenientes.

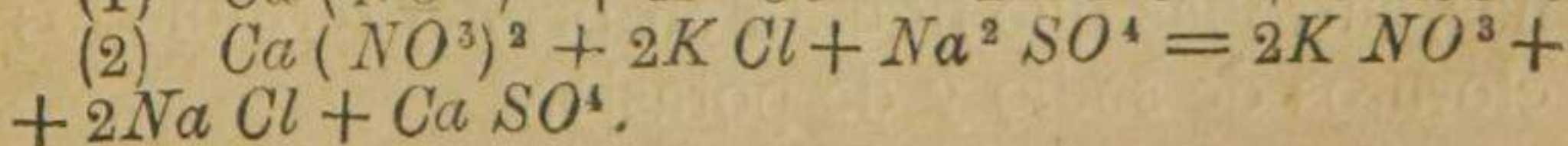
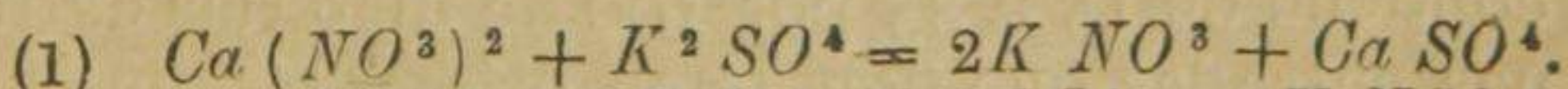
La composicion de las lejías brutas contiene nitratos de cal, de magnesia, de potasa y de sosa, cloruros de calcio, de magnesio y de potasio, sales amoniacaes y sustancias vegetales y animales. Para trasformar todos los nitratos en salitre se emplea, como hemos dicho, el carbonato de potasa en disolucion de una parte de carbonato por dos de agua (1). Los cloruros de calcio y de magnesio se descomponen á su vez, y se trasforman en cloruro de potasio y en carbonatos de cal y magnesia. En vez del carbonato de potasa, se suele emplear para la saturacion el sulfato de potasa; sólo que en este caso se exige que ante todo se añada una lechada de cal para descomponer las sales magnesianas de la lejía bruta y evaporar despues, y al añadir el sulfato de potasa se deposita inmediatamente sulfato de cal, quedando disuelto ni-

(1) Suponiendo que tenemos nitratos de cal y de magnesia, además del de potasa, la reaccion podrá formularse de este modo:



trato de potasa (1). Por último, también se puede hacer la saturación por medio del cloruro de potasio, en cuyo caso, y después del tratamiento por la cal, como en el caso anterior y para el mismo efecto, al añadir al líquido decantado aquel cloruro, hay que añadir también sulfato de sosa en iguales equivalentes; de este modo se precipita la cal en forma de sulfato, y el nitrato de sosa que se forma, con el cloruro de potasio, un citrato de potasa y cloruro de sosa (2).

La lejía bruta, separada por decantación de los carbonatos térreos, en el primer caso, y de los sulfatos en el segundo y tercero, contiene, además del nitrato de potasa, cloruro de potasio y de sodio, carbonato amónico, y el de potasa ó el sulfato de esta misma base añadidos en exceso, y, por último, una pequeña cantidad de materias colorantes. Generalmente esta lejía se concentra en una caldera de cobre *V* (fig. 2.^a), en la que van entrando nuevas cantidades á medida que el agua se evapora; durante esta concentración se forman espumas que se separan con una espumadera y se echan en canastos para que vuelvan á la caldera las aguas que escurran, y ciertos depósitos de materias terrosas llamados lodos ó sarros que se recogen en el caldero *u*. Para economizar el combustible, la lejía es calentada de antemano en una caldera plana,



que lo es á su vez por los humos de la combustion ántes de entrar en la chimenea de tiro.

La evaporacion de la lejía requiere gran cuidado, sobre todo cuando el líquido se aproxima á su máxima concentracion; en tal punto, el obrero debe hacer de modo que las sales (cloruros de potasio y de sodio) no se adhieran al fondo de la caldera, lo que podria dar lugar á explosiones ó perjudicar, cuando ménos, la buena marcha de la operacion; por este motivo debe remover constantemente el líquido para que no se adhieran aquellas sales, y de vez en cuando con una pala ó una espumadera extraerlas de la caldera. El caldero colocado en medio de ésta favorece mucho la buena marcha de la operacion.

Una vez que la lejía ha adquirido el grado de concentracion necesario, lo que se conoce por medio de un pequeño ensayo, sacando una muestra de aquella y haciendo cristalizar por enfriamiento, se decanta á grandes receptáculos donde se la deja en reposo durante cinco ó seis horas, en cuyo tiempo se depositan todavía más impurezas y se aclara dicha lejía. Así que el enfriamiento de ésta es de 60°, se lleva á cristalizadores de cobre en los que se verifica la cristalizacion en unas cuarenta y ocho horas; se separan los cristales y se mezclan las aguas madres con nueva lejía bruta. El salitre obtenido de este modo se llama *salitre en bruto* y contiene de 15 á 25 por 100 de materias extrañas, entre las que figuran en primer término los cloruros de sodio y de potasio.

El refinado del salitre bruto está fundado en la gran solubilidad del nitrato de potasa, relativamente á la del cloruro y sulfato de la misma base y á la del cloruro de sodio. En una caldera, por ejemplo, en la de la figura 2.^a, se echan 600 kilogramos de agua y 1.200 de nitro bruto, calentando la mezcla moderada y lentamente hasta llevar el líquido á la ebullicion, en cuyo momento se añaden todavía 2.400 kilogramos de nitro bruto. La mayor parte de los cloruros de potasio y de sodio, y de los sulfatos de potasa y sosa, se encuentran precipitados y se retiran con espumaderas ó grandes cucharas de la caldera. Sacada toda esta parte, se añade á la disolucion 400 kilogramos de agua fria, y despues una disolucion de un kilogramo de cola, llevando el líquido á la ebullicion otra vez, y separando la espuma á medida que se forma.

Se deja enfriar el líquido claro, y cuando tenga 88°, se decanta á unos cristalizadores donde cristaliza rápidamente el nitrato, cuyos cristalizadores, que la figura 3.^a representa en seccion transversal, son de cobre, están montados en mampostería *a a*, y su fondo consiste en dos planos inclinados formando canal en medio y con un extremo más alto que otro, para que puedan correr las aguas madres. Para que no se formen gruesos cristales en el acto de la cristalización, se interrumpe ésta agitando el líquido concentrado, por cuyo medio se obtiene el salitre en harina.

De estos cristalizadores pasa el salitre á unas cajas de 3 metros de longitud por 1^m,20 de an-

cho, provistas de doble fondo agujereado, en las que debe ser lavado. El salitre, colocado sobre el doble fondo, es lavado con 3.000 litros de una disolucion saturada de nitrato de potasa puro; al cabo de unas dos ó tres horas de contacto, se abre una llave de sangría por la que sale el líquido saturado del salitre, pero que ha podido disolver las sales extrañas que contenia el recién cristalizado; el mismo lavado se repite otras dos veces, una con 3.000 litros de disolucion saturada y otra con 1.200. El nitro de este modo preparado, despues de dejarlo escurrir bien, se le seca á una temperatura suave, se le criba y embala.

Preparacion del salitre con el nitrato de sosa.
—Uno de los medios á que en el dia se recurre más generalmente y en mayor escala para obtener nitrato de potasa ó sea salitre, es á la trasformacion del nitrato de sosa ó salitre de Chile ó del Perú en aquel, por la reaccion del cloruro de potasio sobre este último: 100 kilogramos de nitrato de sosa, más 87,9 de cloruro de potasio, dan 119,1 de salitre y 68,8 de sal comun.

El nitro del Perú ó Chile, refinado, que es como se importa en Europa, se compone de

Nitrato de sosa.	94,03
Nitrato de sosa.	0,31
Cloruro de sodio.	1,52
— de potasio.	0,64
Sulfato de sosa.	0,92
Iodato y ioduro de sodio.	0,29
Cloruro de magnesio.	0,93
Acido bórico.	indicios.
Agua.	1,96
	<hr/>
	100,00

El nitro bruto, ó sea el *salitre* que sirve para preparar este nitro refinado, y que es el mineral extraído directamente, se compone de nitro, 48 á 55 por 100; sal, 35 á 40; sustancias insolubles, 10 á 12.

Desde hace algunos años exportan Chile y Perú no tan sólo el nitrato de sosa, sino también el de potasa. Este salitre es un producto accesorio de la refinación del nitro y cristalización de las aguas madres de este último.

Los refinadores no se preocupan en separar las dos clases, sino que se expide una mezcla de:

Nitrato de potasa.	36 partes.
— de sosa. .	60 —
Cloruro de sodio..	4 —
Sulfato.	indicios.
	<hr/>
	100

La transformación del nitrato de sosa en salitre se hace, según ya hemos dicho, por el cloruro de potasio, con arreglo á uno de los siguientes métodos para separar la sal.

Equivalentes iguales de cloruro de potasio y nitrato de sosa se disuelven en grandes calderas de fundición con vapor de agua; se decanta, y se deja enfriar agitando; el nitrato de potasa se deposita, se deja escurrir y se lava con agua fría. Ó bien se disuelve primero el cloruro de potasio, cuando la disolución marca 1,20, se introduce la cantidad equivalente de nitrato de sosa y se evapora á fuego desnudo, se tritura la sal, que se separa y se lava. Cuando la disolución llega á 1,50 se trasiega, se deja precipi-

tar el cloruro de sodio, y por enfriamiento se obtiene el salitre; se le lava con agua fría.

Por último, el cloruro de potasio y el nitro, ambos al estado sólido, se calientan con una cantidad de aguas madres insuficientes para disolverlos; el agua evaporada es reemplazada por nuevas cantidades de agua madre; bien pronto todo el nitrato de potasa está disuelto; el cloruro de sodio queda insoluble.

Es muy conveniente conocer el procedimiento seguido en la fábrica de salitre de Simmernig, cerca de Viena, que produce anualmente 2,5 millones de kilogramos de esta sal. Las fábricas de Swesda, San Petersburgo, y G. Werzyl y C.^a, de Lovaina, trabajan con arreglo al mismo principio.

En Simmernig emplean el cloruro de potasio de Kalusz y de Stassfurth, que contiene por lo menos 80 por 100 de KCl ; el de Kalusz es preferido porque no contiene sales de magnesia y se disuelve mejor no habiendo sido calcinado sino ligeramente. El nitro de Chile contiene 93 á 95 por 100 de $NaNO_3$; se conserva en un almacén asfaltado y en pendiente, con el objeto de recoger las aguas madres que escurren, sobre todo en invierno.

La buena instalación de estas fábricas se hace notar en que apenas se emplean las máquinas para elevar los líquidos. Los recipientes que deben contener el agua y las aguas madres son los más elevados; un poco más abajo siguen las calderas de disolución y refinamiento, en seguida los filtros, los depósitos de cristalización y, por

último, los destinados á recoger las aguas madres, que son de nuevo elevadas por medio de bombas á la parte superior.

La descomposicion del cloruro de potasio y del nitrato de sosa se hace en vasijas redondas de palastro, de 2 metros de altura y 2^m,5 de diámetro, cerradas por una tapa de fundicion y provistas de un agitador mecánico. Son calentadas por medio de un serpentín de cobre que circula á lo largo de las paredes en el interior del aparato, que sirve al mismo tiempo á evaporar las aguas madres. Se llena primero con aguas madres de operaciones anteriores, y se evaporan hasta 1,53, hácese una fuerte precipitacion de cloruro de sodio. Llegado este punto, se añade poco á poco, por el agujero de hombre de la tapa 3.000 kilogramos de nitrato y la correspondiente cantidad de cloruro de potasio; se hace todavía hervir media hora, y todo el contenido de la caldera se vacia en los filtros, por medio de una llave bastante ancha que se encuentra cerca del fondo del aparato. Los filtros son vasijas de hierro, cuadradas, de 2^m,5 de ancho por 1^m,6 de altura, provistas de una llave en su base y de un doble fondo de madera agujereado y revestido de un filtro de tela. Un tubo de vapor desemboca debajo de este doble fondo. Se deja reposar la disolucion dos ó tres horas; el cloruro de sodio se precipita, y cuando se hace correr el líquido á los cristalizadores, marca una densidad de 5,63 y una temperatura de 95°. La sal que queda sobre el filtro y contiene todavía 12 á 20

por 100 de salitre, es recubierta primero por las aguas madres, en seguida lavada dos veces con aguas madres débiles, y por último, tratada por el agua caliente; en seguida se la quita de los filtros y se deja escurrir.

Los cristalizadores en que hemos dejado las disoluciones del nitrato de potasa son de fundición, redondos, y tienen 4 metros de diámetro y 0^m,87 de altura; están provistos de agitadores que, á medida que la sal se deposita, pueden elevarse ó sacarse del líquido.

Un cristalizador suministra 7.000 kilogramos de salitre bruto, y la operación dura de treinta á treinta y seis horas. Las aguas madres (1,32 á 1,39) se decantan por la llave y corren á recipientes de donde son elevadas á los depósitos superiores para ser evaporadas y sirven para disolver nuevas cantidades de materias primeras. Su composición es la siguiente:

Nitrato de potasa.	29,40
Cloruro de sodio.	25,72
Nitrato de sosa.	1,32
Cloruro de magnesio.	2,10

En cuanto al salitre bruto, es escurrido todo lo más posible y lavado en el mismo aparato con las aguas madres procedentes del lavado del salitre con el agua pura; contiene todavía de 0,8 á 2 por 100 de sal, y sirve para el refino ó como abono.

El refino se hace en un aparato especial, muy análogo al empleado para verificar la disolución de las materias primeras; se emplean como di-

solventes las aguas madres débiles de operaciones precedentes y se llega hasta una concentración de 1,55 en caliente. Esta disolución atraviesa por filtro después de haber permanecido dos horas, y se conduce á los cristalizadores. Como estos son de hierro, los cristales tienen de ordinario un color amarillo, y se añaden por cada 5.000 kilogramos de salitre 100 gramos de ultramar suspendido en el agua. Se interrumpe la cristalización para obtener arenilla, y ésta contiene todavía 0,25 á 0,75 de cloruro de sodio; se la cubre de agua fría en vasijas de hierro de 1^m,58 de altura por 2^m,53 de longitud, recubiertas interiormente de hojas bastante delgadas de cobre y provistas de un doble fondo y llaves. Se deja macerar el salitre varias horas con el líquido y se lava en seguida con muy poca agua. Por último, se hace recristalizar en los aparatos descritos y se deseca.

ÁCIDO NÍTRICO.

Propiedades y aplicaciones.—El ácido nítrico al máximo de concentración, ó sea el llamado monohidratado (NHO^3), esparce vapores al aire, por lo que se le llama fumante. Cuando puro es blanco, trasparente, muy flúido; á -50° se congela. Se combina con varias proporciones de agua, por lo que se calienta ésta cuando se le añade dicho ácido monohidratado. De todos los hidratos de este ácido el mejor definido es el que tiene por fórmula

$2 \text{NHO}^3 + 3 \text{H}^2 \text{O}$, llamado 'á cuatro equivalentes de agua, que es completamente incoloro, con una densidad de 1,42 y un punto de ebullicion de 123° . Así, pues, cuando se someta á la destilacion un ácido nítrico, cualquiera que sea su densidad, llegará siempre un momento en que la temperatura será de 123° y destilará el expresado hidrato. El siguiente estado indica las densidades á 15° de diferentes disoluciones de ácido nítrico, expresando su riqueza centesimal en ácido (NHO^3) y en anhidrido nítrico ($\text{N}^2 \text{O}^5$):

Densidades.	Grados Beaumé	Composicion.	Agua %.	Acido real % (NHO^3).	Anhidrido ($\text{N}^2 \text{O}^5$).	Punto de ebullicion.
1,522	49,3	NHO^3	»	100,00	85,8	86°
1,486	46,5	+ $\frac{1}{2} \text{H}^2 \text{O}$	11,25	88,75	75,1	99°
1,452	45,	$\text{H}^2 \text{O}$	22,22	77,78	66,7	115°
1,420	42,6	$\frac{3}{2} \text{H}^2 \text{O}$	30,00	70,00	60,1	120°
1,390	40,40	$2 \text{H}^2 \text{O}$	36,36	63,64	51,5	119°
1,361	38,20	$\frac{5}{2} \text{H}^2 \text{O}$	41,67	58,33	50,1	117°
1,338	36,5	$3 \text{H}^2 \text{O}$	46,16	53,84	46,2	»
1,315	34,5	$\frac{7}{2} \text{H}^2 \text{O}$	50,00	50,00	42,9	113°
1,297	33,2	$4 \text{H}^2 \text{O}$	53,33	46,67	40,1	»
1,277	31,4	$\frac{9}{2} \text{H}^2 \text{O}$	56,25	43,75	37,6	»
1,260	29,7	$5 \text{H}^2 \text{O}$	58,82	41,18	35,4	»
1,245	28,4	$\frac{11}{2} \text{H}^2 \text{O}$	61,11	38,89	33,1	»
1,232	27,2	$6 \text{H}^2 \text{O}$	63,16	36,84	31,6	»
1,219	25,8	$\frac{13}{2} \text{H}^2 \text{O}$	65,00	35,00	30,1	»
1,207	24,7	$7 \text{H}^2 \text{O}$	66,67	33,33	28,6	108°
1,197	23,8	$\frac{15}{2} \text{H}^2 \text{O}$	68,18	31,82	27,3	»
1,188	22,9	$8 \text{H}^2 \text{O}$	69,56	30,44	26,1	»
1,180	22,0	$\frac{17}{2} \text{H}^2 \text{O}$	70,83	29,17	25,0	»
1,173	21,0	$9 \text{H}^2 \text{O}$	72,00	28,00	24,0	»
1,166	20,4	$\frac{19}{2} \text{H}^2 \text{O}$	73,08	26,92	23,1	»
1,160	19,9	$10 \text{H}^2 \text{O}$	74,07	25,93	22,2	»
1,155	19,3	$\frac{21}{2} \text{H}^2 \text{O}$	75,00	25,00	21,4	104°

El ácido del comercio es siempre más ó menos coloreado y contiene vapores nitrosos en disolución, un poco de ácido clorhídrico procedente de la descomposición de los cloruros que acompañaban al nitro empleado como primera materia, y quizás algo de ácido sulfúrico arrastrado mecánicamente ó volatilizado. Cuando el peso específico del ácido es 1,35 á 1,45 se le suele llamar en el comercio agua fuerte doble, y simple ú ordinaria cuando esta densidad no pasa de 1,25. Conócese también en el comercio y en la industria el ácido nítrico rojo fumante, de color amarillo rojizo, que desprende en contacto del aire vapores pardo-rojizos, y cuyo peso específico es de 1,552, solidificándose á -49° en una masa pardo-rojiza.

El ácido nítrico es uno de los agentes oxidantes más enérgicos que se conocen, y á esta propiedad se deben muchas de sus aplicaciones. Si contiene en disolución vapores nitrosos, esta propiedad es acrecentada considerablemente. Excepto el titanio, oro, platino y algunos otros de los que acompañan á este último, todos los metales descomponen el ácido nítrico, aunque, como es consiguiente, en condiciones bastante variables de concentración. De todas las acciones de los metales sobre el expresado ácido merece conocerse la del hierro: cuando aquel es concentrado no ataca á este último, que lo es en cambio enérgicamente si dicho ácido es débil, por ejemplo, de 1,42 de densidad; y sucede después del contacto un tanto prolongado del primer ácido con el metal,

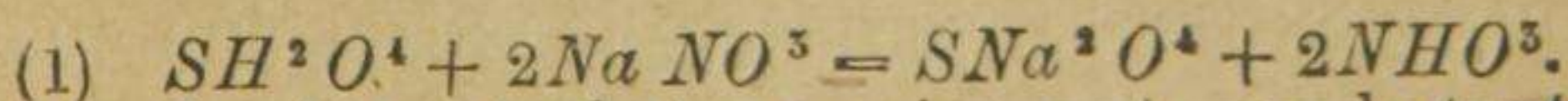
que éste no es ya atacado, aún cuando se diluya el mismo ácido hasta que sólo tenga la expresada densidad de 1,42.

Las aplicaciones del ácido nítrico son muy numerosas, pudiéndose citar como principales la fabricación del ácido sulfúrico, compuestos nitrados (nitrobencina, nitrotolueno, nitronaftalina, nitroglicerina, nitromanita, algodón pólvora, amarillo de Martius, ácido pícrico), nitratos metálicos, ácido oxálico, etc.; también se le aplica en tintorería, en el grabado al agua fuerte, y en otros muchos usos.

Fabricación del ácido nítrico.—La fabricación del ácido nítrico está fundada en la propiedad de los nitratos de dejarse descomponer por el ácido sulfúrico, quedando en libertad el ácido nítrico que puede destilar y ser condensado. Los únicos nitratos empleados en la industria son el de potasa y más especialmente el de sosa, preferencia que es debida á las siguientes circunstancias: el nitrato de sosa es más abundante y económico, y en igualdad de peso y para igual cantidad de ácido sulfúrico da más ácido nítrico. Con efecto, en la práctica industrial, 100 partes de salitre dan 100 de ácido nítrico, mientras que igual cantidad de nitrato de sosa produce 120 de este mismo ácido, necesitándose en ambos casos la misma cantidad de ácido sulfúrico. No olvidemos, sin embargo, que el residuo que queda cuando se emplea el nitrato de potasa, ó sea el bisulfato de potasa, tiene mucho más valor que el del nitrato de sosa, ó sea el bisulfato de esta base.

A primera vista parece que debiera emplearse una molécula de ácido sulfúrico (SH^2O^4) por dos de cualquiera de los nitratos, para obtener otras dos de ácido nítrico y una de sulfato (1); pero á la temperatura á que se opera se forma bisulfato alcalino y no sulfato neutro, de suerte que queda por descomponer la mitad del nitrato. Resulta de aquí una mezcla de nitro sin descomponer y bisulfato, que, al aumentar el calor, reaccionan entre sí y producen vapores nitrosos en gran abundancia. Para evitar este inconveniente se duplica la cantidad teórica del ácido, tomando 98 partes en vez de 49 por 100 partes del nitrato de sosa (2).

Todas las fábricas no toman las mismas proporciones relativas de ácido sulfúrico y nitrato de sosa: algunas emplean tan sólo una cantidad de ácido un poco superior al equivalente del nitrato; otras, hasta $1 \frac{3}{4}$ de moléculas del primero por 1 del segundo, siendo preferibles estas últimas proporciones porque quede un residuo que puede extraerse con más facilidad. La concentración del ácido sulfúrico empleado tiene gran influencia en la del ácido nítrico que se obtendrá; generalmente se recurre al ácido de 60° B. ó sea el que resulta directamente de la evaporación en las calderas de plomo, con el que se obtendrá un ácido nítrico de 40 á 42 grados B., según la cantidad del ácido sulfúrico empleado



(1) La fórmula de la reacción será, por lo tanto:
 $NaNO^3 + SH^2O^4 = NHO^3 + NaHSO^4$.

LIBRERIA Y PAPETERIA
 GUILLERMO
 ABUJUELO
 PLAZA 27A

y la temperatura á que se ha verificado la reaccion. Cuando se quiere un ácido nítrico más fuerte ó concentrado, por ejemplo, de 48 á 50 grados B., que es el mono hidratado puro, se emplea el nitrato de sosa seco y el ácido sulfúrico de 62° B. Por último, si se quiere un ácido nítrico más débil que el primero, se recurre al agua que generalmente se deja en las vasijas de condensacion.

Veamos ya los aparatos empleados en la fabricacion del ácido nítrico.

La figura 4.^a representa uno de los más empleados, y consta, como se ve en la misma, de una retorta cilíndrica de fundicion *A*. Las dimensiones de estas retortas son muy variables: generalmente se ponen dos juntas en un mismo horno, *CD*, con un solo hogar *B*, teniendo 1,^m66 de longitud, 0,^m66 de diámetro y 25 milímetros de espesor en sus paredes. Los cilindros llevan dos fondos de quita y pon *PP*; de uno de esos fondos parte una alargadera de gres *J* que conduce los vapores ácidos á una serie de bombonas (6 á 8 para dos cilindros), donde se condensan con mucha más facilidad que los vapores de ácido clorhídrico; en el otro fondo hay un agujero que se mantiene tapado con tapon de tierra refractaria, excepto cuando se carga el ácido sulfúrico por el embudo *S*. Para evitar la gran pérdida de tiempo que tiene lugar al enfriarse el bisulfato de sosa para que se solidifique y extraerlo, se hace esta extraccion cuando todavía este bisulfato está flúido, á cuyo efecto en el fondo posterior y en su parte baja

se abre un agujero de 5 á 6 centímetros, que se mantiene tapado durante la operacion por un tapon ligeramente cónico; el bisulfato corre por este agujero á una vasija de palastro vertical.

Esta última modificacion, á pesar de su sencillez, produce una extraordinaria economía de tiempo, duplicándose nada ménos la produccion en igualdad de él. Gracias á esta circunstancia, la fabricacion del ácido nítrico de 48° B. dura veinte y cuatro horas; la del ácido de 36 á 37 grados B. dura doce horas. La carga en los dos cilindros dispuestos en cada hueco, es de

$2 \times 125 = 250$ kilogramos de nitrato de sosa.

$2 \times 180 = 37$ — de ácido sulfúrico de 60°,

equivaliendo esta última cantidad á 288 kilogramos de ácido sulfúrico de 66°, ó 450 de 54°, y obteniéndose una cantidad de ácido nítrico de 36° igual á 300 kilogramos, ó 500 de 27°, ó 280 de 48°.

En algunas fábricas se reviste la parte superior de estas retortas de una capa gruesa de tierra refractaria para impedir que los vapores de ácido nítrico ataquen la fundicion en esta parte; en la inferior no es menester tal precaucion, porque la masa salina que se forma hace las veces de preservativo, y tampoco sería conveniente revestirla de materias malas conductoras del calórico, porque sería preciso aumentar mucho la accion del fuego.

Muchos fabricantes encuentran preferible el empleo de cubetas de fundicion, que son una especie de calderas cerradas, en vez de los ci-

lindros descritos. En la parte superior llevan estas calderas una puerta para cargar el nitro, la que se cierra perfectamente; en su punto medio tiene esta puerta ó tapa un agujero de 3 á 4 centímetros de diámetro para cargar por él, y por medio de un embudo de plomo, el ácido sulfúrico, cuyo agujero se cierra en seguida con un tapon de arcilla refractaria. De la parte alta de la misma caldera, de un punto próximo á la tapa, parte el tubo abductor que conduce los vapores nítricos al aparato de condensacion. A pesar de que algunos encuentran preferibles estas cubetas á los cilindros de que ántes hemos dado la descripcion, para nosotros no hay duda de que tienen estos sobre aquellas indudables ventajas, tales como facilidad en la carga y descarga, mayor regularidad en la marcha de la operacion y menor consumo de combustible.

Al empezar la operacion salen siempre vapores rojos del aparato productor ó retorta. Se debe esto á que el primer ácido nítrico que queda libre pierde su agua por arrebatársela el ácido sulfúrico, que tan ávido es de este líquido, y aquel ácido se descompone en parte en ácido hiponítrico y oxígeno (1). Pero muy pronto el nitrato se liquida, se generaliza el desprendimiento del ácido nítrico en toda la masa, y en tal estado la proporcion de vapores nitrosos queda muy reducida. Al terminar la operacion vuelven á presentarse los vapores rojizos en abundancia, debido á que el ácido nítrico se

(1) $2 \text{NHO}^3 - \text{H}^2 \text{O} = 2 \text{NO}^2 + \text{O}$.

descompone de nuevo por el gran aumento de temperatura.

Ya hemos dado una idea de lo que suele ser generalmente el aparato de condensacion del ácido nítrico, á saber: una serie de bombonas análogas á las empleadas en la condensacion del ácido clorhídrico, sólo que el ácido de que nos ocupamos ahora es mucho más fácil de condensar. En la actualidad se va adoptando en casi todas partes el método del Sr. Chev , que consiste en fraccionar la destilacion de suerte que se pueda obtener ácido nítrico incoloro desde la primera operacion.

La figura 5.^a representa la llave de gres de que se vale el Sr. Chev  para verificar dicho fraccionamiento de los productos. El tubo *A* comunica con el aparato productor, mientras que los *B* y *B'* comunican cada uno con una serie de bombonas destinadas á recoger el ácido. La llave está dispuesta de modo que se puede á voluntad establecer la comunicacion entre *A* y *B'* mientras que *B* está cerrado, ó bien entre *A* y *B*. De esta manera, disponiendo la llave en la conveniente disposicion se puede separar completamente y sin gastos el ácido rojo del incoloro. Por lo que toca al ácido rojo, cuando se tiene una cantidad considerable reunida, se calienta al ba o de arena á 50° y se vuelve blanco, y los vapores nítricos que se desprenden se condensan en agua, sirviendo el ácido nítrico, de este modo obtenido, para las c maras de plomo.

Entre el cilindro ó retorta y los aparatos de condensacion, intercalan algunos fabricantes

tubos de vidrio para poder vigilar la operacion. Las antiguas bombonas se van sustituyendo, sobre todo en Inglaterra, por otras más cilíndricas y de más fácil manejo, pero hasta ahora no se ha conseguido hacerlas resistir á los cambios bruscos de temperatura, por lo que son muy frecuentes las roturas y pérdidas de ácido. Algunas fábricas de productos cerámicos construyen vasijas que resisten á una temperatura elevada, pero estos gres tienen el inconveniente de ser demasiado porosos, y no se conoce todavía un buen enlodado que resista á la acción del ácido nítrico, debiendo ser los recipientes fundidos reemplazados al poco tiempo.

La fig. 6.^a representa la disposición adoptada por los señores Devers y Plisson para condensar el ácido nítrico. Consta el nuevo aparato condensador de diez botellas, y un cilindro oculto detras del macizo de ladrillos *M*, del que parte un tubo de gres que empalma con otro de vidrio *G* que se adapta á una de las tres tubuladuras de la primera botella *A*. En esta botella es donde se detienen las primeras porciones del ácido, lo que puede arrastrar y, en general, todas las impurezas; esta misma botella está provista interiormente de un pequeño tubo que forma cierre hidráulico, de modo que tan pronto como el líquido ha alcanzado algunos centímetros de altura, el exceso corre por medio del expresado tubo á otra botella *A'* herméticamente cerrada; la segunda tubuladora de la botella en cuestion lleva un embudo por el que cae el agua del frasco *F*, destinada á favorecer

la condensacion del ácido ; por último, por medio de un tubo de vidrio pasan los vapores ácidos á la botella *B*, que, lo mismo que las otras *B'* y *B''*, deja correr los productos condensados al tubo *A''* por medio del tubo *T'*. Los vapores no condensados en *B* pasan á *C* y despues á *D*; en estas dos botellas se condensa una parte del ácido, que cae despues en *B* para correr hácia *A''*; el resto pasa por el tubo de vidrio *S'* á *D'*, despues á *C'* y á *B'*, donde se detienen las partes condensadas. Desde aquí los vapores pasan á traves de las botellas *B'* *C''* *D''*, y de esta última botella la parte no condensada se dirige á la chimenea por el tubo *K*. El agua cuela de los frascos de Mariotte *F'* *F''*, y unida á la del frasco *F'* completa la cantidad de líquido necesaria para rebajar el ácido producido á 36° B. Para evitar la presion en las botellas *A'* y *A''*, parten de *T* y *T'* dos tubos, de los que se ve uno en *H*, por los que son conducidos los vapores no condensados á la botella *B''*, donde se reunen con los del resto del aparato.

El aparato de los señores Devers y Plisson ha obtenido un completo éxito en la práctica industrial, y en él, como se ve, los vapores ácidos encuentran un chorro de agua que los condensa, y al mismo tiempo son enfriados por el aire ambiente.

En algunas fábricas se colocan las bombonas (cuando se emplea este sistema general de condensacion), sobre el canal ó conducto por donde corren los productos de la combustion hácia la

chimenea de tiro, siendo de este modo calentadas; pero si son ménos de temer las roturas de las vasijas, en cambio la condensacion se hace mal. En Inglaterra se emplea con bastante frecuencia una especie de serpentín de gres colocado en un refrigerante: un extremo de este serpentín comunica con el aparato de reaccion, y el otro con la primera vasija de condensacion.

El Sr. Gobel, de Rysbroeck, ha introducido una modificacion en el último procedimiento. Al efecto adapta despues de la retorta un tubo ancho de vidrio encorvado en los dos extremos y situado en agua constantemente renovada. El número de bombonas puede disminuirse mucho de este modo; en la primera, se obtiene un ácido muy concentrado, á una temperatura máxima de 70 á 80 grados, y que de ordinario suele ser de 30 á 50 grados. A continuacion de los aparatos de condensacion, se coloca en el dia una bombona ó tubo grueso de gres lleno de pedazos de cok, mojados con ácido sulfúrico concentrado, y destinado á absorber el ácido hiponítrico que no haya sido condensado. Los gases entran por la parte baja del aparato para salir por la superior y correr á la chimenea. Para 100 kilogramos de nitrato de sosa á descomponer, se hace correr de 180 á 200 kilogramos de ácido por la torre, y este ácido contiene vapores nitrosos correspondientes de 3 á 5 por 100 de ácido nítrico de 1,33.

El ácido nítrico llamado rojo y fumante, se prepara destilando 49 partes de ácido sulfúrico

concentrado (una molécula de $SH^2 O^4$) y 101 de nitro puro y fundido, elevando el calor hasta que el residuo sea de sulfato neutro. Pero como al final de la operación haya que aumentar mucho la temperatura, y esto produzca una pérdida considerable de producto, algunos recurren á la mezcla de una parte de ácido sulfúrico y otra de nitro tan sólo, añadiendo una sustancia reductora, para que el ácido nítrico se convierta en nitroso. A este efecto se empleaba ántes azufre, pero en la actualidad se emplea preferentemente el almidon. Segun el Sr. Brunner, 100 partes de ácido sulfúrico de 1,85 de densidad se añaden á una mezcla de otras 100 partes de salitre y tres y media de almidon, de cuya mezcla se obtienen 60 partes de ácido nítrico rojo.

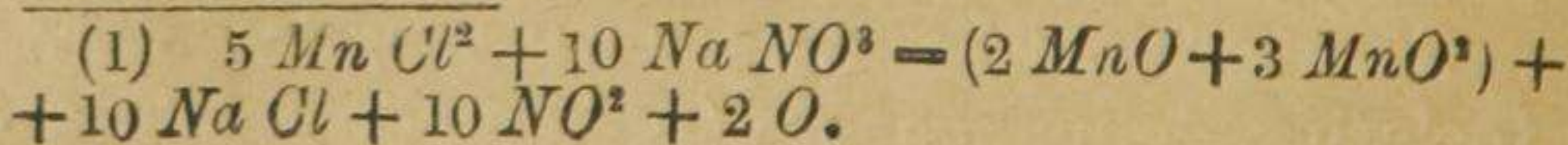
Otros procedimientos de fabricacion del ácido nítrico. — Cuando se examinan los diferentes procedimientos propuestos para preparar el ácido nítrico, se echa de ver la doble tendencia de los químicos á obtener un rendimiento casi teórico de ácido y á reemplazar el actual residuo de la fabricacion, el bisulfato de sosa, casi sin valor, por otro cuerpo más apreciado. Desgraciadamente, entre los muchos procedimientos propuestos, ninguno ha merecido hasta ahora la sancion de la práctica industrial. El Sr. Wagner indica en su química industrial cinco de estos procedimientos propuestos, que son los siguientes :

Si se calienta hasta 230° una mezcla de protocloruro de manganeso (residuos de la fabrica-

cion del cloro) y de nitrato de sosa, se desprenden vapores nitrosos, y queda como residuo un óxido de manganeso, que puede servir de nuevo para la preparacion del cloro (1). Haciendo llegar con el agua al aparato condensador la mezcla de ácido hiponítrico y de oxígeno, se transforma en ácido nítrico, descomponiéndose el exceso de ácido hiponítrico en ácido nítrico y en bioxido de nitrógeno. Si el aire contenido en los aparatos es suficiente para hacer pasar todo el bioxido de nitrógeno al estado de ácido nítrico, esta reaccion se reproduce; si, por el contrario, la cantidad del aire es insuficiente, el bioxido de nitrógeno se disuelve en el ácido nítrico y el que queda en exceso se desprende al aire. Los numerosos ensayos verificados por el Sr. Kuhlmann, empleando retortas de arcilla, han dado por resultado que en este procedimiento 100 partes de nitrato de sosa dan, por término medio, 125 á 126 de ácido nítrico de 35°.

Los sulfatos, aún los muy estables, y que no desempeñan en ningun modo el papel de ácido, pueden provocar la descomposicion de los nitratos alcalinos.

El carbon puede reaccionar á una alta temperatura sobre el nitrato de sosa, desprendiéndose ácidos nítrico é hiponítrico, y quedando como residuo carbonato de sosa; el ácido hiponítrico se podrá transformar en ácido nítrico por la accion del agua y del aire.



Cuando reacciona el ácido silícico, ó la alúmina sobre el nitrato de sosa, se forma, á la vez que ácido nítrico que se desprende, silicato ó aluminato de sosa que queda fijo y se transforma en carbonato.

Por último, tratando el nitrato de barita disuelto por el ácido sulfúrico, se precipita sulfato de barita insoluble, y queda en disolución el ácido nítrico que marca de 10 á 11 grados B; el líquido ácido puede ser decantado, y concentrado en seguida por ebullición hasta 25° B.

A estos procedimientos indicados, según hemos dicho ántes, por Wagner, podemos añadir el del Sr. Walz, que consiste en calentar el nitrato de sosa y carbonato de cal con vapor de agua dentro de retortas; y el del Sr. Lieber, que emplea también el nitrato de sosa y el carbonato de cal, pero no el vapor de agua. Hé aquí en lo que consiste este último procedimiento:

Empieza el Sr. Lieber mezclando creta en papilla con el nitro del Perú, en la proporción de los equivalentes del carbonato cálcico y nitrato sódico, con un pequeño exceso del primero; esta mezcla se somete á la acción del calor, en grandes cápsulas de hierro, de 25 á 40 milímetros de espesor,—sobre cada una de las cuales va una bóveda de ladrillos refractarios,—hasta tanto que no se desprendan más gases y quede convertida la masa en una papilla espesa; los gases se llevan á través de un sistema de condensadores de barro que contienen agua, donde queda el ácido nítrico del ni.

trato, llegando su cantidad hasta $\frac{11}{12}$ y aún más del contenido en este último. El ácido así obtenido está exento de cloro, pues el cloruro de sodio contenido en el nitro de Chile no se descompone por el carbonato de cal, al ménos á la temperatura á que se trabaja en el procedimiento que describimos. La masa espesa que queda en las cápsulas, y consiste en cal cáustica y carbonato sódico, se saca todavía caliente, cargando en seguida aquellas de nuevo, y se somete á la acción del agua hirviendo con objeto de extraer la sosa cáustica.

Segun la revista extranjera de donde tomamos estas noticias, los gastos de adquisicion del nitro y papilla de creta quedan completamente cubiertos por la totalidad de la sosa que se extrae de la sal bruta, y la recoleccion simultánea del ácido nítrico daría pingües ganancias, si todas estas ventajas no quedasen compensadas por el desgaste rápido de costosos aparatos, como lo ha demostrado un trabajo continuado durante ocho meses, que ha habido que interrumpir con frecuencia para cambiar las cápsulas. El Sr. Lieber parece que se ocupa en el estudio de nuevos aparatos que no presenten los indicados inconvenientes.

INDUSTRIA DE LOS VARECHS.

Generalidades.—Se ha dicho que la industria del iodo, extraido de la sosa de varech, está llamada á desaparecer en Europa con motivo de la concurrencia del iodo de los nitratos de

Chile; pero esta afirmacion es ménos fundada de lo que á primera vista puede parecer, como vamos á demostrar.

El análisis de muchas muestras de *caliche* ó *tierra de nitro* de Chile, acusa grandes diferencias en su composicion, y sobre todo en la riqueza en iodo. Se puede calcular en 18.000 kilogramos por lo menos la cantidad bruta de tierra que hay que tratar para obtener un kilogramo de iodato de sosa, que, en último término, no representa más que 641 gramos de iodo. Dada la escasa solubilidad del iodato de sosa, su presencia infinitesimal en la materia primera y el poco tiempo durante el cual el caliche está en disolucion, nos atrevemos á afirmar, sin temor de equivocarnos, que el refinador chileno no reune, aún en las últimas aguas madres destinadas al tratamiento del iodo, la cuarta parte del iodato preexistente en el caliche. Segun el Sr. Reichard, que ha estudiado esta cuestion de un modo muy concienzudo y práctico, mientras que las últimas aguas madres de las refinerías de sosa de varech contienen de 80 á 90 kilogramos de iodo, por lo ménos, en cada 1.000 litros, las en tratamiento, que no son susceptibles de aprovechamiento en la fabricacion del nitrato, no contienen más que 2,82 kilogramos en igual volúmen de líquido. Y nosotros debemos añadir que en aquellas aguas madres el iodo se encuentra al estado de ioduros de potasio y de sodio, muy solubles y de fácil extraccion, mientras que en las últimas aguas madres se encuentra dicho iodo al estado de iodato de sosa, sien-

do, por lo tanto, necesario ante todo convertir este iodo en ioduro, cosa que no puede conseguirse sino á expensas de grandes cantidades de ácido, en Chile muy caro; pudiendo todavía añadir que como el iodo es mucho más soluble en las aguas madres cargadas de cloruros alcalinos que en el agua ordinaria, resulta que en soluciones tan pobres en iodo como son las aguas de las refinerías chilenas (282 gramos por cada 100 litros), la mitad por lo ménos, del iodo producido es arrastrado por estos cloruros y por los lavados. Esta pérdida de iodo por las soluciones cloruradas es independiente de la riqueza en iodo, por lo cual es insignificante para el refinador de sosa de varech que, como es sabido, trabaja sobre disoluciones concentradas y no representa seguramente ni el 0,5 por 100 de la cantidad de iodo preexistente en las aguas en tratamiento, al paso que esta pérdida llega á más de 40 por 100 en las aguas madres del nitrato chileno.

En resúmen, esta pérdida de $\frac{3}{4}$ al ménos del iodato del nitro, unida como acabamos de ver á una nueva pérdida de $\frac{1}{2}$ al ménos del $\frac{1}{4}$ solamente que pase disuelto á las aguas destinadas al tratamiento, reduce la cantidad de iodo obtenido á $\frac{1}{3}$ apenas de iodo preexistente en el caliche, y esto, con tales gastos de extraccion, que no debe maravillar á nadie el saber que de cien refinerías chilenas, cinco ó seis fábricas tan sólo producen iodo. Estas son ciertamente las principales refinerías, y como trabajan sobre grandes cantidades de caliche, su produccion

en iodo es bastante considerable: el Sr. Pellieux, de Kerhuon, calcula esta producción en 35 á 40.000 kilogramos por año, cantidad que nos guardaremos bien de negarle importancia. Quizá la escasez de agua en las áridas montañas en que se explota el caliche obligue á las grandes fábricas á mantener casi indefinidamente sus aguas en circulación, y en tal caso, estas aguas, después de los numerosos lavados en que han servido, hayan podido arrastrar cantidades de iodato relativamente considerables; pero sabemos de buen origen que la mayoría de dichas refinerías no tienen en tratamiento sino agua de riqueza muy inferior después del agotamiento del iodo de los antiguos depósitos, que le alejan del puerto de expedición; por último el precio del combustible y del carbon importados de Europa, los gastos y dificultades del transporte, que hasta ahora se efectúa en mulos, la escasez del agua que obliga á la gran división de los establecimientos, y que éstos sean de poca importancia para que el iodo pueda ser objeto de seria fabricación, deben limitar forzosamente en Chile su producción actual, sin que pueda tener jamás la pretensión de atender completamente á las necesidades del consumo de iodo en todo el mundo.

Consignemos también, porque es muy interesante tenerlo en cuenta, que por muy importantes que sean los criaderos de caliche, estos recursos son agotados y limitados, mientras que el varech toma su iodo en la inagotable inmensidad de los mares, que crece y retoña to-

dos los años con la misma cualidad y en igual abundancia, á pesar del prodigioso consumo que de él hace la agricultura y la industria, con esta diferencia capital, á saber: para extraer un kilogramo de iodo se necesita, como sabemos, una cantidad enorme de tierra de salitre, bastando tan sólo incinerar de 900 á 1.000 kilogramos de ciertos varechs frescos para obtener en sus cenizas igual cantidad de iodo de más fácil extracción. Por lo demás, y como si todo quisiera contribuir á que no se abandone en Europa la extracción del iodo de los varechs, concurre la feliz circunstancia de que los más ricos en iodo son los ménos á propósito para empleados en agricultura como abono, y viceversa.

Así lo han comprendido algunos fabricantes que han concurrido á la última Exposición universal con sus productos y sus procedimientos, y á esto debemos nosotros poder ocuparnos hoy con la extensión que lo estamos haciendo de una industria que consideramos de mucha importancia para España por la disposición especial de sus grandes costas y la abundancia de la primera materia, la baratura de la mano de obra y otras excelentes condiciones, ya que nos falten otras que mejor que nosotros poseen algunos países extranjeros, entre ellos Francia é Inglaterra.

Primeras materias.—Pero para explotar con éxito seguro la industria que nos ocupa, es preciso poner especial cuidado en la recolección de la primera materia y en la elección del procedimiento de fabricación. La importancia de este último es inútil encarecerla, porque es común á

todas las industrias; para que se comprenda la de la recolección de la primera materia bastará decir que la riqueza en iodo de los varechs varía según las diferentes especies, parajes, época de la recolección, edad, etc., en la casi increíble proporción de 1 á 40. Afortunadamente para España abundan mucho en sus costas las especies ricas en iodo. Como regla general, puede decirse que la riqueza máxima, en igualdad de circunstancias, corresponde siempre al invierno, y los rendimientos mínimos á los meses de Junio, Julio y Agosto.

Sólo para dar una idea, copiamos el siguiente cuadro de la riqueza de los varechs de la costa de Finisterre, según el ya citado Sr. Pellieux, debiendo decir, de una vez para siempre, que los varechs suelen recibir los nombres de fucos, ovas, algas, etc.

ESPECIES DEL VARECH.	Cantidad de varech para 1.000 kilogramos de sosa	Materias solubles en 1.000 kilogramos de sosa.	Iodo en 1.000 kilogramos de varech.	Iodo en 1.000 kilogramos de sosa.
	Kilóg.	Kilóg.	Kilóg.	Kilóg.
Digitatus	18,752	582	1,224	22,952
Stenolobus.	16,988	527	1,089	18,500
	16,166	502	0,578	9,344
hoja vieja.	20,095	765	0,606	12,177
planta entera.	20,255	714	0,996	20,174
Digitatus Stenophyllus.	20,255	714	0,996	20,174
Sacharinus.	18,906	711	0,448	8,470
Alaria.	21,080	700	0,408	2,227
Vesiculosus.				
Nodosus.	16,456	507	0,121	1,991
Serratus.				
Siliquosus.				
Loirens.	16,401	720	0,087	1,443
Bulbosus.	21,565	738	0,077	1,660

Estos rendimientos son los que suministran por la incineracion los varechs ó fucos del comercio, verificada con cuidado en el laboratorio, y aún cuando sean un poco inferiores á los que arroja siempre el análisis orgánico, no se llegará nunca á ellos en la práctica industrial, á consecuencia de las condiciones de vegetacion de los fucos ricos en iodo, de la profundidad á que crecen y del modo como se recolectan. La época de madurez de los fucos varía segun las especies: el *bulbosus* empieza á desprenderse en Julio y llega á la playa abundantemente en Agosto; es anual, alcanza desarrollos considerables, hasta 5 ó 6 metros, y sólo tarda cuatro meses en adquirir su desarrollo. El *sacharinus* madura hácia Setiembre y se desprende en Octubre y Noviembre. Todos los años, en Abril, se despoja el *digitatus stenolobus* de sus antiguas hojas, que se desprenden en el extremo de las nuevas, y como este fuco es muy abundante, dichas hojas suministran en ciertos parajes más de la mitad de los aprovisionamientos del año. El *digitatus stenophyllus* no es anual; puede vegetar durante varios años, lo que explica sin duda alguna su gran riqueza en iodo; sus potentes garras le hacen adherirse fuertemente á las rocas, de donde no es generalmente desprendido sino por medio de las largas hoces del pescador en verano, ó merced á las violentas tempestades del invierno. El fuco anterior es igualmente arrancado por estas tempestades.

Cuando todos estos fucos llegan á la costa, es indudable que han permanecido flotando más

ó ménos tiempo en el mar, y esta circunstancia puede modificar su calidad en proporciones muy sensibles, sin que la apariencia exterior denuncie esta alteracion. Resulta de numerosos ensayos que los fucos, que recolectados en el momento en que se han desprendido contendrán 100 de iodo, no tendrán más que:

59	por 100	despues de	2 dias	de permanencia	eu el mar.
39	—		3	—	—
28	—		4	—	—
27	—		5	—	—
26	—		6	—	—
25	—		7	—	—
19	—		8	—	—
8	—		9	—	—
7	—		10	—	—

Independientemente de la alteracion de los fucos arrojados, por su permanencia en el mar, se amontonan generalmente cuando son arrancados por la tempestad en una mezcla de todas las especies, en las cuales en verano predominan los fucos pobres en iodo. Hé aquí, segun las observaciones practicadas por el indicado Sr. Pellieux en los años 1875, 1876 y 1877, la composicion media de estas partidas ó montones:

	Partidas de verano.	Partidas de invierno.
Digitatus..	26 por 100.	53 por 100.
Bulbosus..	28 —	28 —
Vesiculosus..	1,5 —	4 5 —
Saccharinus..	13 —	2 2 —
Lorens.	14 —	0 0 —
Serratus.	2,2 —	1,5 —
Musgos, algas y restos.	15,3 —	10,8 —
<i>Partida total.</i>	100 por 100.	100 por 100.

Así, mientras que la pesca con bote asegura una riqueza invariable para una misma especie recolectada á igual profundidad y una misma época, el fuco arrojado llega á la costa siempre empobrecido de iodo en cantidades que nunca son menores de 40 por 100, y á veces llegan hasta 70 por 100 del rendimiento de los fucos pescados.

La desecacion que se hace sufrir á los fucos para que sean más trasportables para la agricultura ó para que puedan ser incinerados en las fosas y convertidos en sosa, es otra causa de pérdida de iodo; el fuco es muy sensible á las influencias atmosféricas; la lluvia y la bruma, tan frecuentes en las costas del Océano, le deterioran más aún que el agua salada del mar.

El fuco fresco, dispuesto en pequeños montones, fermenta al cabo de algunos dias, pierde en jugo la mitad de su peso y de sus sales, y en invierno sobre todo, se convierte en una verdadera papilla pútrida que no permite su desecacion y aprovechamiento; el recolector deberá extender los fucos así que los ha recogido, sin poder sustraerlos á las influencias del tiempo. Mientras que sólo se necesitan, término medio, 16 á 18.000 kilogramos de fuco pescado, quemado al estado verde, para obtener 1.000 kilogramos de sosa de 14 á 20 kilos de riqueza en iodo, ó sean 1.000 kilogramos próximamente de fuco fresco para un kilogramo de iodo, son precisos de 25 á 65.000 kilogramos del mismo fuco seco para obtener un rendimiento que varía de 7 á 14 kilogramos de iodo para

1.000 kilogramos de sosa, ó sean 2.200 kilogramos de este fuco seco para un kilogramo de iodo.

Resulta, por lo tanto, que la eleccion inteligente del fuco y la incineracion del mismo al estado seco, son el único camino posible para la industria del iodo, si se quiere poder sostener la concurrencia chilena en buenas condiciones.

Incineracion. — El procedimiento antiguo consiste en incinerar las plantas marinas en grandes hornos de piedra que se cargan de turba ú otro combustible barato. En estos hornos se llega á obtener una alta temperatura, y su carga se fia generalmente á mujeres y niños; ocupándose los hombres en remover las cenizas de abajo á arriba por medio de herramientas de hierro, hasta que la masa entre en fusion. Durante esta larga y laboriosa operacion suele perder á menudo hasta 50 por 100 de iodo, así como una gran cantidad de potasa. El calor es muy intenso, volatilizándose bastante sosa para que la llama se presente monócroma. Esta misma intensidad de la temperatura permite tambien al carbono reducir los sulfatos alcalinos á sulfuros ó sulfitos, compuestos que se concentrarán en las aguas madres, exigiendo un exceso de aceite de vitriolo y ocasionando tambien un perjuicio considerable en el momento de la lejiacion. Se comprende tambien que pueden introducirse en la sosa grandes cantidades de arena y de tierra, de piedras y de grava; de donde resultará una gran alteracion del pro-

ducto, alteracion tal, que en muchos sitios son precisos 22,5 quintales del producto para representar una tonelada de sosa bruta. La presencia de la silice favorece mucho la desaparicion del iodo.

En invierno no se recoge sino muy poco de lo que se podia obtener, por motivo de las dificultades que presenta la desecacion, siendo así que entónces es cuando la materia primera es más rica en iodo. Estos inconvenientes son conocidos desde hace mucho tiempo, y con frecuencia han sido señalados. El Sr. Wallace ha indicado un medio racional de remediar ciertos inconvenientes, y consiste en quemar las yerbas marinas hasta que den cenizas ténuas.

La fosa de incineracion hasta aquí empleada ha sido sustituida por algun fabricante inteligente por hornos especiales. El Sr. Pellieux emplea unos hornos altos y vastos, de tiro enérgico, en los cuales se incinera el fuco durante todo el año, sin hacerle sufrir la desecacion preliminar. La sociedad *The Nort British Chemical C^o*, de Glasgow, emplea en sus distintas fábricas el procedimiento Stanford. Del primero, así como de este último, vamos á dar una explicacion bastante detallada para que puedan formarse cabal idea nuestros lectores.

Los hornos Pellieux son acoplados y de varios pisos; los fucos se colocan sobre las rejillas ligeramente arqueadas; en su parte más alta lleva el horno un tragante. En la parte baja, y lateralmente, están dispuestos los ho-

gares de incineracion, provistos de toberas que reciben el aire de un ventilador.

Los gases de la combustion de los fucos se llevan por medio de conductos al evaporador para la evaporacion de los jugos. Este evaporador está armado de paletas. Sobre el evaporador van unas calderas, á las que corren los jugos del enlosado.

Gracias á la disposicion interior de los hornos, se regula la alimentacion de modo que los fucos verdes caen sucesivamente por su propio peso de rejilla en rejilla, de suerte, que al llegar al hogar de incineracion, se encuentran suficientemente secos para inflamarse y reducirse á cenizas. Para producir 1.000 kilogramos de sosa se consumen 600 á 900 de carbon de piedra, segun la altura del horno; consumo que no parecerá nada exagerado cuando se tenga presente que los fucos frescos contienen 90 por 100 de agua, y que son necesarios 13.000 kilogramos de dichos fucos verdes de buena calidad para producir una tonelada de sosa.

La diferencia de los resultados obtenidos por el procedimiento ordinario de incineracion y el del Sr. Pellieux es tan considerable, que, mientras basta incinerar industrialmente 18.868 kilogramos de fucos verdes pescados, para obtener 1.000 kilogramos de sosa de una riqueza en iodo de 17,274 kilogramos, se necesita emplear hasta 69.232 kilogramos de los mismos fucos, sea en tiempo pluvioso ó de bruma, para producir igual cantidad de dicha sosa, que sólo contiene 7,228 kilogramos de iodo.

Recientes observaciones han demostrado que la fermentacion modifica los fucos frescos en sentido favorable al rendimiento en iodo de la incineracion; para igual cantidad de fucos y para ciertas especies, este aumento de rendimientos llega hasta 38 por 100. Para explicar este hecho puede admitirse, en nuestra opinion, que durante la putrefaccion de los varechs, se produce en la estática de los grupos moleculares ciertas variaciones análogas á las que han sido observadas por el ilustre químico Berthollet en sus trabajos sobre las sales. El iodo combinado en el varech fresco al estado orgánico volátil entrará en un compuesto mineral más fijo que no podrá descomponer la incineracion. Con efecto, en presencia de las sales de sosa y de potasa de los fucos, el nitrógeno de la materia orgánica fresca parece que se trasforma durante la incineracion, parte en cianuros y parte en sales amoniacales, y determina la formacion de un poco de ioduro de cianógeno, el cual es volátil; pero desde el momento en que el nitrógeno de los fucos frescos es trasformado en amoniaco, gracias al principio de fermentacion ó putrefaccion, y que el azufre de la materia orgánica empieza á producir sulfuros y sulfhidratos de potasio, sodio y calcio, el ioduro de cianógeno es descompuesto por el ácido sulfuroso y los sulfhidratos; el amoniaco se desprende y es sustituido por otras bases más fijas, y los ioduros de cianógeno y de amoniaco son definitivamente transformados en ioduros de sodio, de calcio y, principalmente, en ioduro.

ro de potasio, indescomponible por el calor.

Para hacer sufrir á los fucos esta fermentacion, este principio de descomposicion, ha adoptado el Sr. Pellieux en su fábrica tres plataformas distintas: en la primera, que no está cimentada, se acumulan los fucos á medida de su adquisicion ó recoleccion, y se abandonan durante cuatro ó cinco dias á que escurran. El sexto dia se pasan los fucos de la primera á la segunda plataforma, que es mucho más grande que la anterior, y sobre todo que la tercera, y sirve para la fermentacion de las plantas, las cuales, dispuestas en capas de 50 á 60 centímetros de espesor, y removidas dos ó tres veces, se encuentran al cabo de cuarenta y ocho horas en el estado de fermentacion conveniente para ser incineradas, sin pérdida de iodo. Acumuladas en tal estado sobre la tercera plataforma aguardan el momento de pasar á la fabricacion.

Los jugos que corren de la segunda y tercera plataforma se recogen con cuidado en vastas cisternas, marcan de 7 á 8 grados Beaumé y tienen una riqueza superior á la de los mismos fucos. En la Exposicion pudimos observar una muestra de sosa procedente de la evaporacion de los jugos de estas cisternas; son precisos 22.000 litros de jugo para obtener una tonelada de sosa con 20,2 kilogramos de iodo.

Estos jugos son conducidos por una pendiente natural á las calderas planas de diez á quince metros de longitud por una de ancho, superpuesta á los hornos de evaporar; experimentan

un principio de concentracion y pasan á dichos hornos donde se les da una concentracion de 32° B. Al salir del evaporador se les mezcla con brea y otros productos empireumáticos procedentes de la combustion, y pasan á los hornos de calcinacion para ser incinerados al mismo tiempo que los fucos.

Estos jugos pútridos, mezclados á las cenizas de los fucos, tienen, entre otras ventajas, la de suministrar compuestos sulfurosos en cantidad más que suficiente para impedir toda pérdida de iodo al estado de ioduro de cianógeno, suponiendo que la descomposicion del varech sobre la plataforma segunda no haya sido suficiente, y son completamente evaporados por el calor perdido de los hornos de incineracion, aparte del gasto insignificante en fuerza para mover las paletas del evaporador.

Despues de las manipulaciones á que han sido sometidos los varechs en las plataformas primera y segunda, las plantas han perdido: 1.° 15 á 20 por 100 de su agua por el calor de la fermentacion; 2.° 28 por 100 de su peso primitivo en jugo, ó sea 45 por 100 de su peso real en el momento de la adquisicion, lo que aumenta la produccion diaria del horno y disminuye la mano de obra y el combustible en esta misma proporcion.

Otra ventaja del procedimiento de que tratamos es que el fabricante es dueño de escoger la primera materia y de emplearla en la época más conveniente á sus intereses.

Para terminar este punto diremos que las

sosas procedentes de los hornos Pellieux difieren muy ventajosamente de las obtenidas por la incineración en hoyos, bajo el punto de vista de la composición química general, así como bajo lo que respecta al iodo; las primeras son, con efecto, mucho más ricas en sales de potasa que las segundas, y casi toda esta potasa está al estado de cloruro. Así tenemos que la antigua sosa de los hoyos contiene próximamente 42 por 100 de sales solubles en esta forma:

Cloruro de sodio (indicios de carbonato y sulfato de sosa).	23 por 100.
Cloruro de potasio.	12 —
Sulfato de potasa.	7 —
	<hr/>
	42 por 100

Al paso que la sosa de los hornos Pellieux contiene 57 por 100 de sales solubles, cuya composición es la siguiente:

Cloruro de sodio y sulfato de sosa.	21,15 por 100.
Carbonato de sosa.	5,10 —
Cloruro de potasio.	28,25 —
Sulfato de potasa.	2,50 —
	<hr/>
	57,00 por 100.

Resulta de todo esto que estas últimas sosas son de más fácil lejiviación, y que en vez de reducirlas á fragmentos del grosor de una nuez para el tratamiento, basta echarlas en las cubas en pedazos de 15 á 20 kilogramos; en tales condiciones se evita la formación en el interior de las cubas de esas capas compactas, verdadero mortero, procedente del polvo de los

quebrantadores, que con frecuencia se oponen á la marcha regular del lejiviado metódico.

En 1862 publicó el Sr. Stanford una serie de ensayos sobre la destilacion de los varechs, que evidenciaron las pérdidas enormes que se experimentan en la fabricacion de la sosa por los procedimientos ordinarios. Estos mismos ensayos le sugirieron á dicho señor la idea de carbonizar los varechs en vasijas cerradas. Aplicando este procedimiento, se obtiene un carbon extremadamente poroso que, por lejiviacion, abandona la totalidad del iodo y de las sales contenidas en los varechs. El rendimiento de este carbon es doble del que da la sosa bruta obtenida por la incineracion, y el producto en iodo es más de doble. Como productos de la destilacion se obtienen amoniaco, ácido acético, nafta y brea, más un volúmen considerable de gas propio para el alumbrado.

El carbon que queda despues de la lejiviacion es un producto nuevo en el cómercio. Es un cuerpo muy poroso, que posee un poder extraordinario de absorcion y de desinfeccion. Por la cantidad de carbono que entra en su composicion ocupa el término medio entre el carbon vegetal y el de huesos; pero se aproxima más á este último por su composicion general, difiriendo de él, sin embargo, en que es ménos rico en carbono y en carbonatos de cal y de magnesia. Puede obtenerse á un precio cuatro veces menor que el de todos los otros carbones, y siendo superior á todos en sus propiedades desinfectantes. Hé aquí la composicion de dos varie-

dades, cuyos análisis han sido hechos en carbones secos, á pesar de su extremada higroscopicidad. Las indicaciones del siguiente estado se refieren á los términos medios de repetidos ensayos:

	CARBONES PROCEDENTES DE	
	Laminarias.	Fucos.
Carbono (1).	52,54	70,32
Fosfatos.	10,92	1,90
Carbonato de cal.	15,56	10,25
— magnesia.	11,34	7,92
Sulfato de cal.. . . .	"	1,93
Sales alcalinas.	5,70	1,84
Sílice.	3,94	5,84
	100,00	100,00

(1) Conteniendo nitrógeno al estado de amoniaco. Es preciso contar 1,75 por las laminarias y 2,30 para los fucos.

Las ventajas del procedimiento de destilacion son las siguientes: queda reducida la totalidad de iodo, utilizándose las plantas de invierno; para una extension dada de costas, aumenta considerablemente el rendimiento en iodo; la fabricacion es continúa y da mucho más trabajo á la poblacion indígena; por último, la fabricacion deja un residuo, cuyo valor es considerable.

No debemos pasar adelante sin hacer constar que el procedimiento Stanford, aún cuando implica un gran adelanto en la fabricacion del iodo, no

puede aplicarse á todas las yerbas marinas. A ménos que no se tengan grandes pedidos de residuo carbonoso, este método no conviene más que á las yerbas flotantes, ricas en iodo. Las yerbas cortadas tan abundantes, que forman á veces como una vasta franja sobre el litoral, se emplean en el dia casi exclusivamente como abono.

Lejiviacion y concentracion.—La lejiviacion de la sosa, cuando se tiene por objeto principal extraer el iodo, se practica generalmente con gran sencillez. La sosa bruta se divide en fragmentos que se someten á la lejiviacion en cubas acopladas y calentadas al vapor, hasta que estas lejías marquen 16 á 18 grados Beaumé. Estas lejías se evaporan en vasijas abiertas del modelo ordinario, de 2,^m74 próximamente, de diámetro, retirando las sales que se precipitan. A los 25° Beaumé la disolucion abandona una sal impura, que contiene de 50 á 60 por 100 de sulfato de potasa, mezclado con sulfato y cloruro de sodio. El líquido caliente se lleva en seguida á unos refrigerantes de hierro, generalmente de fundicion y de forma cilíndrica; en tres dias se forman cristalizaciones de cloruro de potasio que se recoge. El agua madre es de nuevo sometida á la ebullicion hasta tres veces, si se trata de una buena sosa procedente de hierbas flotantes. Despues de cada coccion se deposita sal sódica que se separa. El líquido caliente se lleva otra vez á los refrigerantes, y se recoge todavía cloruro de potasio. Estas sales se clarifican segun su riqueza en cloruro de potasio, ri-

queza que varía de 80 á 95 por 100. Al agua madre, que marca 34 á 38 grados B., se la añade $\frac{1}{17}$ de aceite de vitriolo de 56° B. y se abandona á sí misma durante veinte y cuatro horas; los sulfuros se descomponen y se precipita el azufre. La parte líquida se destina á la extraccion del iodo y del bromo, como luégo veremos.

Tal es el procedimiento seguido en Glasgow.

Como en el dia la fabricacion de los abonos químicos y la agricultura consumen grandes cantidades de sales alcalinas, creemos que es de interes para el refinador de las sosas brutas limitar su trabajo á la extraccion del iodo y del bromo y á la fabricacion del residuo y del bromuro, expendiendo á los fabricantes de abonos las sales restantes. Para ello aconsejamos el siguiente tratamiento:

Se lejivia la sosa metódicamente hasta que dé disoluciones á 30 ó 31 grados B., que se llevan á un evaporador Porion ú otro á propósito, donde se las concentra hasta los 35°, y de aquí pasan á un horno de reverbero que las evapora completamente, calcinándolas para privarlas de los sulfuros, sulfitos y otras sales de la serie tiónica que perjudicarian á la precipitacion del iodo.

Á su salida del horno de reverbero las sales calcinadas se someten á un nuevo lavado metódico que las quita por completo los ioduros y sólo disuelve una pequeña cantidad de las otras sales. Los ioduros de potasio y de sodio, con motivo de su gran solubilidad, son arrastrados fácilmente por las primeras aguas de locion. Así que las sales no contienen más iodo, se de-

secan, pulverizan y envasan en sacos para ser vendidas con el nombre de abonos alcalinos a base de potasa, que pueden contener de 45 á 50 por 100 de cloruro de potasio.

El procedimiento ántes indicado de desulfuración por los ácidos de las aguas madres, destinadas al tratamiento del iodo, además de ser costoso por consecuencia de la gran cantidad de ácido empleado y del deterioro de las calderas, produce durante el calentamiento pérdidas de ácido iodhídrico y descompone incompletamente los cianuros de las aguas madres; resultando que durante la precipitación del iodo, una parte del obtenido se combina de nuevo al estado de ioduro de cianógeno para quedar en disolución en las aguas madres, sin que se pueda obtener por los reactivos ordinarios de los ioduros de potasio y de sodio. La cantidad de iodo que se escapa de este modo á la precipitación inmediata puede calcularse en 15 á 16 por 100.

El Sr. Pellieux ha podido observar que la calcinación de las aguas madres destinadas al tratamiento del iodo, prolongado durante veinte y cuatro horas, próximamente, en hornos de reverbero en presencia de una corriente de aire, oxida perfectamente los sulfuros, sulfitos, etc., sin que se experimente la menor pérdida de iodo, suprime por completo el empleo de los ácidos, destruye los cianuros é impide la formación del ioduro de cianógeno en el momento de la precipitación, lo que es importante bajo el punto de vista de las aplicaciones medicinales del iodo y del ioduro. Con efecto, varias

veces se ha encontrado en el iodo del comercio indicios de cianuro que no puede tener otro origen que el señalado, y es fácil convencerse de la formación de cristales de ioduro de cianógeno cuando se tratan por ciertos procedimientos, especialmente por el ácido sulfo-nítrico en presencia del manganeso, las aguas madres no calcinadas; siendo este ioduro muy volátil, se descompone rápidamente, y esta es la causa de que no se le encuentre sino excepcionalmente en los ioduros del comercio.

Esta calcinación debe hacerse en hornos de reverbero, cuyo fondo está formado por una cubeta de palastro recubierta con una camisa de ladrillos refractarios, de modo que se evite toda pérdida de aguas madres que, al grado de concentración á que se encuentran, tienen un gran valor. El residuo ó sosa bruta que queda por la calcinación de estas aguas, es perfectamente blanco. Sometido en frío al lejiviado metódico, este residuo da disoluciones concentradas de ioduros que se pueden extraer directamente y producir,—sin necesidad de pasar por la obtención del iodo y la conversión de éste en ioduro, según el procedimiento usual,—una mezcla de ioduros de potasio y de sodio de absoluta pureza bajo el punto de vista del equivalente en iodo. Hé aquí, la composición de este producto:

Ioduro de potasio.	72,40
— de sodio.	27,60
	<hr/>
	100,00

Extraccion del iodo y del bromo.—Las aguas madres de las sosas de los varechs que han depositado sus cloruros y sus sulfatos alcalinos, como ya hemos visto, se destinan á la extraccion del iodo y del bromo. Al efecto se empieza por precipitar el iodo por medio de una corriente de cloro (1) que se para cuando el líquido filtrado no precipita ni por el cloro ni por el ioduro de potasio. Otras veces el iodo es precipitado por una mezcla de ácido sulfuroso y de sulfato de cobre, bajo la forma de ioduro cuproso. El líquido filtrado que contiene el bromuro es sometido á la destilacion con una mezcla de ácido sulfúrico y de bióxido de manganeso en proporciones determinadas por un ensayo preliminar. Un exceso de cloro sería perjudicial, pues redisolveria una parte de iodo al estado de cloruro de iodo soluble.

En tal estado, se deja depositar el iodo, se le lava con agua por decantacion, se le deja escurrir en vasos cónicos de tierra, provistos de doble fondo, y se le deseca sobre placas de yeso ó de cualquier otra sustancia absorbente; por último, se le somete á la sublimacion, que se verifica en retortas de gres, que luégo veremos, calentadas al baño de arena, comprendido el cuello, para impedir que se obstruya por la condensacion del iodo; el extremo del cuello penetra en un recipiente de forma elipsoidal, en el que se sublima el iodo. La mejor temperatura para sublimar el iodo es de 110 á 120 grados.

(1) $KI + Cl - Cl K + I.$

El cloro puede reemplazarse por el ácido nítrico que desaloja el iodo de los ioduros sin que haya por qué temer un exceso del ácido.

Generalmente en vez del procedimiento anterior se acude á otro fundado en la reaccion del peróxido de manganeso, en presencia del ácido sulfúrico, sobre el residuo de las aguas madres de las cenizas de varechs, evaporadas á sequedad. La reaccion se verifica con suma facilidad, y por la aplicacion de una temperatura suave, el iodo se sublima en las partes frias del aparato (1). Pero en este procedimiento, los cloruros que quedan en las aguas madres suministran al mismo tiempo cloro que puede ocasionar pérdidas por motivo de la formacion de cloruro de iodo.

El Sr. Lluchs reemplaza el peróxido de manganeso por el bicromato de potasa. Al efecto, se disuelven 25 partes del residuo de las aguas madres en 50 partes de agua y se añade poco á poco su peso de ácido sulfúrico, y despues 7 partes de bicromato pulverizado; todo el iodo se separa en seguida al estado cristalino; el líquido que sobrenada contiene un poco de iodo que puede obtenerse por destilacion así que es arrastrado por el agua empleada para lejiviar el iodo depositado (2).

(1) Hé aquí la reaccion: $2 I Na + Mn O^2 + 2 SO^4 H^2 = SO^4 Na^2 + SO^4 Mn + H^2 O + I^2$.

(2) En este caso la reaccion puede formularse de este modo:

$6 KI + Cr^2 O^7 K^2 + 10 SO^4 H^2 = (SO^4)^4 Cr^2 K^2 + 6 SO^4 KH + 7 H^2 O + 3 I$.

Cuando se ha separado el iodo en estado de ioduro cuproso, se extrae dicho iodo fácilmente calentándole con el peróxido de manganeso, solo ó en presencia del ácido sulfúrico.

El Sr. Cournerie, de Cherburgo, emplea el siguiente procedimiento. Se hacen hervir las aguas madres en una caldera de fundición con un poco de ácido sulfúrico, para descomponer los sulfuros, sulfitos, hiposulfitos y carbonatos; se desprende hidrógeno sulfurado y se deposita azufre. Después de algun tiempo de reposo, el líquido claro se decanta, añadiéndole enseguida agua para que baje su densidad á 25° B., y se introduce en bombonas de gres por las que se hace pasar la corriente de cloro que pone el iodo en libertad. La destrucion de los compuestos sulfurados de las aguas madres puede efectuarse tambien saturándolas exactamente por el ácido sulfúrico, añadiéndolas 10 por 100 de su peso de bióxido de manganeso y calcinando al rojo sombra hasta la aparicion de vapores de iodo. Conseguido esto, se redisuelve la masa calcinada, se decanta el líquido claro, que se diluye hasta que sólo acuse 25° B., y se trata, por último, por el cloro.

Con arreglo á un nuevo método, se destilan los ioduros alcalinos con una disolucion de percloruro de hierro para separarles el iodo que pasa en la destilacion (1).

Después de extraído el iodo de las aguas madres de las cenizas de varechs, por medio

(1) $2 Na I + Fe^2 Cl^3 = 2 Na Cl + 2 Fe Cl^2 + 2 I.$

del cloro, se pasa á extraerlas el bromo que contienen al estado de bromuro. Al efecto, se concentran estas aguas ante todo, y se añade alguna gota de agua de cloro, para tener la seguridad de que no contienen iodo. Despues se destila en retortas de vidrio, provistas de una alargadera que penetra en un recipiente condensador, sin acudir á ningun mastic para las uniones, añadiendo á la primera materia dentro de la retorta, y por cada 156 partes de ella, 4 de peróxido de manganeso y 3 de ácido sulfúrico, y se hace hervir hasta que aparecen vapores rojos de bromo (1). Así que acaba de desprenderse el bromo, se hace un pequeño ensayo del líquido contenido en la retorta, por ver si queda bromuro por descomponer, en cuyo caso se renovará el manganeso y el ácido, y continuará la destilacion hasta que se haya obtenido todo el bromo.

El bromo que se condensó en el recipiente se hace pasar, por medio de un calor suave, á un vaso cilíndrico de vidrio, mantenido á baja temperatura con una mezcla de nieve y de sal.

Segun el Sr. Ballard, el bromo que destila de las aguas madres es condensado en recipientes de plomo que contienen limaduras de hierro, con lo que se trasforma en bromuro de hierro. En algunas fábricas se acostumbra saturar con la potasa el bromo condensado en el recipiente,

(1) La reaccion es la siguiente, puesto que el bromo se encuentra al estado de bromuro de magnesio:

$$Mg Br + Mn O^2 + 2 H^2 SO^4 = Mg SO^4 + Mn SO^4 + 2 H^2 O + Br.$$

evaporando á sequedad, calcinando, tratando la materia con manganeso y ácido sulfúrico como por el procedimiento ordinario, y recogiendo el bromo que destila, bajo la acción del ácido sulfúrico de 1,84 de densidad.

El Sr. Theroulde propone que el agua madre de que se ha extraído el iodo, se mezcle con el peróxido de manganeso, haciendo pasar después una corriente de cloro, y por último, tratando como por el procedimiento ordinario.

El Sr. Chatellier propone valerse del aluminato de sosa para separar las sales magnesianas de las aguas madres, empleando tanto aluminato, cuanto necesario sea para que la sosa contenida pueda sustituir toda la magnesia del agua madre. La magnesia se precipita combinada con la alúmina, y el líquido evaporado y dejado cristalizar suministra otra agua madre mucho más rica en bromo, que se trata por el peróxido de manganeso y por el ácido sulfúrico, como ya sabemos. El aluminato de magnesia se trata por un ácido débil para extraer dicha base y recuperar la alúmina, con la que se fabrica nuevo aluminato.

Para terminar este punto, vamos á describir el procedimiento propuesto por el Sr. Moride, para extraer el iodo y el bromo de los varechs ó algas marinas. Consiste este procedimiento en carbonizar al aire libre, por medio de un pequeño horno portátil de construcción particular, que se lleva al sitio donde se recogen las plantas marinas. Se lejivia el carbono obtenido con facilidad y prontitud en aparatos á propósito,

obteniéndose líquidos muy densos, que deben ser concentrados en calderas calentadas al vapor. De este modo se depositan, como ya sabemos, los sulfatos y cloruros de potasio y de sodio. Se decantan las aguas madres, y se las añade un hipoclorito ó ácido hiponítrico, tratando despues con benzina para disolver el iodo que queda libre. Extraído el iodo, se extrae tambien el bronco por medio del ácido sulfúrico y del peróxido de manganeso, ó bien reduciendo el líquido á un alto grado de concentracion y volviéndolo muy ácido, con lo cual el bromo sobrenada en estado líquido.

El aparato más generalmente empleado para la sublimacion del iodo, y del que ya hemos dado una idea ántes, es el representado en la figura 7.^a Consta de unas retortas de gres *AA*, en número de seis, que se introducen en un baño de arena dispuesto en la caja de fundicion *BB*, calentada por el hogar *C*. En cada retorta se introducen 20 kilogramos de iodo, que destila y se sublima en los recipientes *D* provistos de tapadera *e* y de una tubuladura *f*, de la que parte un tubo *g* que conduce los vapores acuosos fuera del local en que se trabaja; en la parte baja de los recipientes se encuentra un falso fondo móvil ó disco *ii* agujereado, para que escurra el agua condensada. Podríase abrir en el falso fondo un pequeño agujero, para que se renovase el aire que saldria por *fg* y arrastrase los vapores acuosos y un poco de iodo. Con el objeto de obtener los cristales de iodo más gruesos, se reciben en el mismo recipiente los

productos de varias destilaciones seguidas, como se viene verificando en todas las fábricas.

Para la obtencion del iodo por el procedimiento del ácido sulfúrico y del peróxido de manganeso, se introduce la mezcla de la primera materia que contiene el iodo y estos dos últimos cuerpos en una gran vasija destilatoria de plomo *C* (fig. 8.^a), dispuesta en el horno *F*; el iodo que se desprende se deposita en los recipientes de tierra cocida *B*, *B'*, *B''*, *B'''* en forma de masa cristalina sólida.

El iodo, como hemos dicho al principio, se puede extraer tambien del salitre del Perú, para lo cual se le separa de las aguas madres que se obtienen en el refinó de dicho salitre. Últimamente, y segun indicamos ya en el momento oportuno, se ha tratado de separar el que contienen algunos fosfatos de cal destinados á la fabricacion del superfosfato.

El bromo se obtiene, además de las aguas madres que quedan en la separacion del iodo de los varechs, de las de las salinas, y tambien de las del tratamiento de las sales de Stassfurt, aunque estos son recursos poco importantes.

La produccion del iodo en 1874, fué de 202.000 kilogramos, que se repartieron de este modo:

Escocia é Irlanda.	121.000 kilógs.
Francia.	51.000 —
Iodo extraído del nitro del Perú. .	30.000 —
	202.000 kilógs.

En 1875 se produgeron 122.500 kilogramos de bromo, en esta forma:

Stassfurt.	50.000 kilógs.
Francia.	5.000 —
Escocia.	15.000 —
América del Norte.. . . .	52.500 —
	122.500 kilógs.

El iodo y el bromo forman, entre otros compuestos, el ioduro y bromuro de potasio, que no dejan de tener importancia por el gran consumo que se hace de ellos. Para preparar el ioduro de potasio, se trata el iodo en polvo precipitado por el cloro,—si no está ya separado,—y despues de lavarlo bien, por una disolucion de potasa cáustica, hasta tanto que el líquido que al principio está colorado en rojo se vuelve incoloro. En tal estado, se evapora á sequedad, y en un crisol de fundicion se calcina al rojo sombra el residuo sólido, que se compone de una mezcla de ioduro y iodato potásicos, descomponiéndose el último en ioduro y fundiéndose la materia salina. Se disuelve esta en agua, se filtra la disolucion, se concentra hasta 65° B. y se deja enfriar para que cristalice el ioduro en la misma caldera de evaporacion. Al cabo de algunos dias se ha depositado la sal en forma de bellos cristales blancos, cúbicos y de perfecta transparencia, los cuales se extraen de la caldera, se ponen á escurrir en embudos, y despues se disponen en capas sobre planchas de hoja de palastro barnizadas, para hacerlos secar. Para esta desecacion se emplea una estufa, en la que

se renueva continuamente una corriente de aire caliente, cuya temperatura debe crecer poco á poco hasta 120° ó 130° evitando que el calor pase de este límite, porque los cristales se deformarian. De vez en cuando se debe sacudir la plancha, para renovar la superficie descubierta de los cristales, porque sino quedarian pegados á aquella y tardarian en secarse. Durante esta desecacion los cristales pierden su transparencia y se vuelven opacos.

Otro procedimiento que da productos más puros que el anterior, consiste en lo siguiente: el iodo precipitado y lavado se pone en una gran caldera de fundicion con limaduras de hierro y agua; se calienta nuevamente hasta que empiece la reaccion y se retira el fuego; si á pesar de esta precaucion se viese que la reaccion era muy enérgica, se añadirá agua fria para evitar que por la gran temperatura desarrollada se volatilice iodo. Así que se ha disuelto todo el iodo, se filtra el líquido y se lava el residuo bien, pudiendo añadir estas aguas de loccion al líquido filtrado, ó guardarlas para otra operacion en que se emplearán como agua pura.

En otra caldera, se disuelve una cantidad de sulfato de potasa equivalente á la del iodo; se mezcla con la disolucion el ioduro de hierro, y se añade cal apagada, calentando en seguida la mezcla por medio del vapor. De este modo se precipita óxido de hierro y sulfato de cal, quedando ioduro de potasio disuelto. Despues de reposar el líquido en grandes depósitos de fun-

dición, donde se aclara, es trasegado y lavado el sedimento que se forma. El líquido claro se evapora á sequedad, se calcina el residuo que queda, se redisuelve y concentra hasta 65° B, y se deja cristalizar.

El bromuro de potasio se puede obtener análogamente al ioduro y por cualquiera de los procedimientos descritos.

ALUMBRE.

Propiedades y aplicaciones.—El alumbre es un sulfato doble de alúmina y de potasa ($3 SO^4, Al^2 + SO^4 K^2 + 24 H^2 O$), que cristaliza generalmente en octaedros regulares que pueden obtenerse sumamente voluminosos. Estos cristales son un poco eflorescentes y su sabor dulce y astringente; son más solubles en caliente que en frío, como se ve en el siguiente cuadro, debido al Sr. Poggiale, que representa la cantidad de alumbre disuelta en 100 partes ponderales de agua:

Temperatura.	Cristalizado.	Anhidro.	Temperatura.	Cristalizado.	Anhidro.
0°	3.90	2.10	60°	66.65	26.70
10°	9.52	4.99	70°	90.67	35.11
20°	15.13	7.74	80°	134.47	45.66
30°	22.01	10.94	90°	209.31	58.68
40°	30.92	14.88	100°	357.48	74.53
50°	44.11	20.09			

A la temperatura de 60° pierde el alumbre 9 moléculas de agua, funde á 92° en su agua de cristalización y, calentado hasta el rojo, pierde toda su agua, hinchándose considerablemente y trasformándose en alumbre calcinado, que se presenta en masa blanca, porosa y quebradiza. Si se le calienta al rojo con carbon forma una masa pirofórica.

El alumbre se emplea como mordiente en tintorería y en la impresion de las telas, y en la fabricacion de las lacas para los papeles pintados. Las fábricas de papel consumen gran cantidad de alumbre en el encolado. Sirve como agente antiséptico para conservar la cola fuerte y las pieles. Suelese emplear como clarificante de los sebos, etc. En cuanto al alumbre calcinado no sabemos que tenga otras aplicaciones que en la medicina.

El alumbre se encuentra con frecuencia formando eflorescencias en las pizarras aluminosas; principalmente suele verse en las regiones volcánicas, sobre todo en las sulfotaras, en los depósitos de arcilla piritosa, en los yacimientos de hulla y de liñito. La presencia del alumbre en la proximidad de los volcanes tiene una explicacion muy sencilla: el ácido sulfuroso que se desprende de los mismos se transforma en ácido sulfúrico por la accion del oxígeno y de la humedad del aire, y este último ácido reacciona sobre la alúmina y la potasa contenidas en las lavas.

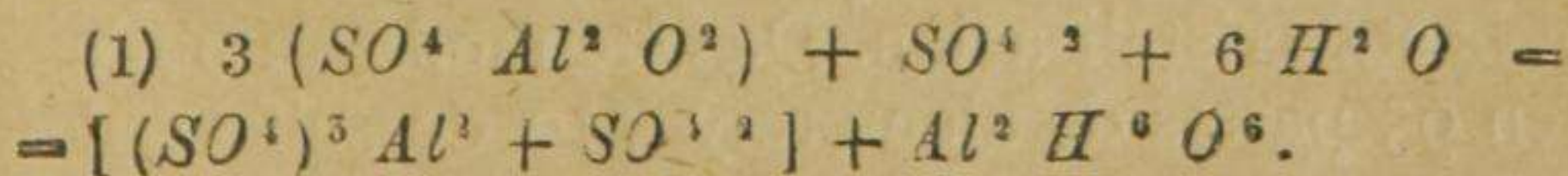
De cualquier modo que sea, el alumbre natural no tiene más interes que el puramente

mineralógico, mientras que el artificial le tiene muy grande en la industria.

Fabricacion del alumbre.—Las materias primeras á que puede recurrirse para la fabricacion del alumbre son muy numerosas, figurando en primer término la piedra de alumbre, ciertas pizarras aluminosas, minerales de alumbre de la formacion del liñito ó la tierra alúmina propiamente dicha, arcillas, criolita, bauxita, escorias de los altos hornos, etc. Veamos los tratamientos á que se someten estas diferentes materias para obtener el alumbre.

La alunita ó piedra de alumbre puede considerarse como una combinacion de alumbre ordinario anhidro y de alúmina hidratada (1). Calentada hasta el rojo naciente, pierde su agua y se trasforma en alumbre calcinado, que se puede disolver en el agua, y en alúmina insoluble. Hé aquí cómo se fabrica el alumbre con la alunita.

Se reduce á fragmentos ésta y se calcina moderadamente en hornos análogos á los de yeso, ó, mejor aún, en hornos de reverbero. Una vez calcinada, se amontona sobre un piso plano y firme, ó se echa en cisternas ó balsas de mampostería, humedeciéndola todos los dias durante varios meses hasta que los pedazos de alunita se deshagan por completo. Conseguido esto, se lejivia la masa y se evaporan las aguas de locion en calderas de plomo, por cuyo me-



dio se obtienen cristales cúbicos ligeramente colorados en rosa por un poco de sesquióxido de hierro insoluble, color que no tiene influencia nociva en las aplicaciones del alumbre.

El Sr. Faure trata del modo siguiente la alunita del monte Dore: reducido á fragmentos el mineral, se calcina al rojo sombra en retortas de fundicion, y el ácido sulfuroso que se desprende se dirige á las cámaras de plomo; la masa calcinada se echa en depósitos de piedra inatacable por los ácidos y se riega con ácido sulfúrico de 53°. Al cabo de várias semanas la masa es tratada por agua caliente, obteniéndose disoluciones que por el reposo dan cristales de alumbre, miéntras que el sulfato simple de alúmina, que representa cerca de 60 por 100 del peso de alunita, queda en las aguas madres. Este sulfato se vende tal como resulta, ó bien se convierte en alumbre por adicion de sulfato de potasa ó de amonio, si es que se quiere alumbre amoniacal.

Como se ve, por este procedimiento se aprovecha la alúmina que queda libre durante la calcinacion, miéntras que en el descrito ántes se pierde ésta.

Una Sociedad de París ha adquirido privilegio para la fabricacion del alumbre por medio de alunita. Consiste este privilegio en hacer hervir 100 partes de esta alunita calcinada con 1.500 partes de agua y 70 de ácido sulfúrico á 50°. Se deja clarificar por el reposo y se evapora hasta cristalizacion. De este modo se obtienen 95 partes de alumbre y 119 de sulfato de

alúmina con 12,50 por 100 de alúmina, que se disuelve en una lejía de sosa. En una adición á este privilegio se calcina la alunita, mezclada con ácido sulfúrico y ácido clorhídrico. El hierro debe volatilizarse al estado de cloruro, el cloruro de potasio trasformarse en sulfato. Si se trata la masa calcinada otra vez por el ácido sulfúrico diluido, se obtiene el alumbre de potasa.

Pero de todos los procedimientos empleados para fabricar el alumbre con las primeras materias en cuya composición entren la alúmina y la potasa, no conocemos ninguno tan racional como el propuesto por el Sr. Zimmermann para la fabricación del alumbre en harina, procedimiento que está dando muy buenos resultados allí donde á él se recurre.

El mineral de que se valió el autor del procedimiento en sus primeros ensayos tenía la siguiente composición media:

Agua..	30 por 100.
Alúmina.	17 á 18 —
Potasa.	2 á 5 —
Sílice.. ,	50 —

Tratando el mineral seco, conteniendo 7 por 100 de agua, por el ácido sulfúrico, pierde 22,65 por 100 de alúmina y 11,23 de potasa, dejando un residuo formado de 54,50 por 100 de sílice, 3,75 de alúmina y óxido de hierro y 1,12 de cal. De modo que se han disuelto $\frac{9}{10}$ de la alúmina y toda la potasa.

El procedimiento consta de cinco operacio

nes: 1.^a, acedificacion y disgregacion; 2.^a, lavado de la masa disgregada; 3.^a, evaporacion de las lejías brutas, hasta cierto grado de concentracion; 4.^a, precipitacion del alumbre por la adicion del sulfato de potasa, separacion, lavado y desecado; 5.^a, disolucion y cristalizacion lenta, cuando no se quiere vender el alumbre bajo la forma de harina.

La materia arenosa empleada, hemos visto que contiene 30 por 100 de agua, y se obtiene su disgregacion fácil y completamente sin necesidad de calentamiento, tratándola por el ácido sulfúrico de las cámaras á 50° B. Toda modificacion en esta manera de operar será desventajosa. El agua se distribuye regularmente en toda la masa, y es necesaria para facilitar la absorcion del ácido; si la materia estuviera más seca, contendria aire interpuesto que impediria al ácido penetrar. El ácido más concentrado se calienta verdaderamente más, pero en cambio está más expuesto á producir aglomeraciones, y ataca con más energía á los recipientes.

La operacion se practica en cajas formadas de tablas gruesas, bien unidas, y forradas interiormente de plomo; estas cajas tienen 10 metros de longitud, 2^m,75 de ancho y 0^m,80 á 1 metro de altura. Con el fin de impedir que el plomo no sufra deterioro por la accion de las herramientas, la pared interior está forrada de ladrillos muy cocidos, cimentados con yeso. La capacidad de cada caja es de 18 metros cúbicos; pero, con objeto de poder trabajar bien la mezcla, sólo se cargan 12 metros cúbicos de

arena, ó sea 7.500 kilogramos próximamente; se añaden 4.050 kilogramos de ácido sulfúrico de 50° B., teniendo cuidado de echarlo en diferentes puntos. Con una pala se remueve la mezcla para que quede lo más homogénea posible. Se produce un calentamiento, que alcanza hasta 54°, por la combinación del ácido con el agua y otras reacciones químicas. La masa se revuelve completamente todos los días, y después de cinco ó seis, se observa que todo el ácido ha sido absorbido uniformemente y que los granos de arena se dejan romper fácilmente; la temperatura baja, y la masa presenta un aspecto uniforme, es generalmente húmeda, de color homogéneo y sin granos por descomponer. En este estado, se extrae la materia y se extiende en una superficie de ladrillos bien cocidos, cimentados con yeso; se deja permanecer bajo cubierto durante tres ó cuatro semanas, y la disgregación se produce de un modo tan completo que sólo queda 1 por 100 próximamente de ácido libre. El color de la masa es blanco gris con manchas amarillo-verdosas. Se percibe también que la disgregación está bien hecha, así como la transformación de la potasa en alumbre, por la aparición de numerosísimos pequeños cristales de esta última sal doble.

Así que ha terminado este trabajo preliminar y que se ha acumulado un depósito de materia para tres ó cuatro semanas, se pasa á la segunda operación, el lavado, empleando naturalmente siempre la masa más antigua y, por consiguiente, la más disgregada. El lavado se hace en ca-

jas de tablones unidos por medio de tirantes de hierro ó travesaños de madera; lo mismo que las cajas en que se verificó la acedificación, las que sirven para el lavado están forradas de plomo de $\frac{1}{4}$ milímetro de grueso y de una capa de ladrillos cimentados con yeso. Se emplean cuatro cajas de tres metros cuadrados de sección y de 1^m,50 de altura.

En el fondo de las cajas se encuentran situados cuatro soportes longitudinales de madera revestidos de plomo, sobre los que descansan unas barras redondas de hierro forradas también de plomo; estas barras sirven para soportar la masa é impedir la adherencia al fondo. Un tubo de plomo conduce vapor á las cajas; este tubo termina en medio del fondo por un apéndice ó rama horizontal llena de agujeros, y puede vaciarse completamente merced á una válvula colocada en la parte superior de la rama vertical del tubo correspondiente á cada caja. El vapor llega bajo las barras y se reparte uniformemente en todos sentidos, calentando la masa.

Las cajas comunican entre sí por medio de tubos de plomo, á fin de que la disolución pasar sucesivamente de una á otra, se concentre cada vez más, hasta que llega al grado que se desea. Estos tubos parten, pues, de la parte inferior de una caja, donde la lejía es siempre la más concentrada, para verter en la parte superior de la caja inmediata; la lejía saturada de una caja que contiene la materia ya esquilhada parcialmente atraviesa aún la materia fresca

colocada en las otras tres cajas y se sobresatura, por decirlo así. Por último, cada caja está provista de un tubo de sangría ó descarga.

Hé aquí ahora cómo se conduce la operacion; despues de haber introducido en cada caja 60 barras, se esparce una capa delgada de paja de avena, destinada á formar un asiento completo; despues se cargan 7.500 kilogramos proximamente, ó 7 á 8 metros cúbicos de materia. Se cierra la extremidad superior del tubo, que desemboca en la caja vecina, con un tapon de madera, despues se hace llegar el agua hasta que la masa quede recubierta de una capa de agua de algunos centímetros; se hace llegar entónces lentamente el vapor hasta que el agua entre en ebullicion; despues de cocer una hora, la lejía, que se hace salir apretando una pinza que cierra un tubo de caoutchouc situado sobre el tubo de sangría ó descarga, marcará 28 ó 29 grados Baumé (1.239 á 1.249 de densidad), estando en tal caso suficientemente saturada, y se la deja correr por una canal de madera á un recipiente depósito.

El residuo de la primera caja se trata segunda vez por otra igual cantidad de agua y se calienta hasta que la lejía obtenida marque 20° Baumé (1,1598 de densidad); se quita entónces el tapon del tubo que hace comunicar las dos cajas adyacentes y se deja correr lentamente el agua en la primera caja, sin interrumpir la coccion, hasta que la lejía de la primera caja haya pasado á la segunda y que la materia de la primera quede completamente esquilhada. El lí.

quido que sale entonces del tubo de descarga de la primera caja no debe marcar grado alguno del areómetro, y se le deja correr al arroyo; el residuo, compuesto de sílice desagregada casi pura, se extrae de la caja y se llena ésta de nuevo.

Del mismo modo se trabaja para las cajas números 2, 3 y 4, de suerte que un lavador del tamaño indicado permite tratar por día 7.500 kilogramos de materia, pudiéndose todavía llenar el aparato; por otro lado, es posible obtener solamente lejías concentradas, que marquen por lo menos 24° Baumé (1,1982 de densidad), de manera que la materia queda enteramente esquilmada; lo que no se consigue nunca en los otros sistemas. Como medio de utilizar el residuo silícico, diremos solamente que se puede transformar muy fácilmente en ladrillos comprimidos que posean suficiente solidez para servir de material de construcción.

Las lejías reposadas se someten á la evaporación en cubas semejantes, por su construcción, á las que hemos descrito anteriormente; estas cubas tienen 6^m,75 de longitud, 2^m,75 de ancho, 0^m,75 de profundidad y están forradas de hojas de plomo de 2 milímetros de espesor, que pesan 22^{kg},75 por metro cuadrado. La capa de ladrillo es inútil aquí, porque no se trabaja con ninguna herramienta en estas cubas; una caja especial, provista de un tubo de salida, está fija al fondo y en un ángulo de la cuba. A una altura de 0^m,07 sobre el fondo, se encuentran unos tubos de plomo que conducen el vapor

que sirve para la evaporacion de las lejías, para que sea posible la limpieza, en el caso en que sea necesaria. Las lejías se vierten en estas cubas por medio de elevadores y se evaporan hasta los 42° Beaumé (densidad, 1,4072), por lo ménos, reemplazando siempre el volúmen líquido evaporado con lejía fresca. Cuando se ha conseguido dicho grado de concentracion, se debe determinar lo más exactamente posible cuál es la cantidad de líquido contenida en una cuba, á fin de poder fijar cuánto es necesario añadir todavía de sulfato de potasa ó de amoníaco para formar el alumbre.

En la práctica, sábese que 9^m3,7 de lejía á 42.° Baumé suministran 7^m3,8 de harina de alumbre, y que un metro cúbico de esta última da 800 kilogramos de alumbre lavado. Como 100 partes de alumbre húmedo corresponden á 87,5 partes de alumbre seco, estos 800 kilogramos dan 700 kilogramos de dicho alumbre seco. Para 100 partes de alumbre son precisas 10 de potasa ó 20 de sulfato de potasa de 92 por 100; si para 5.000 kilogramos de alumbre seco son precisos 8.409 de materias brutas, y si éstas contienen 2 por 100 de potasa, ó sean 168 kilogramos de potasa ó 327 ,5 de sulfato de potasa, será aún preciso añadir 66^{kg},5 de este sulfato para trasformar la lejía en alumbre. En la práctica se contarán para 100 partes de alumbre de potasa 12 á 16 por 100 de sulfato de potasa, ó 6,8,16 de sulfato amónico; un exceso de álcali no perjudica y no se pierde nunca, porque se vuelve á encontrar cuando se evapo-

ran las aguas madres adicionadas á la lejía bruta fresca; sin embargo, es colocarse entre los límites indicados.

Para precipitar el alumbre bajo la forma de harina cristalina, se disuelve el álcali pesado (sulfato de potasa ó de amonio) en un pequeño depósito de madera sin forro de plomo, provisto de un doble fondo lleno de agujeros, sólidamente sujeto y bajo del cual se abre un tubo de vapor. La sal se vierte sobre este fondo; despues se añaden para cada 500 kilogramos $0^m3,8$ de agua, si se trata del sulfato de potasa, y $0^m3,3$ si es el amónico; la disolución se produce en seguida bajo la influencia del vapor de agua que se hace llegar por el tubo. Como el sulfato de potasa se disuelve muy difícilmente, mientras que el amónico lo verifica con suma facilidad, el primero exige una coccion de seis horas, mientras que el segundo no debe calentarse sino durante dos horas; así se obtiene una disolución de sulfato de potasa que marca 42^o Beaumé ó de sulfato amónico que marca 16^o del mismo areómetro.

La precipitacion se verifica en depósitos especiales formados de cajas de madera de cinco metros de longitud, cuatro de ancho y uno de altura, término medio; estas cajas están interiormente forradas de hojas de plomo de 1,26 milímetros de espesor y provistas de ladrillos ligeramente levantados. La disolución hirviente de potasa y de amoniaco se lleva por una canal al depósito al mismo tiempo que la lejía bruta de sulfato de alúmina igualmente caliente, y se

mantiene la mezcla constantemente en agitacion hasta el completo enfriamiento. El líquido mezclado empieza á dejar depositar cristales de alumbre hácia los 67° , y esta precipitacion de alumbre en pequeños granos, muy finos, continúa hasta que el líquido se haya enfriado á la temperatura del aire ambiente; durante todo este tiempo se debe remover constantemente, á fin de que los cristales tengan un tamaño uniforme.

Despues que los cristales se han depositado y se han desprendido de la mayor cantidad de agua madre que contenian, se procede á su lavado. Esta operacion se hace á mano ó en un aparato centrífugo de convenientes dimensiones. En el lavado á la mano, se echa á la pala la harina de alumbre sobre un tamiz de agujeros poco ancho y provisto de un reborde de madera; despues se hace llegar encima agua en forma de lluvia fria, que sale de un cendal de palastro de grandes dimensiones. Débese procurar principalmente que el agua sea completamente fria y emplear la cantidad estrictamente precisa; en efecto, 100 partes de agua á 10° disuelven, término medio, 9,52 partes de harina de alumbre, y 100 partes de agua á 20° disuelven 15,13 partes. Con el objeto de evitar semejante pérdida, se lava tambien la primera vez con una disolucion de alumbre saturada en frio, disolucion que proviene de un lavado anterior y se clarifica por el reposo en el intervalo de las operaciones; esta disolucion varía de 5 á 7° Baumé. Repitiendo este lavado dos veces, la harina de

alumbre se desembaraza de todo el hierro que las aguas madres contenian aún, porque las partículas de hierro se encuentran siempre en la superficie de los cristales, y aún con las investigaciones más minuciosas, se llegan rara vez á encontrar en el alumbre indicios de hierro. La harina se coloca en seguida sobre un cañizo ó emparrillado inclinado de madera para que escurra; despues sobre otro de desecacion situado al aire libre en verano, y protegido solamente de las lluvias por medio de un tejado, miéntras que en invierno se debe colocar el último emparrillado en una cámara calentada.

Mucho más racional es emplear para hacer el lavado un aparato centrífugo de fondo movable, porque el líquido contenido en el producto (aguas madres y aguas de locion) se separa más rápidamente y de un modo más completo. El fondo de la cuba centrífuga empleada á este efecto está formado de dos válvulas semi-circulares que se abren hácia la parte inferior y articuladas en el centro sobre una charnela. La harina se carga con una pala en la tolva del aparato; se esparce en este último y es rociada, por medio de una pequeña cantidad de agua procedente de un lavado anterior, despues con agua pura. El alumbre lavado así dos veces es un producto enteramente blanco, más puro que el suministrado por los otros métodos, casi químicamente puro y tan seco que se le puede envasar en los recipientes que sirvan para su expedicion, inmediatamente despues de salir del aparato.

La cristalización, empleada como último método de depuración para el alumbre ordinario, es raro que produzca resultados bastante completos, porque los compuestos ferruginosos se fijan ordinariamente al exterior de los cristales y quedan adheridos en su superficie; esto lo saben muy bien los fabricantes, y sobre todo los tintoreros, que lavan los cristales con agua pura frotándolos con escobas. La fuerza centrífuga reemplaza ventajosamente esta operación onerosa; los cristales obtenidos por medio de la harina de alumbre son completamente puros y no contienen hierro, ni en el interior ni en su exterior.

Para preparar estos cristales se emplea una especie de tonel de 2^m,5 de altura por 2 metros de ancho, y provisto de un tubo de vapor; se echa el agua hasta que se llene á $\frac{1}{4}$ próximamente; se calienta esta agua á la ebullición por medio del vapor, y se añade entonces harina de alumbre hasta que el líquido marque 45° Beaumé para los cristales ordinarios y 40° para los químicamente puros. Se deja reposar durante algunas horas; se trasiega después el líquido claro á vasijas de cristalización, de madera, de 2,5 á 3 metros de altura por 1,5 á 2 de diámetro; estas vasijas se mantienen sólidamente por medio de aros de alambre de hierro. Se suspenden de latas pequeñas, bandas ó tiras de plomo á las que se adhieran hermosos cristales de alumbre; al cabo de ocho ó diez días el volumen de los cristales no aumenta más; se hacen correr entonces las aguas madres por el

fondo; se quitan los aros de alambre de hierro y se abren de este modo ligeramente las duelas del tonel; despues se puede extraer la masa de cristales, que no forman más que una sola pieza. Se rellenan los huecos que se encuentran en esta masa con otros cristales, y se la puede expedir de este modo formando un sólo bloque, por decirlo así, colocando dos tapas y dos rodajas de madera, ó bien romper la masa, limpiarla, secarla, clarificarla y embalarla como el azúcar. Las aguas madres se reunen todas, se las evapora y se trasforman en harina.

La fabricacion del alumbre, empleando como primera materia las pizarras aluminosas, consiste en lo siguiente: Empiézase por someter á una tostacion el mineral, operacion que se verifica por sí misma cuando dicho mineral es muy rico en piritas, bastando en tal caso amontonarlo y humedecerlo; la oxidacion de la piritita se verifica con energía y se desarrolla bastante calor para inflamar la materia carbonosa. Si el mineral contiene poca piritita y gran cantidad de materia carbonosa, se le quema en monton, sin necesidad de añadir combustible, y procurando moderar la combustion para que no se descomponga el sulfato de alúmina; si el mineral contiene, por el contrario, poca materia carbonosa, habrá que mezclarle leña, hulla ú otro combustible oportuno. La potasa de la leña y el amoniaco de la hulla se encontrarán al estado de alumbre en la disolucion del producto.

Tratando por el agua este producto, se di-

solventarán el sulfato de alúmina, los alumbres á base de potasa,—sobre todo si la arcilla contiene feldespató,—y de amoniaco, los sulfatos de protóxido y sequióxido de hierro y el sulfato de magnesia. La lejía se concentra hasta 36° Beaumé y se deja reposar durante algunas horas; de este modo se precipita subsulfato de hierro insoluble, y el líquido decantado se lleva á los cristalizadores donde se deposita la mayor parte del alumbre; se decanta las aguas madres y se continúan concentrando para que cristalice el sulfato de protóxido de hierro, pudiéndose continuar la concentracion y obtener dos ó tres cristalizaciones sucesivas de sulfato de hierro. Generalmente se añade un poco de ácido sulfúrico y de pedazos de hierro viejo á los líquidos, para reducir el sulfato de sesquióxido é impedir la produccion de alumbre de hierro, que cristalizaria con el ordinario ó potásico, sin que se le pudiera separar por disolucion.

El agua madre en que se ha depositado el vitriolo verde, contiene principalmente sulfato de alúmina que se trasforma en alumbre, añadiendo por cada 100 partes de alúmina anhidra que contengan aquella agua:

Cloruro de potasio.	43,5 partes.
Sulfato de potasa.	50,9 —
Sulfato amónico.	47,4 —

disueltos en la menor cantidad posible de agua. El alumbre se precipita en forma de polvo blanco; el líquido claro se decanta y se evapora removiéndole sin cesar para que se depo-

site nueva cantidad de alumbre en pequeños cristales. Las aguas madres que quedan en último término, presentan un color verde y sólo contienen una cantidad insignificante de alumbre, pero es muy grande la de cloruros de hierro, de sulfatos ferroso y férrico, de sulfato de magnesia ó de cloruro de magnesio, según que se ha empleado el sulfato ó el cloruro en la precipitación del alumbre en harina. Estas aguas madres se tratan para alumbre impuro y sulfato de hierro, ó bien se emplean para preparar el sulfato amónico.

La purificación y cristalización del alumbre en harina obtenido, como hemos visto, de las pizarras aluminosas, se obtienen como ya sabemos.

Más de la mitad del alumbre fabricado en Inglaterra lo es en forma de alumbre amoniacal y se emplea el procedimiento del Sr. Spence que merece ser conocido. Se calcinan las pizarras negras en monton, á una temperatura próxima á la del rojo, evitando calentar demasiado; la calcinación dura dos días, y después se pone el producto en digestión durante otros dos días con ácido de 40° Beaumé en grandes vasijas abiertas, manteniendo la mezcla á unos 107°, para lo cual se calientan dichas vasijas por el exterior, y se hace llegar á su interior vapor de agua producido en hervidores en que se calientan aguas amoniacaes del gas de alumbrado con cal. La alúmina de las pizarras es atacada fácilmente por el ácido sulfúrico y el bisulfato amónico, que se produce por la llegada

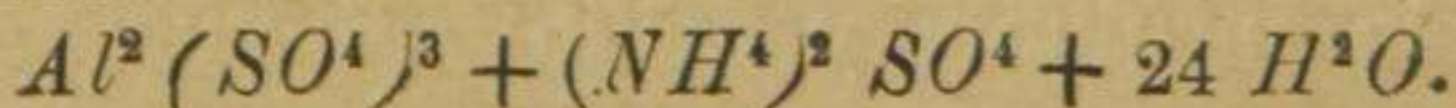
de los vapores amoniacales. El líquido de este modo preparado se trasiega á cristalizadores, donde se le agita constantemente para obtener pequeños cristales que se lavan y secan. Las sales de hierro quedan en las aguas madres.

Los cristales así obtenidos se depuran por una segunda cristalización en gruesos cristales, según ya sabemos.

El mismo Sr. Spence emplea también desde hace algún tiempo, para fabricar el alumbre amoniacal, el fosfato de Rodondo, que es un fosfato de alúmina con un poco de hierro, el cual, calcinado en carbon y tratado después por el ácido sulfúrico, produce una disolución, por la que se hace pasar, como en el caso anterior, una corriente de gas amoniacal; el líquido que resulta de este tratamiento produce por concentración alumbre amoniacal (1). Las aguas madres, que contienen ácido fosfórico con un poco de sulfato de hierro, de alúmina y de amonio, se evaporan y convierten en abono.

Para fabricar el alumbre con la arcilla, se elige ésta lo más pura posible, exenta sobre todo de carbonato de cal y de hierro, y se somete á la calcinación en presencia del aire; de este modo queda porosa, perdiendo su agua y transformándose el hierro en peróxido; se pulveriza y trata por el ácido sulfúrico de 50° B. en caliente, dentro de una caldera forrada de plomo, dejan-

(1) La composición del alumbre amoniacal es la siguiente:



do solidificar la masa en seguida en una caja de palastro. La lejía obtenida de esta masa, se deja reposar y el líquido claro se trata hirviendo por el sulfato de potasa, abandonando la mezcla á la cristalización en calderas de plomo.

El alumbre bruto obtenido de este modo se redisuelve en agua, y se hace cristalizar en harina, la cual puede lavarse para separarla las aguas madres. Generalmente este alumbre en harina no se somete ya á la cristalización en gruesos cristales.

En Inglaterra se preparan actualmente unos panes de alumbre ó pasta alúmino-férrica, por la acción del ácido sulfúrico sobre la arcilla á una presión de dos atmósferas y media en calderas de cobre forradas de plomo. La masa se vuelve muy dura y quebradiza, disolviéndose fácilmente en el agua caliente, dejando como residuo sílice. El análisis de este producto ha dado el siguiente resultado:

Sulfato de alúmina.	43,70
Sílice.	20,00
Agua é impurezas.	36,30
	100,00

La criolita, cuya composición centesimal es de 54,5 de fluor, 13,0 de alúmina y 32,5 de sosa, sirve también para preparar el alumbre. Calentando una mezcla de una molécula de esta criolita con seis de carbonato de cal, se forma aluminato de sosa soluble en el agua, fluoruro de calcio insoluble y ácido carbónico que se

desprende (1). Se disuelve el aluminato de sosa y se hace pasar por la disolución el ácido carbónico desprendido durante la operación precedente, separándose de este modo el hidrato de alúmina gelatinoso y formándose carbonato de sosa. Si se quiere la alúmina al estado terroso y compacto, no se precipita con el ácido carbónico, sino con bicarbonato de sosa; se decanta la lejía sódica clara y se la trata por carbonato de sosa, mientras que la alúmina lavada y disuelta en ácido sulfúrico diluido, con una sal potásica puede producir alumbre, ó se evapora dicha disolución, con lo que se obtiene una sal llamada alumbre concentrado, que se emplea en tintorería. Según Wagner, 50 kilogramos de criolita suministran 16,5 de alúmina, que exigen para ser neutralizados 45 kilogramos de ácido sulfúrico concentrado, y pueden dar 152,5 kilogramos de alumbre. Además de este alumbre, los mismos 50 kilogramos de criolita producen: 37,5 de sosa calcinada, 101,5 de carbonato de sosa cristalizado, 22,5 de sosa cáustica, 58,5 de bicarbonato de sosa. Con el objeto de favorecer la descomposición de la criolita y de aumentar el rendimiento en alúmina y sosa, se añade á la mezcla de aquella y el carbonato de cal, cierta cantidad de fluoruro de calcio.

La descomposición de la criolita suele obtenerse también por medio de cal cáustica por vía húmeda, ó por el ácido sulfúrico. En este último

(1) $(Al^2 Fl^6, 6 Na Fl) + 6 Ca CO^3 = Al^2 O^3, 3 NaO + 6 Ca Fl^2 + 6 CO^2$.

caso, se extrae la sosa y como producto accesorio el sulfato de alúmina libre de hierro.

Calentando la bauxita, que es un mineral formado de hidrato de alúmina férrico, con carbonato de sosa, ó con una mezcla de sulfato y carbon, se obtiene por lejiviacion de la masa disgregada una disolucion de aluminato de sosa, con el que se puede preparar el alumbre ó el sulfato de alúmina, como ya sabemos.

Los señores Amenc y Milius, fabrican sulfato de alúmina, sílice gelatinosa y cloruro de calcio, por medio de las escorias de los altos hornos. Estas escorias se reducen á polvo fino, y se tratan por el ácido clorhídrico en un aparato especial que puede resistir á los ácidos. Los vapores ácidos que se desprendan durante la reaccion se llevan á una serie de vasijas de gres, donde se condensan. La disolucion contiene sílice, cloruro de calcio y cloruro de aluminio; se diluye en agua, y se deposita la sílice, decantando en seguida y precipitando la alúmina por medio del carbonato de cal puro y en polvo fino; es preciso operar con cuidado, para no mezclar el producto con el hierro. El precipitado se lava y seca, y la disolucion, que contiene el cloruro de calcio, es evaporado.

La fabricacion del alumbre con el feldespató y minerales análogos, no tiene importancia industrial, por lo que haremos caso omiso de ella.

Separando ácido sulfúrico del alumbre, por medio del carbonato de potasa ó sosa, hasta que empiece á precipitarse la alúmina, ó bien añadien-

do hidrato de alúmina á una disolucion de dicho alumbre, se obtiene el llamado alumbre neutro ó alumbre cúbico. Preparáse tambien haciendo hervir doce partes de alumbre y uno de cal; el líquido produce cristales cúbicos por enfriamiento. Sometido á iguales tratamientos el alumbre amoniacal, produce análogamente alumbre de amonio neutro.

Sulfato de alúmina.—Los procedimientos que hemos descrito para preparar el alumbre con la arcilla y el ácido sulfúrico, con la criolita y con la bauxita, son otros tantos de fabricacion de sulfato de alúmina, llamado en el comercio alumbre concentrado. Cuando se emplea la arcilla ó la alúmina, en esta última fabricacion, es preciso precipitar de la disolucion del sulfato de alúmina el hierro por medio del ferrocianuro de potasio. El Sr. Wagner, propone el siguiente procedimiento para preparar el sulfato de alúmina con la criolita. En una cuba de madera, forrada interiormente de plomo, que contiene ácido sulfúrico y está calentada de 80 á 90 grados, se echa alúmina separada del aluminato de sosa por el ácido carbónico, ó polvo de criolita, hasta que resulte un residuo insoluble. La lejía clara y concentrada se trasiega á una caldera de cobre, donde se evapora hasta fusion de la masa salina, la que se pasa por medio de una cuchara de cobre á moldes planos del mismo metal.

Aluminato de sosa.—Al ocuparnos de la fabricacion del alumbre, hemos tenido ocasion de conocer algunos procedimientos para preparar

este producto químico, que es objeto de fabricacion en grande escala de algun tiempo á esta parte. Pero la mayor cantidad de aluminato de sosa que se expende al comerio, se prepara con la bauxita y del modo siguiente: Se calcina al rojo una mezcla de una parte de carbonato de sosa y dos del mineral finamente pulverizado, procurando que éste último esté todo lo más posible libre de sílice, para que no se forme un sílicó-aluminato sódico insoluble. La masa calcinada, pero no fundida, se trata por el agua, que disuelve un producto de composicion constante ($2 AlO^3, 3NaO^2$). Este aluminato, muy soluble en el agua, no ha podido aún obtenerse cristalizado.

ULTRAMAR ARTIFICIAL.

Propiedades y aplicaciones.—Una de las conquistas más importantes que ha realizado la industria química, es la fabricacion del ultramar. En otro tiempo no se conocia con este nombre más que la materia azul que se obtenia de una sustancia mineral, de color azul, llamada en términos mineralógicos, lazulita, lapislázuli, ultramar, zeolita azul, etc., que se encuentra diseminada bajo forma de cristales ó de granos, ó en vetas, en los terrenos graníticos, y particularmente en medio de los calizos granados en Siberia, Persia y en várias partes del Asia central. La composicion de este mineral es la siguiente:

Sílice.	45,50
Alúmina.	31,76
Oxido férrico.	1,23
Cal.	3,52
Sosa.. . . .	9,09
Acido sulfúrico.. . . .	5,89
Azufre.	0,95
Agua.	0,12
Cloro.	0,42
	98,48

Conocida la composición de la lazulita han contado los químicos con un punto de partida para sus investigaciones y ensayos, encaminados á la preparación de un ultramar artificial, y lo han conseguido con gran ventaja para las industrias que empleaban el ultramar natural que tan caro costaba, mientras que el artificial tiene un precio sumamente módico (1).

En el comercio se conocen principalmente tres ultramares artificiales: azul, verde y violeta. Todos ellos son silicatos dobles de alúmina y sosa en los que el oxígeno está en parte reemplazado por el azufre. Los experimentos practicados hasta el día con los ultramares, prueban que el azufre está químicamente unido á la molécula de aluminio; por otra parte, se ha observado que cuanto menos alúmina hay en las mezclas industriales, con mayor cantidad de azufre pueden combinarse. (2)

(1) El precio del ultramar natural ó extraído de lapislázuli era en 1820 de 4.000 francos el kilogramo; el del ultramar artificial es en la actualidad de 2 francos el kilogramo, término medio.

(2) Teniendo en cuenta las proporciones de sílice y de sosa que se combinan en tales condiciones, se

El Sr. Hoffmann ha publicado el siguiente cuadro de los resultados del análisis de algunas muestras de ultramar exentas completamente de agua:

N.º	Resí- duo ar- cilloso	Sílice	Alú- mina.	Potasa	Sosa.	Azufre	TOTAL.
1	0,71	35,00	30,10	28,00		6,25	100,06
2	1,21	37,49	31,75	23,77		6,69	100,91
3	1,94	38,52	28,94	1,32	21,36	8,30	100,38
4	2,17	37,40	99,01	23,74		8,27	100,59
5	2,11	37,77	29,54	1,38	21,61	7,87	100,28
6	2,27	37,85	28,90	22,80		8,00	99,82
7	2,36	37,90	29,30	22,60		7,86	100,02
8	1,87	38,55	29,89	1,21	21,89	8,27	101,68
9	2,00	37,40	25,60	23,40		12,00	100,40
10	7,64	34,86	24,06	1,01	19,58	13,25	100,40
11	3,61	40,77	23,95	0,83	18,54	13,58	101,07
12	4,81	39,61	23,74	1,04	19,15	13,10	101,66
13	3,50	41,30	24,30	17,40		14,80	101,30
14	8,20	35,60	22,80	16,80		14,40	97,80

Los primeros ocho números son de muestras de ultramares pobres en sílice de la fábrica Hoffmann, y los seis restantes son de los ricos en sílice. El número 1, es ultramar blanco; el 2, azul procedente del número 1; el 3 y el 4, ultramares verdes; el 5, azul del número 3; el 6, azul del número 4; el 7, azul, medio de la fabricación; el 8, azul más puro. El número 9 es azul verde, obtenido en el laboratorio fuera del

puede representar la fórmula del ultramar azul puro por $Al^4 Si^6 O^{20} Na^4 S^2$; y la del ultramar azul violeta, que puede dar violetas y rojos por la acción del cloro, por $Al^2 Si^4 O^{13} Na^4 S^2$.

contacto del aire; el número 10, azul, medio de la fabricación; el número 11, el azul más puro de la fabricación (al crisol); el número 12, el azul más puro de W. Büchner (á la mufla); el número 13, violeta de la fábrica de ultramar de Nuremberg; el número 14, rojo de W. Büchner, primera muestra.

Todos los compuestos de ultramar son muy higroscópicos; la proporción de agua se eleva hasta 5 por 100 en las muestras secadas al aire; para el violeta de Nuremberg, calentando con el óxido de cobre, se ha encontrado 4,7 por 100 de agua.

El ultramar artificial no se deja atacar por las lejías alcalinas, pero se decolora con desprendimiento de hidrógeno sulfurado y precipitación de azufre por los ácidos y por el alumbre, lo que no sucede con el ultramar natural, que resiste á la acción de dicha alumbre; lo mismo sucede con el ultramar que se suele encontrar en los hornos de sosa. Los ultramares más alterables son los verdes, los azules puros y los azules con matiz verde; los más estables son las violetas y violetas rosas; el azul violeta pasa al azul puro antes de decolorarse, y después al azul verdoso; el rosa conserva su tinte propio hasta la completa decoloración.

Es bueno observar que los análisis industriales publicados por todos los químicos indican que el ultramar azul rosa contiene menos alúmina y más azufre, siendo sensiblemente la misma la cantidad de sílice en los azules industriales. Si los procedimientos actuales permitieran aumen-

tar la proporción de sílice hasta la cifra indicada por la teoría y por los análisis de los diferentes lapislázulis, es decir, 45 por 100, sin quemar la mezcla, se obtendría de seguro el máximo de resistencia al alumbre y de intensidad de la materia colorante. Pero, llegado á cierta proporción en las mezclas industriales, la conducción de la temperatura en las diferentes fases de la fabricación es en extremo delicada, y como la constitución física influye tanto como la composición química en la belleza de los ultramares, hay un límite en estas operaciones que la costumbre, la experiencia, la habilidad del fabricante puede tan sólo precisar.

El ultramar ha reemplazado casi por completo al esmalte y los colores análogos de cobalto, y en gran parte á los azules de tornasol y de Prusia. Para dar una idea de la importancia que ha llegado á alcanzar el ultramar artificial, basta fijarse en el siguiente estado que expresa el número de fábricas y la producción de la materia colorante en los años 1862 y 1872:

PAISES.	EN 1862.		EN 1872.	
	Número de fábricas.	Producción en toneladas	Número de fábricas.	Producción en toneladas.
Alemania.	16	2.754	23	6.579
Francia.	6	527	6	1.156
Bélgica.	1	175	1	450
Austria.	1	100	2	400
	24	3.556	32	8.585

A estas 32 fábricas, hay que añadir una de Inglaterra y otra en la América del Norte, cuyas producciones no se conocen.

Fabricacion del ultramar.—Por el sinnúmero de importantes detalles que contiene, vamos á extractar esta parte de la química industrial de Wagner, edicion de 1878, reservándonos ampliar despues lo que extractemos, con noticias adquiridas en otros orígenes.

Las materias primeras de la preparacion del ultramar son las siguientes: un silicato de alúmina, lo más exento posible de hierro, sulfato de sosa calcinado, carbonato de la misma base, tambien calcinado, sulfuro de sodio, que es un producto secundario de la fabricacion; azufre polvo de carbon vegetal ó de hulla, debiendo ésta ser grasa y dejar pocas cenizas.

Todos los métodos de preparacion del ultramar pueden agruparse en tres secciones, segun la naturaleza de las materias brutas esenciales que sirven en la fabricacion, en esta forma: 1.^a Fabricacion del ultramar con sulfato de sosa. 2.^a Con carbonato. 3.^a Con sílice. Las dos primeras producen ultramares con una pequeña cantidad de sílice y un matiz azul puro, mientras que la tercera da un ultramar con mucha sílice y matiz rojizo.

El ultramar con sulfato de sosa se prepara por el procedimiento llamado de Nuremberg, con el caolin, sulfato de sosa y carbon, comprendiéndose en su fabricacion la del ultramar verde y su trasformacion en azul. En la preparacion de la mezcla para el ultramar verde, tiene

gran importancia la proporción en que entran las primeras materias y la mezcla muy íntima de estas. Cuando se emplean materias secas, se procede del modo siguiente: se pesan las materias primeras, que se trituran, mezclan y tamizan varias veces. Si se emplean disoluciones de sulfato y carbonato de sosa y sulfuro de sodio, se introduce la arcilla kaolínica en el líquido y se evapora hasta sequedad. Con frecuencia se añade también al líquido el polvo de carbon. La mezcla seca se calcina ligeramente en un horno de reverbero, y se pulveriza después; el polvo se remueve bien para que quede homogéneo, y por último se tamiza. Las proporciones en que se mezclan las materias brutas varían mucho, debiéndose tener siempre presentes las siguientes condiciones: 1.^a, la sosa, en estado de sulfato ó de carbonato, debe entrar en la mezcla en cantidad tal que pueda saturar la mitad del ácido silícico de la arcilla; 2.^a, al lado del azufre, debe haber bastante sosa para formar cierta cantidad de polisulfuro de sodio; 3.^a, después de haber extraído de la mezcla total todo el ultramar verde que pueden formar la sílice y la alúmina contenidas en la composición, debe quedar todavía en la mezcla azufre y sodio, bajo la forma de sulfuro de sodio. Las siguientes proporciones pueden considerarse como normales:

	I.	II.
Arcilla kaolínica.	100	100
Sulfato de sosa calcinado.	83 á 100	41
Sosa calcinada.	"	41
Carbon..	17	17
Azufre..	"	13

100 partes de sosa calcinada son reemplazadas por 80 de sulfato calcinado, y 100 partes de éste último por 60 de sulfuro de sodio seco.

La mezcla preparada se introduce en crisoles de tierra refractaria, en los que se apisona, colocados en hornos parecidos á los pequeños hornos de porcelana; la temperatura que van adquiriendo poco á poco los crisoles, varía del rojo claro al rojo blanco incipiente, procurando que no tenga acceso el aire; el tiempo que dura una calcinacion es de siete á diez horas. Durante el enfriamiento se mantiene cerrado el horno. El contenido de los crisoles toma la forma de una masa concreta de color verde ó verde-amarillo; se lava en varias aguas, y el ultramar así obtenido es una masa porosa, esponjosa, compuesta de fragmentos de diferentes grosores; se pulveriza finamente, se lava el polvo y se seca, volviéndole á pulverizar y tamizar, en cuyo estado puede expendirse al comercio, bajo el nombre de ultramar verde, ó bien destinarse á ser trasformado en ultramar azul.

La trasformacion del ultramar verde en azul puede verificarse de diferentes maneras: generalmente se efectúa por tostacion con azufre á una temperatura poco elevada y en presencia del aire, para que el azufre se trasforme en ácido sulfuroso, al mismo tiempo que se oxida una parte del sodio que puede ser separado en seguida al ultramar azul, bajo la forma de sulfato. El azufre contenido en el ultramar verde queda, sin embargo, todo, aunque combinado con ménos sodio. En el procedimiento de tos-

tacion empleado en gran número de fábricas, se recurre á un pequeño cilindro horizontal empotrado sobre un hogar, y cuyo fondo posterior está provisto de una abertura por donde pasa el eje de un agitador de paletas. La parte anterior puede quitarse fácilmente, y lleva una abertura á cuyo traves pasa el eje del agitador, con otro en la parte baja y otro mayor en la alta, que sirven para la introduccion del azufre; estas dos últimas aberturas pueden cerrarse por medio de registros. Sobre la arista superior del cilindro, se encuentra tambien otra abertura pequeña destinada á dar salida al ácido sulfuroso.

El cilindro provisto del agitador se carga con 12 ó 15 kilogramos de ultramar verde, se cierra y se calienta, haciendo girar aquel agitador de vez en cuando para que el calentamiento del ultramar sea uniforme. Así que la masa ha sido bastante calentada, para que se inflame un pedazo de azufre proyectado á traves de la abertura, se modera el fuego, se introducen 500 gramos de polvo de azufre, se pone en movimiento el agitador y se deja abierto el cilindro para que arda dicho azufre. Se hace girar lentamente el agitador, hasta que ya no se desprendan más vapores de azufre; se repite este tratamiento con nuevo azufre, hasta que una muestra de la masa presente un color azul puro é intenso.

En algunas fábricas no se termina la tostacion en una sola vez, sino que se lejivia el producto ántes que se ha vuelto del todo azul, se

pulveriza, malaxa y tamiza; de este modo adquiere un color azul uniforme, porque no puede quedar en granos que serian interiormente más verdes que en el exterior.

Los ultramares azules calcinados no se pueden expender al comercio, sino despues de lavados de nuevo, secados y tamizados. Las especies claras se obtienen por adición de sustancias blancas.

Otro procedimiento de tostacion consiste en emplear una especie de horno de nufla de mampostería, ó bien hornos en donde la llama del hogar no puede penetrar. Se extiende el ultramar sobre la plaza en una capa uniforme de 6 á 8 centímetros, que se calienta, manteniendo cerrada la puerta, hasta que un pedazo de azufre proyectado en el horno arde inmediatamente. Introdúcese en tal estado el azufre, que se deja quemar, agitándolo con un rastrillo de hierro. Esta operacion se repetirá todas las veces necesarias para que el matiz y la intensidad del color azul no aumente ya más.

La última preparacion del ultramar consiste en reducirlo á polvo finísimo, que se somete á la lejiviacion y las diferentes aguas se abandonan al reposo en cubas numeradas 0, 1, 2, 3, ... obteniéndose de este modo várias suertes de colores. Durante esta misma lejiviacion, se efectúa tambien la mezcla de las especies claras con la arcilla kaolínica. La masa de ultramar lavado y de consistencia de papilla, se introduce en sacos de cáñamo, donde se comprime, secándola despues sobre emparrillados dispues-

tas en cámaras calientes. La masa seca se tamiza.

La gran cantidad de ácido sulfuroso que se desprende en la fabricación del ultramar, pudiera muy bien aprovecharse dirigiendo el gas á las cámaras de plomo. El sulfato que sale mezclado con la masa, puede también separarse por los lavados, evaporando las aguas de locion.

Para la preparación del ultramar al carbonato de sosa, se puede emplear el carbonato puro ó una mezcla de éste con ultramar al sulfato. La composición de la mezcla es la siguiente:

	I.	II.	III.
Kaolin.	100	100	100
Sulfato.	"	41	"
Carbonato de sosa . . .	100	41	90
Carbon.	12	17	16
Azufre.	60	13	100
Colofonia.	"	"	6

La calcinación de la mezcla se puede verificar en crisoles, ó mejor aún, en hornos de reverbero; formándose, gracias á ella, un producto verde, quebradizo, y tan sumamente poroso, que puede absorber el oxígeno con gran facilidad, y de aquí que en el acto del enfriamiento del horno, la mayor parte del producto se transforma en ultramar. El verde de ultramar no puede, por lo tanto, prepararse por este procedimiento.

Si se mezcla con azufre el azul imperfecto obtenido en el tratamiento anterior, y se le somete á la tostación en grandes muflas cuyo

fondo sea de tierra refractaria y su cubierta sea de hierro, se obtendrá azul de ultramar perfecto, que se distinguirá del producto final obtenido por el procedimiento de Nuremberg por una coloración más intensa y mayor cantidad de color. Cuanto más azufre y carbonato de sosa se añada á la mezcla bruta, más se desarrolla la propiedad del producto bruto de adquirir un color azul, de tal suerte que, con proporciones convenientes, se forma desde el primer momento un bello color azul de ultramar, que no necesita el tratamiento ulterior por el azufre. El ultramar preparado así, contiene de 10 á 12 por 100 de azufre.

El ultramar á la sílice, es el ultramar de carbonato de sosa, al que se ha añadido durante la preparación sílice finamente dividida y en la proporción de 5 á 10 por 100 del peso del kaolin. De esta manera se obtiene un ultramar que es siempre azul y no necesita que se le someta al tratamiento del azufre; resiste á una disolución de alumbre, tanto mejor, cuanto más sílice contiene; está caracterizado por un color rojizo que le es propio y cuya intensidad crece con la cantidad de sílice.

Este método de fabricación del ultramar da el mejor producto para muchas aplicaciones, pero desgraciadamente presenta grandes dificultades, á causa de la tendencia que tiene la mezcla, rica en sílice, de formar masa compacta en el horno.

En una memoria presentada en la sesión del 3 de Diciembre de 1877 á la Academia de

Ciencias de París, por el Sr. Guimet, encontramos otras noticias muy importantes sobre los ultramares, que vamos también á extractar.

Cuando se siguen las fases de la coccion del ultramar, se observan diferentes coloraciones que se suceden una tras otra por el siguiente órden: pardo, verde, azul, violeta, rosa y blanco. Estos colores son el resultado de la oxidacion sucesiva de la mezcla primitiva de kaolin, azufre y carbonato y sulfato de sosa, destinada á preparar el ultramar.

Con efecto, cuando el horno que contiene los crisoles cargados con la mezcla empieza á enrojecerse, se funde el azufre, y produce inmediatamente polisulfuros con la sosa. Los cuerpos que se forman entónces presentan colores diversos, pero son tan inestables en presencia del aire y del agua que no se pueden definir, pareciendo, por lo demás, que no deben su coloracion sino á los sulfuros que impregnan la masa.

El primer producto estable es el pardo; aparece en el momento en que calentándose mucho el horno se ven salir de los crisoles llamas azules, señal de la combustion del azufre. Así que las llamas han desaparecido, esta trasformacion ha terminado, y si se retira un crisol del horno se verá que está lleno de una materia verde.

Al llegar la temperatura á 700°, empieza á formarse el azul. Si en tal momento se continúa el calentamiento, dejando entrar el aire en exceso como ántes, la materia adquiere un color

violeta, despues rojo, ó mejor rosa, y por último se vuelve blanca. Este ultramar blanco, mezclado con un poco de carbon, se calienta al rojo, con lo que se produce, segun la cantidad de dicho carbon añadida, el rosa, violeta, azul, verde ó pardo.

Puédese de este modo, prolongando este calentamiento, hacer retrogradar á uno de estos productos derivados del blanco, todos los términos de la serie y trasformar, por ejemplo, el pardo en verde, azul, rosa y blanco.

El mismo hecho se observa con una mezcla de sulfato de sosa, kaolin y carbon que se conduce como el ultramar blanco mezclado con carbon. Reemplazando el carbon por el hidrógeno, la sal amoniaco, ó cualquiera otro cuerpo reductor, se obtienen iguales resultados.

Sustituyendo al azufre en la mezcla primitiva, y equivalente por equivalente, el selenio primero, y el telurio despues, se producen los colores que expresamos en el siguiente estado, juntamente con los de los ultramares al azufre correspondientes:

Ultramares al azufre.	Ultramares al selenio.	Ultramares al telurio.
Pardo.	Pardo.	"
Verde.	"	Amarillo.
Azul.	Rojo púrpura.	Verde.
Violeta.	"	"
Rosa.	Rosa.	Gris.
Blanco.	Blanco.	Blanco.

Estos cuerpos presentan las mismas reacciones que los ultramares al azufre. Como ellos, se descomponen por los ácidos diluidos con depósito de selenio ó telurio, y desprendimiento de un gas selenífero ó telurífero. Puédesse también, calentando con carbon uno de los compuestos de esta serie, reproducir todos los otros compuestos superiores.

Desde hace algun tiempo, la sosa ha sido reemplazada por la potasa en la preparacion del ultramar, y se ha reconocido que el producto blanco obtenido de este modo presenta todos los caractéres de la materia colorante. Las bases alcalinas y terrosas, como la cal, barita, magnesia, litina, etc., sustituidas equivalente por equivalente á la sosa, dan todas cuerpos que presentan las mismas reacciones que los ultramares; estas combinaciones son incoloras, excepto las de la barita, cuyo ultramar, en general, afecta una tinte gris, pero en ciertas circunstancias, parece amarillo.

COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL ORO Y DE LA PLATA.

Púrpura de Cassius.—La púrpura de Cassius, cuya composicion química no es todavía fijamente conocida, aunque parece ser, segun los trabajos del Sr. Scheerer, Au^2O , Sn^2O^3 , se prepara de várias maneras. El Sr. Bolley la prepara disolviendo el estaño en 10,7 partes de percloruro de estaño amoniacal, á cuya disolucion se añaden en seguida 18 partes de agua;

se diluye el cloruro de oro en 36 partes de agua, y se mezclan las dos disoluciones, precipitándose de este modo la púrpura. Por este tratamiento, según el Sr. Schnitzler, el depósito de este hermoso color se verifica con mucha lentitud, y para evitar tal inconveniente aconseja que se añada al líquido una cantidad suficiente de alcohol, $\frac{1}{60}$ próximamente, del líquido; gracias á esta adición, la precipitación se hace con bastante prontitud y se puede recoger la púrpura perfectamente unida al poco tiempo de haberse formado.

El Sr. Fispiser, dice que se obtiene una púrpura de composición constante descomponiendo el tricloruro de oro por el estaño. Al efecto, se disuelven 20 gramos de oro en agua régia (mezcla de 20 gramos de ácido nítrico y 80 de ácido clorhídrico); se elimina el exceso de ácido por evaporación, y se redisuelve el residuo en 750 gramos de agua. De este modo se tendrá el tricloruro en disolución, á la que se le añade granalla de estaño, y se formará un precipitado, que primero es pardo y después se vuelve purpúreo, que se recoge y lava.

Nitrato de plata.—El nitrato de plata, llamado en el comercio piedra infernal ($AgNO_3$), tiene bastante aplicación en medicina y muy grande en fotografía. Según cálculos muy fundados, la cantidad de plata empleada en la fotografía anualmente es de 70.000 kilogramos, que representan un valor de 15.750.000 de francos.

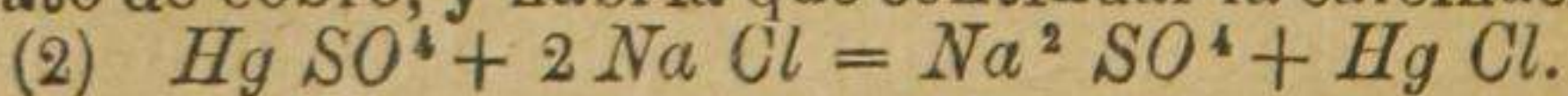
Generalmente se emplea para la preparación

del nitrato de plata, la cuprífera. Disuélvese a este efecto esta plata cuprífera en el ácido nítrico, evaporando la disolución que se forma hasta sequedad y calentando el residuo un poco ménos que el rojo sombra, por cuyo medio se descompone el nitrato de cobre y queda en estado de óxido insoluble (1); de suerte que tratando dicho residuo por agua, se disolverá tan sólo el nitrato de plata. El líquido así obtenido se filtra y se concentra hasta la cristalización del nitrato, cuyos cristales se funden y moldean en pequeños cilindros. Otras veces se prefiere expender el nitrato en forma de panes de cristales que presentan la forma del fondo de la cápsula donde se ha verificado la cristalización.

COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL MERCURIO.

Bicloruro de mercurio.—El bicloruro de mercurio ($Hg Cl^2$), conocido en el comercio con el nombre de sublimado corrosivo, se prepara por la vía seca y por la vía húmeda. En el primer caso se sublima una mezcla de sal común y de sulfato mercúrico (2); el sublimado destila y

(1) Se conoce que todo el nitrato de cobre ha sido descompuesto en óxido insoluble, tomando una pequeña parte de la masa calcinada que se disuelve en agua y se filtra; añadiendo al líquido filtrado un poco de amoníaco, no debe volverse azul, pues si este color se presentara sería señal de que aún quedaba nitrato de cobre, y habría que continuar la calcinación.



queda como residuo sulfato de sosa y el exceso de sal común.

Cuando se quiere obtener un sublimado exento de calomelano, conviene verificar la sublimación en una atmósfera de ácido clorhídrico. Disuélvese 10 partes de mercurio en 12,5 de ácido sulfúrico de 66° B., evaporando á sequedad la disolución, y sometiendo el residuo, que es un sulfato mercurioso-mercúrico, á la destilación con 9 partes de sal común; de este modo hay un exceso de ácido sulfúrico que reacciona sobre esta sal común y da origen al ácido clorhídrico.

En Inglaterra se fabrica el sublimado por la acción del cloro gaseoso sobre el mercurio calentado.

La fabricación del bicloruro de mercurio por sublimación, debe hacerse siempre debajo de una chimenea de tiro enérgico, porque en otro caso es muy insalubre para los obreros.

Para preparar el sublimado corrosivo por vía húmeda, se disuelve directamente el bióxido de mercurio en ácido clorhídrico, ó se hace hervir una disolución de cloruro de magnesio con el mismo bióxido (1). El óxido mercúrico ó bióxido se obtiene por la acción de la sosa sobre el nitrato mercúrico, y el cloruro de magnesio puede ser el que se encuentra en las aguas madres de la carnalita, que es un cloruro magnésico-potásico. Si se emplease la misma carnalita, se obtendría por cristalización cloruro mercúrico-

(1) $Mg Cl^2 + Hg O = Hg Cl^2 + MgO.$

potásico. La magnesia se precipita en estas circunstancias por el óxido de mercurio.

Sulfuro de mercurio.—El sulfuro de mercurio ($Hg S$), recibe en el comercio los nombres de cinabrio y bermellon. Este sulfuro se encuentra en la naturaleza en forma de masas rojas compactas, ó de cristales rojos transparentes. Pero lo más comun es prepararlo artificialmente, y para ello se recurre á la vía seca ó á la vía húmeda.

Para preparar el cinabrio por vía seca, se mezclan 170 partes de mercurio y 50 de azufre fundido, en una caldera de fundicion, en donde se somete á la accion del calor moderado; se vierte el producto sobre una placa de fundicion, y se introducen sus fragmentos en crisoles de gres que se calientan al baño de arena, hasta que se volatilice todo el exceso de azufre, en cuyo instante se tapan los crisoles con una placa de fundicion sobre la que se condensa el cinabrio. En Idria, se verifica la combinacion en frio, en barriletes movibles sobre un eje, mezclando 8 partes de azufre y 42 de mercurio; obteniéndose de este modo un polvo negro que se destila en retortas verticales de fundicion, que llevan un capitel y comunican con unos recipientes por medio de alargaderas. El cinabrio más puro es el que se condensa en el capitel; el que se recoge en los recipientes contiene azufre y debe ser destilado de nuevo. Por último, el producto obtenido se muele en presencia del agua, se lava con potasa, con agua hirviendo y con agua fria.

El cinabrio puede obtenerse por vía húmeda haciendo digerir el amidocloruro de mercurio ($NH^2 Hg Cl$), que se obtiene precipitando una disolución de sublimado con amoníaco, en una disolución de azufre en el sulfuro amónico, que es el procedimiento aconsejado por Liebig. Bruner propone otro procedimiento que parece ser el que da mejor producto, y consiste en mezclar 114 partes de azufre con 200 de mercurio, añadiendo un poco de disolución de potasa para facilitar la reacción. El modo más sencillo para verificar la mezcla consiste en introducir las dos sustancias en matraces ó botellas resistentes y bien cerradas, sujetando éstas á una varilla animada de movimiento de vaiven por un medio á propósito. La combinación negra se mezcla á una disolución de 75 partes de potasa en 400 de agua y se calienta al baño-maría á la temperatura de $45.^{\circ}$ Trascorridas algunas horas, la masa adquiere un color rojo, y se la vierte en agua fría, donde se enfria, se la recoge despues sobre un filtro, se lava y se deseca por último.

Mercurio fulminante.—El fulminato de mercurio ($C^2 N^2 Hg O^2 + H^2 O$), se suele conocer en el comercio con el nombre de pólvora fulminante de Howard. Para prepararlo, se sigue generalmente el siguiente procedimiento. Disuélvese á una suave temperatura un kilogramo de mercurio en 5 de ácido nítrico de 1,33 de densidad, añadiendo á esta disolución 5 kilogramos más de este último ácido; en seguida se distribuye el líquido en seis retortas tubuladas, añadiendo al líquido contenido en cada una, y

cuando todavía está caliente, 10 litros de alcohol de 0,800 de densidad; al cabo de algunos minutos empieza á desprenderse gran cantidad de gas y vapores, que se condensan en una serie de bombonas de gres unidas por medio de tubos de vidrio, y se forma un precipitado blanco que se recoge sobre un filtro y se lava con agua fria para eliminar el ácido; en tal estado, se extiende el filtro con el precipitado y se seca sobre una placa de porcelana que se calienta á una temperatura inferior á 100° por medio del vapor de agua. Por este procedimiento se obtienen por cada 100 partes de mercurio, 118 á 128 de fulminato, que se divide en pequeñas partes y envuelven estas en papel, conservándolas separadas. En cuanto al líquido condensado en las bombonas,—y que es una mezcla de alcohol, ácidos acético y fórmico, aldehido y éteres nítrico, fórmico y acético,—se le trata por la cal, con el objeto de regenerar el alcohol de los éteres, y despues se le somete á la destilacion para separar dicho alcohol que se puede emplear en otras operaciones; tambien se encuentra en las bombonas un poco de mercurio que, despues de la destilacion, puede emplearse de nuevo; por último, las aguas madres de las retortas, que contienen un poco de oxalato y de fulminato de mercurio, así como de alcohol y éter nítrico, suministran, tratándolas tambien por la cal, y destilando en seguida cierta cantidad de alcohol y mercurio que sirven para otras operaciones.

COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL ARSÉNICO.

Ácido arsenioso.—El ácido arsenioso, ó arsénico blanco (As^2O^3), es con frecuencia un producto secundario procedente de la torrefacción de diferentes minerales que se tratan para la extracción de los metales fijos que contienen. Este cuerpo se encuentra, con efecto, en mayor ó menor cantidad en las cámaras de condensación de los hornos en que se tuestan los arsenio sulfuros de cobalto y de níquel, las piritas de cobre arsenicales, el sulfo-arseniuro de plata y otros muchos minerales metalíferos.

Hay, sin embargo, algunas fábricas donde la preparación de los compuestos arsenicales constituye el único objeto de la fabricación. En estas fábricas, se suele emplear preferentemente, por no decir exclusivamente, el sulfo-arseniuro de hierro, que es un mineral bastante abundante en la naturaleza y que contiene, por lo ménos, 45 por 100 de arsénico.

La torrefacción ó tostación del sulfo-arseniuro se verifica casi siempre en un horno de mufla, en el que el mineral se encuentra expuesto en todos sus puntos á la acción calorífica de la llama, pero no á su acción reductora. La capa de mineral es solamente de algunos centímetros de espesor, y la temperatura debe elevarse gradualmente hasta que llegue al calor rojo, que se continúa durante doce horas. La masa se remueve de vez en cuando y la entrada del aire debe ser expedita para que se

produzca la completa oxidacion del mineral. En cuanto á la cantidad de combustible empleada, es siempre pequeña, por la sencilla razon de que al calor de este hay que añadir el desarrollado por el azufre y arsénico y por la oxidacion del hierro, que tambien va siempre acompañada de aumento de calor.

El horno de mufla está en comunicacion con várias cámaras superpuestas donde se va condensando el ácido arsenioso: el más puro se deposita en las primeras cámaras; el que lo verifica en las cámaras superiores está mezclado con algo de azufre. Terminando una operacion, se hace caer el ácido arsenioso en las cámaras inferiores; y al cabo de dos meses, ó del tiempo que se crea necesario, se extrae el producto por las puertas que se abren al efecto y se mantienen cerradas durante la marcha de la operacion. Este trabajo es muy expuesto para los operarios si no tienen gran prudencia y cuidado; verdad es, que para evitar graves consecuencias llevan éstos una larga blusa de piel y capuchon cerrado, y máscara con ojos de vidrio, y en la nariz y boca un pedazo de tela mojada con agua, las cuales, á modo de filtros, detienen las partículas de ácido arsenioso que pudieran estar contenidas en el aire. A pesar de todo, la salud de estos operarios se mantiene precariamente, y es preciso introducir en los alimentos una notable cantidad de materias grasas, hacerles beber despues dos veces al dia un poco de aceite de oliva y que se abstengan de toda bebida alcohólica.

El ácido arsenioso que se recoge en la operación descrita, necesita ser depurado por medio de la sublimación, ó convertirlo del estado primitivo harinoso en vítreo. Esta última operación se practica en aparatos especiales, y la figura 12 está indicando uno de ellos. Sobre la caldera de hierro *a* se colocan las alzas ó apéndices *b c d*, igualmente de hierro y cobre estos últimos, el capitel *e* en comunicación con la cámara *i*. Al lado de esta cámara se encuentran otras.

Cargadas las calderas y enlodadas todas las punturas, empieza la sublimación, elevando la temperatura de modo que el ácido arsenioso que se reúne en la cámara *i* quede reblandecido; por enfriamiento queda dicho ácido de aspecto vítreo, de textura conchóide, brillante y trasparente, pero con el tiempo se vuelve blanco y de un aspecto opaco semejante á la cera.

Ácido arsénico y arseniato de sosa.—El ácido arsénico (H^3AsO^4), se obtiene de varios modos. Según Kopp, se echa ácido nítrico de 1,35 de densidad sobre ácido arsenioso en polvo y poco á poco, auxiliando la reacción por el calor, especialmente en lo último, y agitando de vez en cuando. Las mejores proporciones son de tres partes de ácido nítrico por cuatro de ácido arsenioso. La operación debe hacerse en un conducto por donde circule una corriente de aire que conduzca los vapores nitrosos á condensarse en cok mojado con agua. De este modo se pueden recuperar $\frac{2}{3}$ á $\frac{3}{4}$ del ácido empleado. Por lo demás, la disolución se evapora hasta sequedad.

En algunas fábricas la oxidación del ácido arsenioso se verifica en grandes vasijas de vidrio, cada una de las cuales lleva un tubo de plomo por donde salen los vapores nítricos y se les recoge en cámaras, también de plomo, donde se fabrica ácido sulfúrico.

El Sr. Girardin, propone que para transformar el ácido arsenioso en arsénico, se haga pasar á través de una disolución saturada é hirviendo del primero en ácido clorhídrico, una corriente de cloro. Se conocerá que la transformación es completa en que una muestra del líquido saturada con potasa no colora en verde á una disolución de bicromato de potasa.

El arseniato de sosa se obtiene en la industria por varios procedimientos también. El señor Higgin, de Manchester, disuelve el ácido arsenioso en la sosa cáustica, mezcla el arsenito, así obtenido, con nitrato de sosa y calienta la mezcla en un horno de reverbero, continuando la calcinación hasta que queda seca la materia.

El Sr. Hofmann propone la mezcla de ácido arsenioso y nitrato que se calienta lo suficiente. De este modo se forman vapores nitrosos, que pueden aprovecharse en la fabricación del ácido sulfúrico, y arseniato de sosa. Es bueno advertir, sin embargo, que el ácido sulfúrico que se obtendrá con dichos vapores nitrosos, contendrá siempre arsénico en mayor ó menor cantidad.

Los Sres. Roberts y Dale preparan tanto el arseniato de sosa como los de potasa y amo-

nio, tratando los nitratos ó los cloruros de estas bases por una disolucion de ácido arsénico.

El arseniato de sosa, se obtiene tambien como producto secundario en la fabricacion de la anilina con la nitrobencina.

Sulfuros de arsénico.—Dos son las combinaciones del azufre con el arsénico que tienen interes industrial: el rejalgar ó bisulfuro de arsénico ($As^2 S^2$), y el oropimente ó trisulfuro ($As^2 S^3$).

El rejalgar, que tambien se conoce con el nombre de arsénico rojo y rubí de arsénico, se encuentran en la naturaleza, pero además de que cuesta caro no basta para satisfacer el consumo, por lo que hay que acudir á prepararlo artificialmente. En Alemania se hace fundir, al efecto, en una caldera de fundicion una parte de azufre y dos de ácido arsenioso, vertiendo la materia líquida dentro de moldes de palastro que se cierran perfectamente. Otros verifican la fusion dentro de crisoles, donde se deja que se forme una masa dura, frágil, opaca, de un hermoso color rojo anaranjado. Otros calcinan una mezcla de tres partes de ácido arsenioso y cuatro de flores de azufre, y purifican el producto por sublimacion. Tambien se le obtiene sometiendo á la destilacion una mezcla de pirita de hierro y hierro arsenical. Por último, en algunas fábricas, como en Freiberg, por ejemplo, se funde á gran presion el sulfuro de arsénico de las fábricas de ácido sulfúrico de los establecimientos metalúrgicos, y se purifica el producto bruto por destilacion.

Tambien el oropimente se encuentra en la naturaleza, presentando un color amarillo dorado perlado, pero por las mismas razones que hemos dicho respecto del rejalgar, hay necesidad de fabricarlo. Generalmente se le prepara en forma de mezcla de verdadero trisulfuro de arsénico y ácido arsenioso, aunque no falta quien sostiene que el oropimente del comercio es una disolución de bisulfuro de arsénico en el ácido arsenioso. Sea como quiera, uno de los mejores procedimientos de fabricacion de este hermoso color, consiste en fundir azufre con ácido arsenioso ó con rejalgar, ó bien destilando una mezcla conveniente de pirita de hierro y hierro arsenical. Tambien se le obtiene disolviendo azufre, en la proporcion de hasta 2 por 100, ó rejalgar, en la de 1 á 4 por 100, en el ácido arsenioso en fusion, sublimando la masa.

Algunos preparan el oropimente por vía húmeda, precipitando una disolucion clorhídrica de ácido arsenioso por hidrógeno sulfurado, siendo en este caso un producto secundario de la purificacion por el hidrógeno sulfurado del ácido sulfúrico de las piritas; otros descomponen por el ácido sulfúrico diluido la combinacion de sulfuro de arsénico y de sulfuro de sodio ($As^2 S^3 + Na^2 S$), que se prepara fundiendo el ácido arsenioso con azufre y carbonato de sosa. Por último, haciendo hervir el ácido arsenioso en el ácido clorhídrico con hiposulfito de sosa, se obtiene un hermoso precipitado amarillo. El sesquisulfuro obtenido por vía húmeda se suele llamar amarillo real.

COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL ANTIMONIO.

Óxido de antimonio.—El óxido de antimonio ($Sb^2 O^3$) suele sustituir, aunque con desventaja, al blanco de plomo en la pintura, y también se le suele emplear en la preparación del rojo de anilina, en la del ioduro de calcio y en otros usos químicos. Para preparar este óxido se puede recurrir á dos procedimientos distintos: á la tostación del sulfuro de antimonio ó á la precipitación de una disolución de protocloruro del mismo metal por medio del carbonato de sosa, lavando y secando el precipitado que se forma. Para que la reacción se produzca en buenas condiciones es preciso que la disolución de carbonato de sosa esté hirviendo, añadiendo poco á poco la disolución del protocloruro en ácido clorhídrico y manteniendo siempre un exceso del carbonato.

Sulfuro de antimonio.—Corre en el comercio, con aplicación á la medicina, un sulfuro de antimonio amorfo, conocido con el nombre de kermes. Industrialmente se le prepara por la vía seca ó por la vía húmeda. Para lo primero, se funde en un crisol tapado 3 partes de sulfuro de antimonio y 8 de carbonato de potasa; una vez enfriada la masa, se la pulveriza y trata por el agua hirviendo, dejando que se enfríe lentamente y al abrigo de la luz el líquido filtrado, por cuyo medio se deposita el kermes en capas de color pardo-rojizo.

El otro procedimiento consiste en añadir una

parte de sulfato de antimonio muy dividido á 250 de agua, que contienen en disolucion 22,5 de carbonato de sosa; se hace hervir la mezcla durante dos horas, trascurridas las cuales se deja depositar y se decanta el líquido claro á una cápsula, donde se deja enfriar con mucha lentitud, manteniéndola tapada para impedir el contacto de la luz. Este procedimiento es preferible al primero.

El llamado azufre dorado de antimonio es una mezcla de trisulfuro y pentasulfuro de este metal, que se produce siempre en la preparacion del kermes, razon por la que acompaña siempre á éste algo de aquel. Encuéntrase el azufre dorado en las aguas madres alcalinas que dejan depositar el kermes y puede ser precipitado añadiendo ácido clorhídrico.

Amarillo de Nápoles.—Este color amarillo-naranja es muy resistente y se compone esencialmente de antimoniato de plomo. Para prepararlo se mezcla una parte de emético, ó sea de tartrato de antimonio y de potasio, con dos de nitrato de plomo y cuatro de sal comun; se calienta la mezcla al rojo bajo durante dos horas para que se funda, conseguido lo cual, se la deja enfriar y se introduce la masa calcinada en agua, donde se reduce á un polvo fino, disolviéndose la sal comun. En algunas partes se prepara el amarillo de Nápoles tostando una mezcla de ácido antimonioso y de litargirio.

Amarillo de antimonio.—El amarillo de antimonio, conocido tambien con el nombre de amarillo mineral, es una mezcla de antimoniato

de plomo, oxiclорuro del mismo metal y oxiclорuro de bismuto. Se le prepara fundiendo una mezcla de 16 partes de litargirio, 1 de sal amoniaco y $\frac{1}{8}$ de antimoniato de bismuto. Este último se prepara á su vez, fundiendo 3 partes de bismuto, 24 de sulfuro de antimonio y 64 de nitrato de potasa, proyectando la masa fundida en agua fria y lavando por decantacion.

Cinabrio de antimonio.—El cinabrio ó bermellon de antimonio es un oxisulfuro de antimonio ($Sb^6 S^6 O^3$). En pequeña escala se le suele preparar añadiendo una disolucion de hiposulfito de sosa ó de cal á otra clorhídrica de protocloruro de antimonio ó de emético, y calentando la mezcla hasta la ebullicion, por cuyo medio se forma un precipitado que se lava y seca, quedando un polvo ténue rojo-carmesí, que no alteran ni el aire ni la luz.

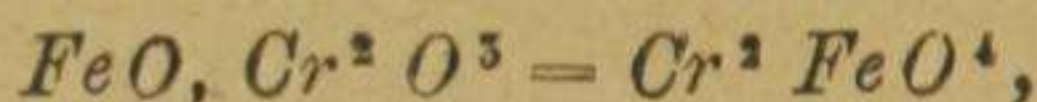
Para preparar el cinabrio de antimonio en grande escala se llena hasta los $\frac{7}{8}$ de su cabida una cuba de madera calentada al vapor, con una disolucion de hiposulfito de cal, añadiendo en seguida poco á poco la disolucion de cloruro de antimonio, agitando la mezcla continuamente y calentando hasta 60° próximamente; de este modo se forma un precipitado que se recoge en un filtro de tela en donde se lava y seca á 50° .

COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL CROMO.

Cromatos de potasa.—El cromato neutro de potasa ($K^2 CrO^4$), llamado en el comercio más especialmente cromato amarillo, se prepa-

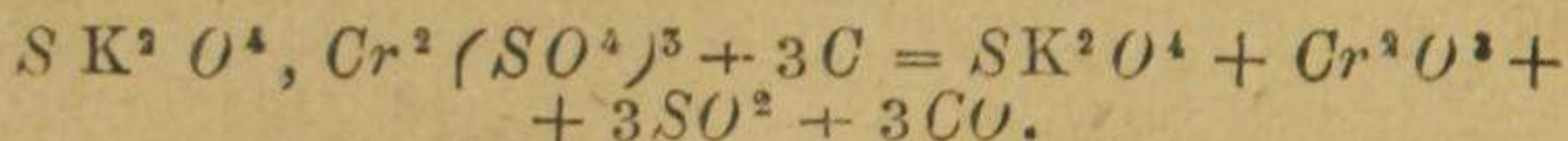
raba ántes fundiendo en un horno de reverbero una mezcla de hierro cromado ó mina de cromo (1) pulverizado y lavado, de carbonato de potasa y de salitre. El oxígeno de este último contribuye á oxidar más pronto el sesquióxido de cromo y el protóxido de hierro, merced á cuya oxidacion se convierte el primero en ácido crómico, que reaccionando á su vez sobre el carbonato de potasa, desaloja el ácido carbóni-

(1) Así se llama un mineral de cromo, cuya fórmula es



que es la primera materia para preparar todos los compuestos crómicos.

Como la industria de todo residuo hace una primera materia, se ha pensado utilizar el alumbre de cromo que queda como residuo insoluble y calcinado en la preparacion de ciertos colores de anilina. Al efecto se mezcla dicho alumbre con carbon y se calcina al rojo, formándose sulfato de potasa, soluble, sesquióxido de cromo insoluble, ácido sulfuroso y óxido de carbono volátiles, como indica la siguiente reaccion:



El ácido sulfuroso se condensa en recipientes que contengan agua, carbonato de sosa ó polisulfuro de sodio, para obtener ácido sulfuroso líquido, sulfito ó hiposulfito de sosa. Por decantacion se separa el sulfato de potasa disuelto que se extrae evaporando el líquido. El residuo que queda es el óxido de cromo, que se lava con agua hirviendo que contenga en disolucion carbonato de sosa, para quitarle un poco de ácido sulfúrico que puede contener, y queda, por último, el sesquióxido de cromo de un color verde que no sirve como materia colorante, pero sí como primera materia para la preparacion de los cromatos.

co y forma cromato de potasa, que es soluble, y que queda mezclado con el sesquióxido de hierro insoluble, más la parte de carbonato no descompuesto y un poco de silicato y aluminato de potasa.

Tratando la masa que queda en el horno por agua hirviendo, se disolverán el cromato, carbonato y un poco de aluminato y silicato de potasa. A esta disolución se la añade vinagre de madera, que precipita la sílice y la alúmina, que se extraen y se evaporan hasta que el líquido presente la ligera película, indicio de cristalización, que por enfriamiento se produce en seguida, presentándose los cristales prismáticos amarillos de cromato. Generalmente las calderas donde se verifica la evaporación están calentadas por los gases del horno antes de entrar en la chimenea de tiro.

Este procedimiento ha sufrido en el día grandes y ventajosas modificaciones. La más aceptada consiste en calcinar en un horno de reverbero una mezcla íntima de 100 partes de hierro cromado en polvo, de 33 de carbonato de potasa y 100 de cal. Al llevar la temperatura al rojo blanco, y en contacto de la cal, el óxido de cromo se convierte en ácido crómico por la acción oxidante del aire, combinándose en seguida con la potasa del carbonato. Trascorridas tres ó cuatro horas, se extrae la masa calcinada, que tratada por agua abandona á ésta el cromato de potasa formado, que se puede obtener en cristales, como ya sabemos.

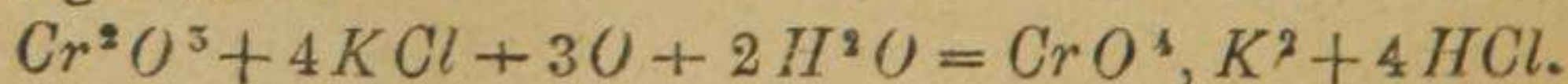
El Sr. Thilghman propone dos procedimien-

tos que consisten en lo siguiente: El primero en calentar al rojo en un horno de reverbero y durante unas veinte horas, una mezcla íntima de una parte de hierro cromado, dos de cal é igual cantidad de sulfato de potasa; la temperatura debe ser muy alta, y la mezcla se removerá de vez en cuando. El segundo procedimiento consiste en calentar, tambien á una temperatura muy alta, y en iguales condiciones que ántes, una mezcla íntima de una parte de hierro cromado, cuatro de feldespató y otras tantas de cal.

Segun Swindels, es preciso mezclar el hierro cromado con su peso de cloruro de potasio, y calentar la mezcla íntima en un horno de reverbero hasta el rojo blanco, introduciendo, durante la operacion, vapor de agua fuertemente calentado, que lama dicha mezcla. De este modo se produce cromato de potasa y ácido clorhídrico, que se desprende y puede recogerse si se trabaja en grande escala (1).

En todos los procedimientos modernos que hemos indicado, claro es que deben disponerse los hornos de modo que penetre en ellos una corriente de aire cuyo oxígeno ha de reemplazar al del salitre del antiguo procedimiento. La adición de cal es muy importante, por el doble motivo de economizar álcalis y de facilitarse la oxidación, por formarse, merced á dicha cal,

(1) La reaccion, prescindiendo del óxido de hierro, que ya sabemos se convierte en sesquióxido, es la siguiente:



una masa pastosa que puede ser removida con suma facilidad.

Tratando una disolución de cromato neutro por el ácido sulfúrico ó nítrico, se transforma dicho cromato en bicromato ($K^2Cr^2O_7$). Es preferible emplear el segundo ácido, porque de este modo, á la vez que el bicromato se forma también nitrato de potasa, que puede separarse por evaporación del líquido que queda después de extraer el bicromato por cristalización.

El Sr. Jacquelain propone otro procedimiento para preparar el bicromato de potasa, que va teniendo cada día más aceptación, y que consiste esencialmente en preparar primero bicromato de cal que se transforma luego en el de potasa. Al efecto, se calienta al rojo una mezcla de hierro cromado y creta, removiendo la masa con frecuencia. Esta masa, reducida á polvo, se suspende en agua, agitando constantemente, y se añade ácido sulfúrico hasta que el líquido presente reacción ligeramente ácida. Lo que ha sucedido en estas dos operaciones, se comprende fácilmente, después de lo que llevamos dicho: en la calcinación se ha formado cromato neutro de cal que se ha convertido, al añadirle ácido sulfúrico, en bicromato de igual base. En la disolución quedan, por lo tanto, este bicromato más un poco de sulfato de hierro—que se debe precipitar con creta—y otro poco de sulfato de cal.

Tratando la disolución del bicromato de cal por otra de carbonato de potasa, se obtendrá definitivamente bicromato de potasa que quedará

disuelto, y carbonato de cal que se precipitará. El líquido trasegado y evaporado convenientemente dejará cristalizar al bicromato de potasa que se recogerá en tal estado, es decir, en cristales prismáticos de color naranja.

Cromatos de plomo.—Entre los compuestos industriales del ácido crómico con el plomo, figura el llamado amarillo de cromo, que es un cromato neutro de plomo ($Pb Cr O_4$), que se prepara precipitando el cromato de potasa en disolución por el acetato de plomo, ó bien por el sulfato ó cloruro también de plomo.

El acetato de plomo se prepara llenando unas cubas escalonadas con plomo granulado; se echa vinagre en la más alta, y trascurridos diez minutos, se abre la llave que tiene en su fondo, y el líquido corre á la segunda cuba, donde permanece algun tiempo, y abriendo la llave que tiene también en su fondo esta segunda cuba, corre el líquido á la tercera, y así sucesivamente hasta la cuarta y última; el vinagre se recoge de este modo en el recipiente dispuesto al efecto debajo de la cuba cuarta, sin que esté completamente saturado de plomo ni mucho menos, pues lo único que sucede es que el metal granulado de las cubas se moja con dicho vinagre perfectamente, y prepara, por lo tanto, para su oxidación y transformación en acetato. A este último objeto, se procede en cuanto el metal granulado se ha cubierto de una película blanquecina, en cuyo momento se añade otra vez vinagre en la primera cuba; al cabo de una hora, se hace correr á la segunda, de ésta

á la tercera, etc., por cuyo medio llega dicho vinagre saturado á la última cuba, es decir, que se ha formado una disolución acuosa y saturada de acetato básico de plomo.

A esta última disolución se le añade una cantidad de ácido acético bastante para que presente reacción ácida, y se la deja en seguida reposar en una gran cuba, para que se aclare. De este modo se obtiene un líquido trasparente que se va añadiendo á una disolución de bicromato de potasa preparada en una gran cuba, con 25 partes ponderales de este bicromato por 500 de agua, hasta tanto que en esta última deje de formarse precipitado de cromato neutro de plomo, que se lava después de decantar las aguas madres que sobrenadan.

Cuando se quiera preparar el amarillo de cromo ordinario, se mezcla este precipitado con yeso, con espato pesado ó con sulfato de bari-ta artificial (blanco permanente) y se seca la mezcla.

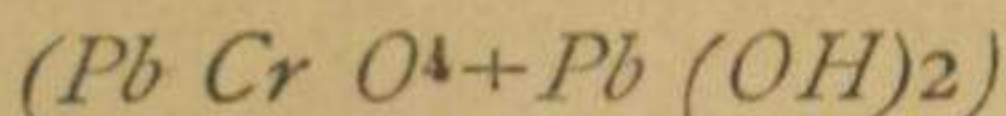
Con el nombre de albayalde de Mulhouse, se conoce en el comercio un sulfato de plomo que se obtiene en grandes cantidades en la impresión de las indianas. El Sr. Liebig ha propuesto que se fabrique el amarillo de cromo con este sulfato, para lo cual basta añadirle á una disolución de cromato amarillo de potasa, por cuyo medio se forma sulfato de potasa soluble y cromato de plomo insoluble; y, según sea la cantidad de sulfato de plomo que se haya transformado en cromato, así se tendrán amarillos más ó menos claros, por la de sulfato de plomo

ó albayalde que quede mezclado con el cromato de plomo. El precipitado se lava y seca.

Para obtener el llamado amarillo de Colonia, que es una mezcla de 25 partes ponderales de cromato de plomo, 60 de yeso y 15 de sulfato de plomo, se deslíe yeso en una disolución de cromato de potasa, y se precipita por el acetato de plomo.

Por último, el Sr. Anthon propone el empleo de cloruro de plomo para preparar el amarillo de cromo. Al efecto se añade en una disolución que contiene 47 partes de bicromato de potasa 100 partes de cloruro de plomo recién precipitado.

El cromato básico de plomo



es otro compuesto del cromo que tiene importancia industrial, y se le conoce en el comercio con los nombres de rojo de cromo, bermellon de plomo y bermellon austriaco. Como su nombre indica tiene color rojo. Puede prepararse de varios modos, como vamos á ver.

Segun los señores Liebig y Wohler, se prepara el rojo de cromo fundiendo al rojo bajo en un crisol, el salitre,—mejor aún se emplea una mezcla de nitratos de potasa y de sosa, —y se añade por pequeñas porciones el amarillo de cromo puro. Tratando la masa que resulta por agua, queda un magnífico rojo bermellon, que se seca despues de lavado.

El Sr. Dulong propone un procedimiento por la vía húmeda, que consiste en lo siguiente: en

una disolucion de cromato de potasa, á la que se añade sosa cáustica, se echa acetato de plomo, por cuyo medio se precipita el rojo, que se lava y seca.

Los rojos de cromo no se distinguen entre si más que por el grosor de sus cristales que forman el polvo colorado. Así es, que tomando rojos de cromo de tinte más ó ménos subido y se les reduce á polvo fino y homogéneo, se obtienen productos que presentan todos el mismo tinte y desaparece el color brillante parecido al del bermellon. Dedúcese de este hecho, que cuando se quiera obtener un rojo de cromo muy intenso, es preciso favorecer la formacion de los cristales y evitar á todo trance perturbar la cristalización.

Encuéntrese tambien en el comercio, y se conocen con los nombres de anaranjado de cromo y pasta-naranja, ciertas mezclas de cromato neutro y de cromato básico de plomo, que presentan diferentes matices. Para obtener estos colores se precipita el acetato básico de plomo por medio de cromato de potasa, haciendo hervir el amarillo de cromo con una lechada de cal, ó, por último, tratando este amarillo por una cantidad de sosa cáustica insuficiente para transformarlo por completo en rojo. El Sr. Anthon, aconseja que se tratan 100 partes de amarillo de cromo con 53 de carbonato de potasa ó 12 á 18 de lechada de cal.

El color conocido con el nombre de cinabrio verde, no es otra cosa que una mezcla de cromato de plomo y de azul de Prusia, reciente-

mente precipitados y un estado húmedo cuya mezcla se lava y seca en seguida.

Otros cromatos —El cromato de barita, conocido con el nombre de amarillo de ultramar, se prepara precipitando 100 partes de cloruro de bario, exento de hierro por 82 á 84 partes de cromato doble de potasa y de sosa.

El amarillo de Steinbuhl, que es un cromato de cal y potasa, se prepara añadiendo una disolucion saturada y caliente de bicromato de potasa á otra tambien saturada de cloruro de calcio. Este color se presenta en polvo ligero de color bastante hermoso, y es soluble en el ácido clorhídrico; calcinándolo hasta el rojo no pierde de peso.

Calentando una disolucion neutra de percloruro de hierro mezclada con cromato de potasa, se separa un precipitado amarillo de fuego, que despues de lavado y secado, constituye un cromato de peróxido de hierro básico, llamado siderina, y recomendado como amarillo inalterable á la luz y al aire.

El Sr. Barruel prepara un color amarillo de boton de oro, que no es otra cosa que cromato de zinc obtenido en ciertas condiciones. Al efecto, se disuelven en 400 kilogramos de agua, 100 de bicromato; por otra parte se deslien 50 kilogramos de hidrato de zinc puro en la menor cantidad posible de agua y se añade á la disolucion anterior, que queda de este modo saturada, haciendo hervir la mezcla hasta que el precipitado adquiriera el color amarillo deseado; se decanta la parte líquida, se lava bien el pre-

cipitado, que se lleva en seguida á escuŕrir en un filtro dándole, por último, la forma de panes que se desean.

El líquido decantado contiene cromato neutro de potasa disuelto, por lo que se le añade una disolucion de sulfato de zinc, que produce un precipitado de cromato de zinc amarillo pajizo. Las aguas madres de esta operacion, se evaporan á sequedad, y el residuo se calcina en un crisol mezclado con flores de azufre, obteniéndose sulfuro de potasio y sesquióxido verde de cromo.

Oxido de cromo.—El óxido de cromo (Cr^2O^3) es la base de algunos colores importantes. Este óxido anhidro forma el verde de cromo, que se prepara de varios modos; pero sólo daremos á conocer los más industriales.

Segun el Sr. Lassaigne, se calienta al rojo una mezcla formada de partes iguales de cromato neutro de potasa y de azufre, tratando despues la masa que resulta con agua.

Segun el Sr. Casalí, se obtiene fácil y económicamente un hermoso verde de cromo, por medio de la calcinacion de una mezcla de una parte de bicromato de potasa y tres de yeso calcinado (1).

El Sr. Wohler calcina una mezcla de cromato neutro de potasa y cloruro amónico, lavando con agua para que quede libre el óxido de cromo.

(1) $2Cr^2O^7 + CaSO^4 = Cr^2O^5 + K^2SO^4 + CaO + 3O.$

El verde Guignet se prepara del modo siguiente: Se mezclan una parte de bicromato de potasa con 13 de ácido bórico, añadiendo la suficiente cantidad de agua para que resulte una papilla espesa, y se calienta progresivamente hasta el rojo oscuro en un horno de reverbero. Es preciso no exceder de cierto límite en la calcinación para que no se forme óxido anhídrico, que quitaría parte de su belleza al producto. Lavando con agua hirviendo el producto, se obtiene un residuo de un hermoso color verde esmeralda que se reduce á polvo fino por la trituración en presencia del agua.

Teóricamente, en el agua de loción se recuperará todo el ácido bórico, pero en la práctica industrial se pierde cerca del 30 por 100 de la cantidad empleada, pérdida que se explica por la porción que arrastra mecánicamente el vapor de agua y por la que queda siempre con el verde.

El verde Guignet privado de su ácido bórico está compuesto de 84,3 por 100 de óxido de cromo anhídrico y 15,4 de agua corresponden á un hidrato de la fórmula ($Cr^2 O^3, 3H^2 O.$)

Prepárase el verde de Arnaudon, que es un metafostato de cromo, mezclando 128 partes de fosfato neutro de amónico cristalizado y 149 cromato de potasa disuelto en una pequeñísima cantidad de agua. El líquido que resulta se evapora hasta que se forme una masa sólida por enfriamiento, y el residuo se calienta á 180°; lavado despues con agua, queda un polvo fino de color parecido al de las tiernas hojas.

Disolviendo una parte de bicromato de potasa en 10 de agua hirviendo, y añadiendo tres litros de bifosfato de cal, y 1,5 kilogramos de azúcar despues, se obtiene el verde de Mathieu-Plessy, que se deposita en cuanto cesa el vivo desprendimiento gaseoso que se manifiesta en cuanto empieza la reaccion. Terminada ésta, se decanta el líquido y se lava el precipitado con agua fria hasta que desaparece toda reaccion ácida. El verde Mathieu-Plessy, parece es tambien un perfecto de cromo.

Hace poco tiempo se ha propuesto otro verde llamado verde de Duigler, que es una mezcla de fosfatos de cromo y de cal.

Por último, el verde Salvetat, se prepara calcinando 20 partes de óxido de cromo, 30 de carbonato de cobalto y 40 de alúmina hidratada. El producto de esta calcinacion se lava y reduce á polvo fino.

COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL PLOMO.

Oxidos de plomo.—El protóxido de plomo (PbO) se emplea en la industria bajo dos formas distintas: la de masicot y la de litargirio. El masicot (óxido amarillo de plomo) es un polvo amarillo con reflejo rojizo las más de las veces, y se le prepara calentando carbonato ó nitrato de plomo, ó calcinando el plomo en contacto del aire, separando la película á medida que se forma, y reduciéndola á polvo, pudiéndosele separar el plomo metálico por lejiacion con amoniaco.

El litargirio, que es el mismo óxido, pero fundido y cristalizado, es uno de los productos metalúrgicos de la extracción por copelación de la plata del plomo rico, procedente del patisonaje. Por su procedencia contiene siempre óxido de cobre en mayor ó menor cantidad, un poco de óxido de antimonio é indicios de óxido de plata; algunas veces suele contener también plomo metálico. Haciendo correr el óxido de plomo fundido en grandes crisoles que se dejan enfriar lentamente, se obtiene el litargirio rojo; la variedad amarilla se produce, por el contrario, cuando se hace correr la masa fundida en chorros delgados que se enfrían en seguida. El color rojo se debe á un poco de minio que se forma durante el enfriamiento.

El producto conocido en el comercio con el nombre de minio es una combinación de protóxido y peróxido de plomo ($Pb^3O^4 = PbO^2 + 2PbO$). Para preparar el minio se calienta en presencia de una corriente débil de aire, el protóxido de plomo en un horno de reverbero, cuya plaza está formada de ladrillo; durante el caldeo se agita la masa sin cesar. Según el señor Mercier, es preferible al horno de reverbero el de mufla. El mejor minio se prepara tostando el carbonato de plomo puro por medio de una llama oxidante y á una temperatura inferior á la del rojo. Desde hace algun tiempo, se prepara también el minio por el procedimiento Burton, que consiste en calentar el sulfato de plomo con nitro del Perú y carbonato de sosa, y lejiviando con agua la masa calcinada; de este

modo queda como residuo el minio, pasando con el agua de locion el nitrato y el sulfato de sosa.

El último óxido de plomo de que debemos hablar, es el peróxido (PbO^2), llamado también óxido pulga. Se prepara tratando el minio por el ácido nítrico diluido é hirviendo, por cuyo medio se forma nitrato de plomo, que queda disuelto, y peróxido que se lava con agua hirviendo y se seca á 100° .

Albayalde.—El albayalde, conocido también con los nombres de blanco de plomo y carbonato básico de plomo ($2PbCO^3 + Pb(OH)^2$), se prepara según diferentes procedimientos, denominados holandés, alemán, francés é inglés. Estos procedimientos están descritos con gran extensión en la química industrial de Wagner, pero nosotros, que no disponemos de tanto espacio como el autor alemán, nos limitaremos tan sólo á extractar la parte más sustancial.

Está fundado el procedimiento holandés en la propiedad que presenta el plomo de trasformarse en carbonato cuando se encuentra en contacto de vapores de vinagre, de ácido carbónico y de oxígeno, á la temperatura de 36 á 60 grados. Al efecto, se eligen chapas de plomo bien puro, completamente exento de hierro sobre todo, y se arrollan en espiral, como se ve en la fig. 9.^a; cada espiral P se coloca dentro de un pote A , barnizado y con reborde interior, que deja una abertura central B para que pasen los vapores; en el fondo C de los potes, se carga vinagre comun mezclado con levadura de cerveza; en seguida se tapan estos potes con

placas de plomo y se disponen por capas entre estiércol de caballo ó casca de tenería. Bajo la influencia de la fermentacion en la masa de estiércol ó de casca, sube la temperatura, se volatiliza el vinagre, y en presencia del oxígeno del aire se forma el acetato básico de plomo, que se descompone en albayalde y en acetato neutro de plomo por el ácido carbónico producido en la masa en fermentacion.

Con el objeto de multiplicar las superficies de contacto, el Sr. Besanzon, de París, emplea rejillas de plomo en vez de las planchas arrolladas.

Al cabo de treinta á quince dias, si se emplea el estiércol, ó de cuarenta y cinco si se recurre á la casca, queda terminada la operacion. El plomo queda casi por completo convertido en escamas blancas de albayalde, adherentes al metal, y se somete á la separacion de dichas escamas. Esta operacion que se hacía ántes á la mano, es un trabajo muy insalubre para los operarios; así es, que ahora se verifica casi generalmente por medio de máquinas especiales. Las escamas se someten despues á la accion de un aplastador encerrado en una cámara de madera, cuyas juntas están guarnecidas de piel, con el fin de evitar la difusion de los polvos. Al salir del aplastador, el albayalde se humedece con agua, y pasa sucesivamente por ocho muelas horizontales; de esta manera se trasforma en pasta espesa, que se recibe en potes de asperon sin barnizar, donde se le hace secar á la estufa; al cabo de ocho ó diez

días, el albayalde se saca de los potes y la desecación de los panes se acaba á una temperatura más elevada (60 á 80 grados). Cuando los panes han conservado su forma, se entregan en tal estado al comercio; pero si se han roto durante la desecación, se pulverizan por medio de un molino y se expide el polvo en barricas.

El albayalde también se vende en pasta, que se prepara incorporando (con ayuda de muelas horizontales ó de cilindros de empastar) el blanco de plomo con 10 por 100 de una mezcla de aceite de clavelina (2 partes) y aceite de linaza (1 parte). La preparación del albayalde en pasta se generaliza más cada día y es muy ventajosa para el fabricante, porque le permite economizar la carga en potes y la desecación.

En el procedimiento alemán, en vez de los potes se emplean cámaras calentadas, en las que están dispuestas, según su longitud, varias series de listones de madera colocados unos sobre otros, en los que se colocan placas de plomo, dobladas en forma de tejado. El suelo de las cámaras suele estar cubierto de una capa de casca, de frutas, de orujo de frutas ó de uva, solera de vino, etc., por los que filtra lentamente algún vinagre. Más racional que esta, es la siguiente disposición: el fondo de la cámara es una cuba cubierta con tablas agujeradas, en la que se halla vinagre caliente; el vapor de éste penetra en la cámara por los agujeros de las tablas. Tanto en el primero, como en este caso, las láminas de plomo se trasforman poco á poco en albayalde desde la superficie al inte-

rior, y el producto bruto se somete despues á las manipulaciones ántes indicadas. Se ha imaginado en estos últimos tiempos un aparato con el cual se puede hacer llegar á las cámaras aire, vapor de agua y vinagre, así como ácido carbónico. Con este aparato, la fabricacion es más regular y la calidad del albayalde más uniforme.

Segun los estudios de los señores Baunow, Kraemer y Lorscheid, la coloracion roja que presenta alguna vez el albayalde obtenido por los anteriores métodos, es consecuencia de una preparacion defectuosa y de la falta de ácido carbónico; el principio colorante es una combinacion muy próxima de subóxido de plomo; pero el Sr. Wittstein, cree que la coloracion roja del blanco de plomo es producida algunas veces por una pequeña cantidad de peróxido de hierro.

En el método inglés el plomo se funde en una caldera, de donde se corre sobre la plaza de un gran horno de reverbero, que continuamente recibe aire por medio de una máquina soplante. El plomo se divide, ofrece al aire una gran superficie y corre á una zanja cuyas paredes laterales están llenas de pequeñas aberturas, por las que pása el litargírio, miéntras el plomo, más pesado, queda en el fondo de la zanja. El litargírio finamente dividido que se obtiene de este modo, se humedece con 1 por 100 de su peso de acetato neutro de plomo disuelto en agua, y despues se introduce en artesas horizontales, cerradas por arriba y que comunican en-

tre sí. En esta situación, se hace pasar por el litargirio una corriente de ácido carbónico impuro, que se produce quemando cok en un horno de reverbero. Las máquinas soplantes que alimentan el horno de reverbero, dan lugar á una presión suficiente para impeler el gas hasta el litargirio por tubos enfriados con agua fría. Unas paletas movidas por un medio á propósito, agitan continuamente el óxido, lo que favorece su combinación con el ácido carbónico. El albayalde obtenido de esta manera, cubre muy bien, y los ingleses le prefieren al obtenido por la vía húmeda.

El método francés, ó método de Thenard y Roard, es el más usual para la fabricación del albayalde. Consiste en disolver litargirio en ácido acético (vinagre de madera rectificado), con el fin de producir una disolución de acetato tribásico de plomo. Dirigiendo por medio de esta disolución una corriente de gas ácido carbónico, dos moléculas de óxido de plomo se precipitan bajo la forma de albayalde, mientras que el acetato neutro de plomo queda en disolución. Haciendo digerir de nuevo la disolución que queda con litargirio, se forma acetato tribásico de plomo, del cual otra vez se precipitan por el ácido carbónico dos moléculas de óxido de plomo bajo forma de albayalde.

En Clichy, se prepara el albayalde en los siguientes aparatos, descomponiendo el acetato tribásico de plomo por el ácido carbónico. En la cuba *A* (fig. 10), se opera la disolución del litargirio en el ácido acético, disolución que es

favorecida por el agitador *BC*; de esta cuba corre la disolucion del acetato tribásico de plomo á un depósito *E* de cobre estañado, en el que se depositan el plomo metálico, el cobre y las demas sustancias insolubles. Del depósito *E* pasa el líquido claro al recipiente donde ha de efectuarse la descomposicion, que está provisto de una tapadera por la que pasan 800 tubos que penetran unos 32 centímetros en el líquido. Estos tubos comunican todos entre sí por un tubo comun de gran diámetro, *gg*, adaptado al lavador *P*. En este aparato, se reúne y purifica el ácido carbónico conducido por el tubo *a* y producido en un pequeño horno de cal *G*, por la descomposicion, en presencia del aire atmosférico, de dos volúmenes y medio de creta y uno de cok. Antiguamente se producía el ácido carbónico quemando carbon vegetal. Al cabo de 12 á 14 horas, ha terminado la descomposicion. Se hace correr al depósito *i* la disolucion clara de acetato neutro de plomo que sobrenada en el blanco de plomo y el depósito en el otro depósito *O*. Por medio de una bomba *R* se eleva la disolucion de acetato neutro de plomo á la cuba *A*, y se empieza una nueva operacion. El albayalde que se encuentra en el depósito *O* se lava varias veces con agua, y la primera del lavado se une al líquido de la cuba *A*. El albayalde lavado, se coloca en potes, se seca, etc., como el albayalde holandés.

Para preparar á poca costa el gas ácido carbónico, destinado á la fabricacion del albayalde, se ha recomendado calentar al rojo una mezcla

de carbonato de cal, carbon y peróxido de manganeso (1). Tambien se emplea el ácido carbónico que se desprende durante la fermentacion tumultuosa de los mostos, y del terreno en ciertas localidades.

Segun el Sr. Payen, en el tratamiento por el procedimiento de Clichy, y segun sea la naturaleza de los litargirios empleados, queda en el residuo no disuelto por el ácido acético, cierta cantidad de cloruro de plata bastante considerable para extraer con ventaja la plata metálica.

En las localidades donde se pueda obtener el sulfato de plomo, producto de ciertas industrias, en que queda un residuo inaprovechable, en abundancia y economía, se puede convertir en albayalde por medio de los carbonatos alcalinos, siendo los más convenientes el de amonio ó el de sosa. El Sr. Tourmentin, propone que se prepare el albayalde con el cloruro de plomo básico, obtenido con el cloruro de sodio y el litargirio; al efecto se pondrá esta combinacion en suspension en el agua, haciendo pasar una corriente de ácido carbónico á traves del líquido, y haciendo hervir éste con creta en una caldera de plomo, hasta que despues de filtrado, no se ennegrezca por el sulfuro de amonio. El albayalde de este modo obtenido, se somete á varios lavados para quitarle la sal comun que contiene, y despues se seca.

Cloruro de plomo básico.—El cloruro de plo-

(1) $CaCO_3 + C + 3MnO_2 = Mn_3O_4 + CaO + 2CO_2$.

mo básico, llamado albayalde de Pattinson, por haberle este preparado y recomendado por primera vez como sucedáneo del verdadero albayalde, se obtiene mezclando una disolución hirviente de cloruro de plomo ($PbCl^2$) con su volúmen de agua saturada; de este modo se deposita en seguida un precipitado blanco [$PbCl^2 + Pb(OH)^2$], que se separa, lava y deseca. El albayalde que nos ocupa no es tan blanco como el verdadero, pero se dice que es de muy buen uso siempre que ha de emplearse mezclado con ciertos colores.

COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL ZINC.

Blanco de zinc.—El blanco de zinc es el óxido de este metal (ZnO). Cuando se calienta el zinc metálico á una temperatura próxima á su punto de ebullicion, arde en contacto del aire, produciendo copos muy ligeros de dicho óxido que son arrastrados por la corriente gaseosa. Tal es el principio en que está fundada la fabricacion del blanco de zinc. Los aparatos, como es natural, varían mucho; pero nosotros sólo daremos la descripcion de uno de ellos, explicando al propio tiempo la marcha de la operacion.

En unas retortas *B* de tierra refractaria (figura 11), cuya embocadura tiene reborde para que no pueda salir el metal fundido, se introduce la suficiente cantidad de zinc; estas retortas se calientan en un horno, de un solo hogar, en el que se disponen generalmente unas veinte en

dos hileras superpuestas, y así que han adquirido la temperatura del rojo blanco, empieza á destilar el metal, cuyos vapores entran en pequeñas cámaras *A*, de manera que cada una de éstas recibe los vapores de dos retortas superpuestas; en la parte anterior de estas cámaras se encuentran unas puertas por donde se cargan dichas retortas. Por el conducto *a* penetra el aire en la cámara, y hace arder á los vapores de zinc que se convierten en óxido, que es arrastrado por la corriente á los aparatos de condensacion; pero cierta cantidad del metal escapa á la oxidacion y cae en forma de gotitas por el conducto *a*, mezclado con óxido de zinc.

De la parte alta de la cámara parte un gran tubo de palastro *C*, de paredes inclinadas hácia el conducto *b*, en el que caen una parte del óxido, mientras que el resto corre por aquel tubo á los aparatos de condensacion. Compónense éstos, en primer término, de ocho tubos cilíndricos de palastro dispuestos verticalmente en zig-zag, los cuales se unen por la parte superior y comunican abajo en unas tolvas, donde se acumula el óxido á medida que se va depositando; cada tolva termina por un orificio provisto de un saco de tela, que, al ser abierto, deja caer el blanco de zinc en barricas situadas debajo de ellos. El aire, que al abandonar el último de los ocho tubos, todavía está cargado de blanco de zinc, pasa á otro sistema parecido ó igual, y llega á una serie de cámaras tabicadas que dejan abertura en la parte alta ó en la baja, y están tapizadas en su interior de telas bastas de algo-

don; al salir de estas cámaras, pasa el aire á una chimenea de tiro. El fondo de las cámaras de condensacion lleva una tolva terminada por un orificio, al que va sujeto un saco de tela, que tambien basta abrirlo para que caiga el óxido de zinc depositado en aquellas.

Como es consiguiente, los productos que se obtienen en las diferentes partes de los aparatos van siendo cada vez más puros á partir de la cámara del horno. Así es, que el que cae por el conducto *a* contiene zinc, óxido puro y aglomerado y óxido pulverulento, y debe ser depurado por medio del lavado para separar este óxido pulverulento; el residuo se tritura y somete á un nuevo lavado, y se obtiene de este modo un blanco de reflejo gris que se expende al comercio con los nombres de gris perla, gris de zinc y gris de piedra; por último, el residuo que queda en este segundo lavado, y que se llama cenizas de zinc, sirve para la preparacion de las sales de este metal.

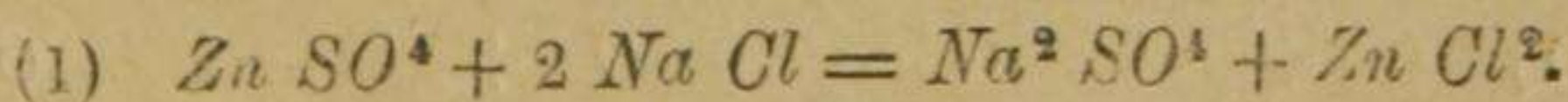
100 kilogramos de cinc dan 120, próximamente, de óxido.

Sulfato de zinc.—El sulfato de zinc ($SZnO^4 + 7H^2O$), conocido tambien con el nombre de caparrosa blanca, es un producto natural procedente de la descomposicion de la blenda. Industrialmente se le prepara con la blenda; al efecto, se tuesta ésta á una temperatura moderada, y se lejivia la masa tostada, concentrando las lejías y pasándolas sucesivamente por várias cargas del mineral, clarificándolas y evaporándolas en calderas de plomo, y por último, se

las deja cristalizar en vasijas de madera. Los cristales de este modo obtenidos, se lavan y dejan escurrir; y si se quiere un producto más puro, se funden en su agua de cristalización manteniéndoles en fusión bastante tiempo para que las impurezas puedan reunirse en la superficie del líquido, donde es fácil separarlas, y en cuanto á la masa fundida se echa en moldes ó se la hace cristalizar en el agua caliente.

De todos modos, cuando se quiere un sulfato de zinc muy puro, hay que recurrir á la reacción del ácido sulfúrico sobre el zinc metálico en presencia del agua; tal sucede en los talleres de galvanoplastia, dorado y plateado, etc., donde se verifica esta reacción y queda el sulfato de zinc como residuo.

Cloruro de zinc.—El cloruro de zinc ($Zn Cl^2$) se preparan disolviendo el zinc metálico por el ácido clorhídrico. Más ventajoso que este procedimiento es el que consiste en obtenerlo como producto accesorio en las fábricas de carbonato de sosa y ácido sulfúrico; á este efecto, se emplea el ácido clorhídrico que se encuentra en exceso y se hace reaccionar, en caliente, sobre la blenda triturada, destinándose á la fabricación del ácido sulfúrico el hidrógeno sulfurado que se desprende, y evaporando hasta la consistencia de jarabe la disolución obtenida. Por último, obtiéndose el cloruro de zinc anhidro, calentando una mezcla de zinc y de sal comun (L), recogiendo el primero por sublimación.

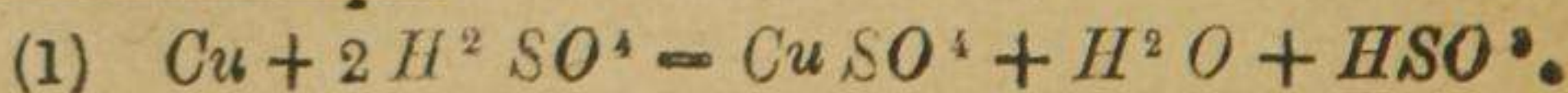


COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL COBRE.

Sulfato de cobre. — El sulfato de cobre ($Cu SO^4 + 5 HO$), llamado también vitriolo azul y caparrosa azul, se encuentra en la naturaleza formado. Para prepararle químicamente puro, se calienta el cobre metálico con el ácido sulfúrico concentrado, en cuya reacción se desprende ácido sulfuroso que puede aprovecharse (1). Si se trasforma el cobre en óxido por medio de la tostación, se economizará, como es consiguiente, la mitad del ácido sulfúrico.

Para la preparación en grande escala del sulfato de cobre, se suele recurrir generalmente á uno de los tres procedimientos siguientes: El primero y ménos usado consiste en estratificar la pirita cúprica con materia combustible, dejando la masa en contacto del aire; de este modo se oxida el sulfuro poco á poco y se convierte en sulfato, procediéndose despues al lejiviado y concentrando la disolución hasta obtener este sulfato cristalizado. En Marienberg, Sajonia, se tuesta la pirita en un horno de reverbero durante doce horas, removiéndola constantemente, mientras pasa sobre ella una corriente rápida de aire atmosférico, por cuyo medio se convierte también el sulfuro en sulfato; la masa tostada y oxidada se echa en agua fría, en la que se disuelve este sulfato.

Otro procedimiento más empleado, consiste



en escoger planchas de cobre viejo, que se mojan con agua y se espolvorean con polvo de azufre de modo que quede sobre ellas una capa de este metaloide; en tal estado se llevan á un horno donde se someten á la accion de la temperatura del rojo, en el cual arde el azufre y al mismo tiempo reacciona sobre el metal, formándose una mezcla de sulfuro y sulfato de cobre que quedan adheridos á las chapas. Calientes estas aún se sumergen en una cuba llena de agua que disuelve el sulfato; se saca la chapa y se vuelve á espolvorear, y así sucesivamente.

El tercer procedimiento consiste en tomar desperdicios de cobre, como virutas, retazos, etc, que se echa en una cuba de madera forrada de chapa de plomo y tapada, en la que se encuentra una disolucion de ácido sulfúrico del comercio, calentada por medio de un serpentín de vapor. El metal se va echando poco á poco, y la disolucion de sulfato que se va formando en la cuba se trasiega á grandes cristalizadores, donde en el espacio de cuatro ó cinco dias se depositan los cristales de dicho sulfato.

El sulfato de cobre se obtiene tambien indirectamente ó como residuo en varias industrias.

Conócese en el comercio un vitriolo doble ó misto, llamado vitriolo de Salzburgo, de color azul-verdoso, que es una mezcla de sulfato de cobre y de hierro. Para prepararlo, se mezclan y disuelven las dos sales, concentrando la disolucion hasta que cristalicen éstas.

Verde de Brunswick.—El llamado verde de

Brunswick, es el carbonato básico de cobre ($Cu CO_3 + Cu(OH)_2$), aunque también suele darse aquel nombre á una imitación del verde de montaña, que no es otra cosa que la malaquita pulverizada ó un depósito de aguas cupríferas de cementación. Se prepara el verde de Brunswick, descomponiendo el sulfato de cobre con carbonato de sosa ó de cal, ó bien precipitando el cloruro del mismo metal,—que se obtiene descomponiendo el sulfato de cobre por la sal común,—por un carbonato alcalino, lavando el precipitado con agua hirviendo y haciéndole digerir en gran cantidad del mismo líquido para realzar el matiz y añadiéndole espato pesado, blanco permanente, blanco de zinc ó yeso y á veces verde de Schweinfurt.

Azul de Brême —El azul de Brême ó verde Brême, se compone esencialmente de hidrato de óxido de cobre, y se presenta bajo forma de una masa muy porosa y azul claro, cuyo color tira un poco al verde. Este color se prepara, según Gentele, del modo siguiente: se forma con agua y por trituración una papilla con 112,5 kilogramos de sal común y 111 de sulfato de cobre, completamente libres de hierro, cuya mezcla se convierte en bicloruro de cobre y sulfato de sosa. Por otra parte se cortan en pedazos pequeños 112,5 kilogramos de chapas de cobre viejo, que se introducen en un tonel, en el cual se encuentra agua acidulada con ácido sulfúrico, y se agita con energía, para eliminar todo el óxido que pueda contener el cobre; en seguida se lava bien éste con agua, y se introduce en

capas de 2 centímetros en las cajas de oxidacion en una papilla formada de bicloruro de cobre y sal de Glauber, abandonando esta mezcla á sí misma en una cueva ó cualquier otro sitio á propósito. En tal estado, empieza el bicloruro por combinarse con el cobre convirtiéndose en protocloruro, y éste, por absorcion de oxígeno y de agua, se trasforma en una combinacion básica, verde é insoluble. Para favorecer la reaccion, cada dos ó tres dias se remueve con una pala de cobre la masa contenida en las cajas de oxidacion. Como al tratar el protocloruro de cobre por los álcalis y tierras alcalinas, se separa protóxido de cobre amarillo ó rojo, es preciso tambien que no quede el más pequeño vestigio de protóxido de cobre, porque sin esta condicion en un tratamiento ulterior el color azul puro del verde de Brême se alteraria. En muchas fábricas, con el objeto de eliminar el protocloruro de cobre, se abandona la papilla á sí misma durante un año, teniendo cuidado de agitar con frecuencia, ántes de hacerle pasar á otro tratamiento. El mismo objeto se consigue dejando secar la mezcla húmeda durante algun tiempo ántes de cada operacion, por cuyo medio el aire sustituye al agua evaporada y produce una completa oxidacion. Cuando ésta ha terminado, cosa que se verifica al cabo de dos ó tres meses, se extraen de las cajas de oxidacion las masas de cobre, se las introduce en una cuba de lejiviacion y se las lava con poca agua de suerte que se tenga un sedimento espeso que se separa del cobre no oxidado.

Por cada 120 litros de este sedimento se añaden 6 kilogramos de ácido clorhídrico y se abandona la mezcla íntima durante uno ó dos días. En otra cuba se introducen, por cada 120 litros de sedimento mezclado con ácido clorhídrico y diluido con 120 litros de agua, 300 litros de una lejía de potasa clara é incolora, agitando la masa. Bajo la influencia del tratamiento por el ácido clorhídrico se convierte la combinación básica de cobre en bicloruro neutro de color verde, que en presencia de la potasa se trasforma en cloruro de potasio y en hidrato de bióxido de cobre azul.

Por último, así que la masa ha adquirido una consistencia bastante espesa, se la abandona uno ó dos días, eliminando después del precipitado la potasa y el cloruro de potasio por lavados y decantaciones; se conserva dicho precipitado húmedo durante algunas semanas sobre estameña, exponiéndole al contacto del aire, y se le comprime, cortándolo y secándolo á una temperatura que no debe pasar de 30 á 35 grados.

El Sr. Wagner indica además los siguientes procedimientos para obtener el azul de Brême.

Se mezclan 15 kilogramos de pequeños pedazos de cobre en planchas con 30 de sal común, á la que se han añadido 15 de ácido sulfúrico, por cuyo medio queda ácido clorhídrico en libertad, y con el concurso del aire, este ácido trasforma el cobre primero en bicloruro y en seguida en protocloruro á cuyas expensas se produce, merced á una nueva oxidación, el bicloruro básico de cobre, que se descompone por

medio de la lejía de potasa, como ya sabemos.

Otro procedimiento consiste en mezclar nitrato neutro de cobre con carbonato de potasa ó de sosa en suficiente cantidad para la completa descomposicion; el precipitado coposo de carbonato de cobre que se forma desde luego se trasforma poco á poco, y abandonando ácido carbónico, en nitrato básico de cobre ($Cu(NO^3)^2 + Cu(OH)^2$), que se deposita bajo la forma de polvo verde pesado. Se rocía esta sal con una disolucion de óxido de zinc en potasa y se obtiene un color azul intenso, muy poco coherente, formado de zincato de cobre que contiene una pequeña cantidad de nitrato de cobre muy básico.

Obtiénese un azul de Brême magnesífero precipitando una disolucion de sulfato de cobre, sulfato de magnesia y un poco de bitartrato de potasa con carbonato de esta última base; á este efecto se echa la disolucion de los primeros en otra de carbonato de potasa, empleando un exceso de este último.

Verde gris (1).—El verde gris ó acetato de cobre se encuentra en el comercio bajo dos formas: neutro ó cristalizado, ó básico. En el primer caso recibe tambien el nombre de cristales de Vénus.

Para preparar el acetato neutro de cobre ($C^2 H^3 O^2$)² Cu + H² O) se pueden seguir dos procedimientos: Consiste uno de ellos en

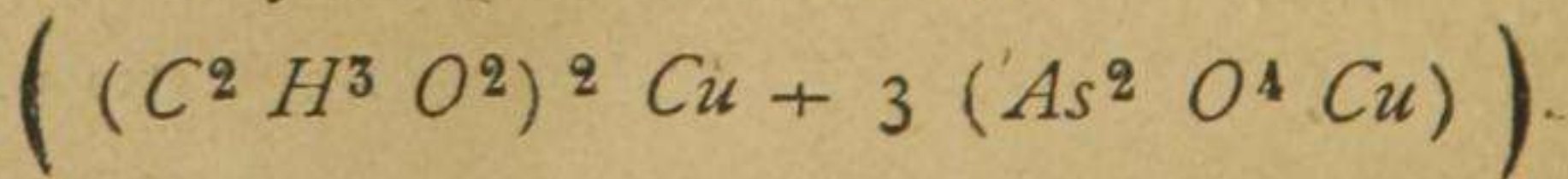
(1) Aunque los acetatos pertenecen á la química orgánica, creemos conveniente dar los de cobre en este sitio.

disolver directamente el óxido de cobre ó el verde gris básico en el ácido acético. El otro procedimiento consiste en recurrir á la doble descomposicion de las disoluciones calientes de sulfato de cobre y de acetato de sosa ó de plomo. El acetato de cobre se deposita por enfriamiento en cristales que se purifican por una segunda cristalización.

El acetato básico ó verdete de Montpellier se obtiene abandonando al aire chapas de cobre estratificadas con capas de orujo de uva; de este modo el alcohol contenido en este se convierte en ácido acético, que se combina con el óxido de cobre, formado también por la acción del aire, engendrándose el acetato básico. Al cabo de algunas semanas se cubren las chapas de cobre de una costra azul, que no es otra cosa que el verdete, que se separa y dispone en bolas con una pequeña cantidad de vinaza. En Grenoble se prepara este verdete rociando el cobre con vinagre caliente; y en Suecia apilando las planchas con pedazos de paño impregnados con vinagre; así que aparece el color verde, se abandona todavía durante cierto tiempo al aire, rociando con agua frecuentemente.

El verdete obtenido por estos procedimientos es una mezcla de tres sub-acetatos: el bibásico, el sesquibásico y el tribásico.

Verde de Schweinfurt.—Este color, cuando puro, es una combinación de acetato neutro de cobre y de arsenito de cobre



Para prepararlo se añade á una disolucion hirviendo de 4 partes de ácido arsenioso en 50 de agua, una papilla clara formada con 5 partes de verdete diluido en agua templada; el precipitado que de este modo se forma es de un verde amarillento y no contiene más que arsenito de cobre, pero prolongando la ebullicion y teniendo cuidado de añadir á la mezcla ácido acético, se vuelve poco á poco cristalino y adquiere un hermoso tinte verde.

Como este color es muy peligroso por el arsénico que contiene, se ha tratado de sustituirlo por otro que no contiene esta sustancia. Tal es el verde Casselmann, que es una sal de bióxido de cobre básica ($Cu SO^4 + 3 Cu (OH)^2 + 4 H^2 O$). Para prepararlo se mezclan una disolucion hirviente de sulfato de cobre y otra tambien hirviente de acetato alcalino; por cuyo medio se obtiene un precipitado que se seca y reduce á polvo, que forma un color verde casi tan hermoso como el de Schweinfurt.

Tambien se obtiene un color verde, no venenoso, llamado verde de Gentele, y que es un estannato de cobre, precipitando el sulfato de cobre con el estannato de sosa, lavando y secando el precipitado.

COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL COBALTO.

Esmalte.—La primera materia para la fabricacion del esmalte, que no es otra cosa que un vidrio azul, un silicato doble de potasa y cobalto, es generalmente el arsenio sulfuro de

cobalto que se encuentra en la naturaleza; pero ante todo hay que someter este mineral á la tostacion en un horno de reverbero, procurando condensar los vapores de ácido arsenioso en unas cámaras que se encuentran entre el horno y la chimenea de tiro. El producto obtenido de este modo, exento ya de azufre y arsénico y con el cobalto oxidado, se llama safra. Ahora bien; fundiendo esta safra, mezclada con arena blanca y carbonato de potasa lo más puro posible, en crisoles como los de las fábricas de vidrio, se obtiene una masa vítrea, de color azul intenso, que despues de enfriada se reduce á polvo fino, que en seguida se deja en suspension en el agua, para que se depositen las partes más gruesas, que vuelven á ser molidas, y decantando la parte líquida á vasijas especiales donde se precipita el esmalte en polvo finísimo, de diferentes grados de finura, segun se va precipitando.

En el fondo de los crisoles se deposita un boton metálico, compuesto especialmente de arseniuros de niquel y de hierro, y que es la primera materia para la extraccion del niquel.

Azul cobalto.—El azul cobalto, conocido tambien con el nombre de azul Thenard, en estado puro, es un aluminato de protóxido de cobalto. Para prepararlo se mezcla una disolucion de alumbre con otra de una sal de protóxido de cobalto, precipitando despues por el carbonato de sosa, ó descomponiendo inmediatamente aluminato de sosa por el cloruro de cobalto. El precipitado, que se compone de hi-

dratos de alúmina y de protóxido de cobalto, se lava, seca y calienta en seguida al rojo.

El Sr. Longet aconseja que se mezcle el hidrato de alúmina gelatinoso con fosfato y arseniato de protóxido de cobalto, formándose el color azul desde el momento mismo en que se calienta la mezcla al calor rojo. La presencia del ácido fosfórico ó del arsénico, favorecen realmente la combinacion de la alúmina con el protóxido de cobalto y aumentan la intensidad de la materia colorante.

Verde de Rinmann.—El verde de Rinmann, llamado tambien verde de cobalto, se prepara principalmente de dos maneras. Se disuelve nitrato de cobalto en un poco de agua, procurando que el nitrato no contenga hierro; se añade óxido de zinc pulverulento á la disolucion para que se forme una especie de pasta, que se seca al baño de arena, y despues se calcina en crisoles hasta el rojo oscuro; por último, se reduce á polvo el producto que presenta un hermoso color verde, tanto más intenso, cuanto ménos zinc se ha empleado. Mezclando 2 partes de óxido de zinc por una de nitrato de cobalto, el verde resulta oscuro; con 3 ó 4 del primero por 1 del segundo aparece un tono más claro.

Los señores Barruel y Leclair proponen que se forme una pasta blanda con 245 partes de óxido de zinc y agua; á esta pasta se añaden 19 partes de sulfato de cobalto seco y puro, mezclando perfectamente; despues se seca á la estufa y se calcina en un horno de reverbero

al rojo oscuro durante tres horas; terminada la calcinacion, y cuando todavía la masa está caliente, se echa en agua, y despues del enfriamiento, se lava por decantacion y se seca en una estufa.

Violeta de cobalto.—El Sr. Salvetat propone como materia colorante el fosfato de cobalto, preparado mediante la precipitacion de una sal de cobalto con el fosfato de sosa. El tono violeta se presenta variable, segun que haya sido más ó ménos calcinado, y para la pureza del color es preciso que la calcinacion se condense de modo que todas las partículas estén sometidas al mismo grado de calor.

Rosa de cobalto.—Se añade cierta cantidad de magnesia á una disolucion concentrada de nitrato de cobalto, hasta formar pasta; se seca ésta en una estufa y se calcina despues en un crisol de porcelana. Segun la proporcion del cobalto, así resulta un color más ó ménos rosado.

Amarillo de cobalto.—El amarillo de cobalto es un doble nitrito de cobalto y de potasa $[(NO^2)^3 Co + 3 KNO^3]$ se puede preparar de varios modos. Añadiendo nitrito de potasa á una disolucion ácida de nitrato de cobalto, se desprenden vapores nitrosos, depositándose nitro cristalizado, y se decolora el líquido precipitándose amarillo de cobalto. Puede obtenerse tambien, mezclando una disolucion concentrada y fria de nitrato de cobalto con otra de nitrito de potasa. Segun el Sr. Saint-Core, es preferible precipitar el óxido cobaltoso-po-

tásico rojo-rosa, añadiendo un litro de exceso de potasa en el nitrato de protóxido de cobalto y de potasa, y hacer pasar por la papilla obtenida de este modo una corriente de bióxido de nitrógeno, ó más sencillamente, segun el señor Hayas, haciendo llegar vapores de ácido hiponítrico á una disolucion de nitrato de protóxido de cobalto, mezclado con un poco de potasa, y todo el cobalto queda trasformado en amarillo de cobalto, que se precipita.

Oxido de cobalto.—Se prepara indistintamente, para el decorado de la porcelana y otras pastas cerámicas un óxido de cobalto. Para prepararlo se tuesta el mineral de cobalto, pulverizando el producto y tratándolo por ácido sulfúrico para formar una papilla, que se pone en un crisol y se calienta durante cierto tiempo á la temperatura de 200 á 300 grados; se evapora á sequedad, y calienta despues al rojo durante una hora. Una vez enfriado el crisol se retira la materia que se pulveriza y lejivia con agua caliente; la disolucion se acidula con un poco de ácido sulfúrico, conseguido lo cual se añade una disolucion de carbonato de sosa, agitando la mezcla, dejando de añadir carbonato en cuanto el líquido ha perdido la reaccion ácida y empieza á presentarse de color rosáceo. Por este medio todo el hierro queda precipitado en sub-arseniato con un poco de óxido de cobalto, pero la mayor parte de éste queda en disolucion.

Por otra parte, se funde una mezcla de 10 partes de potasa del comercio, 15 de arena

y una de polvo de carbon, para obtener el silicato soluble de potasa ó vidrio soluble; se pulveriza la materia enfriada y se disuelve en agua hirviendo; se decanta el líquido claro y se echa á la disolucion del sulfato de cobalto que está ya exento de hierro y de arsénico, formándose sulfato de potasa que queda disuelto y precipitándose una mezcla de sílice gelatinosa y de óxido de cobalto con un poco de silicato de potasa.

De este modo se obtiene un óxido pardo sucio, que sobre la porcelana da por la coccion un excelente color azul.

COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL ESTAÑO.

Oro musivo.—El oro musivo, que es el bisulfuro de estaño ($Sn S^2$) se prepara en grande escala del modo siguiente: se mezclan 4 partes de estaño y 2 de mercurio para formar una amalgama, que se agita bien, con 2,5 de azufre y 2 de sal amoniaco pulverizadas, hasta que quede una mezcla perfecta; esta mezcla se echa en matraces que se calientan al baño de arena durante dos horas, con moderacion primero, y despues,—cuando cesan de desprenderse vapores amoniales y sulfhídricos,—se aumenta la temperatura hasta el calor rojo, manteniéndola cerca de dos horas; de este modo se forma sulfuro y protocloruro de mercurio, y en el fondo del balon queda el oro musivo con el aspecto de una masa de color amarillo dorado y luciente.

El Sr. Woulfe, que ha hecho ensayos para determinar los ingredientes mejores para la preparacion del oro musivo, aconseja una mezcla de 5 partes de protosulfuro de estaño y 8 de bicloruro de mercurio.

Sal de estaño.—Con este nombre se conoce el cloruro estannoso ($Sn Cl^2$) del comercio. Se prepara haciendo reaccionar dos partes de ácido clorhídrico ordinario sobre una de estaño granulado. La operacion se hace en caldera de cobre calentada al vapor, procurando que quede un exceso de estaño, porque con esta condicion no ataca el ácido á aquella; al principio se verifica la reaccion en frio, pero cuando la disolucion marca 45° B. se calienta hasta 70° , próximamente, por cuyo medio continúa disolviéndose el estaño. Así que la disolucion marca de 75 á 78 grados B., se decanta á un recipiente de gres donde cristaliza el cloruro; se decanta el agua madre, escurren los cristales y se secan fuera de la accion del sol, pues por esta se cubriría la sal de oxiclорuro insoluble.

El Sr. Nöllnerer, aconseja que se haga reaccionar el ácido clorhídrico sobre el estaño contenido en una vasija de gres, y que se concentre despues la disolucion en caldera de estaño, en la que se echa granalla de este metal.

Los tintoreros preparan la sal de estaño mezclando 2 partes de ácido nítrico débil y una parte de ácido clorhídrico, y añadiendo el estaño poco á poco. El recipiente donde se verifica la reacion debe estar sumergido en agua fria ó con hielo para que esta no sea demasiado activa, con

lo que se formaria bióxido de estaño. De este modo se obtiene una mezcla de protocloruro y bicloruro de estaño, y tambien nitrato de protóxido del mismo metal, que parece muy á propósito para los colores escarlatas.

Estannato de sosa.—El estannato de sosa, que es una combinacion empleada en tintorería y en la impresion de las telas, se prepara disolviendo en la sosa cáustica el óxido estánnico, calentando, y concentrando hasta cristalización. El Sr. Joung, partiendo de este principio, recurre al óxido de estaño natural ó casiterita, que está mezclado con peróxido de hierro, y cuya riqueza puede llegar hasta el 70 por 100 de estaño. Cuando se disponga de este mineral, se mezcla con 2,5 veces de lejía de sosa cáustica que contenga 22 por 100 de sosa anhidra; se echa la materia en una caldera de hierro, colocada sobre un hogar, y se calienta el líquido hasta la ebullicion agitándolo sin cesar; se continúa la evaporacion hasta que no quede agua, y se eleva la temperatura de 260 á 330 grados, quedando la masa al enfriarse esponjosa y un poco parda por el óxido de hierro. Esta masa se trata por el agua calentando con chorro de vapor, obteniéndose de este modo una lejía turbia que se pasa á una cuba de madera donde sedimenta; se decanta el líquido trasparente á una caldera de hierro y se concentra, depositándose el estannato de sosa en pequeños cristales que se sacan y se dejan escurrir, y se secan despues sobre una plancha de hierro calentada por los calores perdidos del hogar. Si la cristalización

se hace por enfriamiento se obtienen magníficos cristales romboédricos.

Donde no se disponga de óxido natural de estaño, se prepara calcinando fuertemente el metal en contacto del aire.

El Sr. Brown modificó el procedimiento disolviendo 9 kilogramos de sosa cáustica en suficiente agua para que la lejía marque 20° B.; á ésta se la añaden 13 kilogramos de estaño granulado y 56 de litargirio; se hace hervir agitando la mezcla, con lo cual se disuelve el estaño completamente y se precipita el plomo reducido.

El Sr. Häffely, de Manchester, hace hervir también la sosa cáustica con litargirio y estaño granulado; decantada la disolución del plomo depositado, le evapora hasta que tenga 1,3 de densidad, en cuyo momento se depositan cristales de estannato de sosa con tres moléculas de agua. En cuanto al plomo reducido, se puede convertir fácilmente otra vez en litargirio calentándolo sobre una plancha de hierro.

COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL HIERRO.

Colcotar.—El colcotar ó rojo inglés ya sabemos que es el sesquióxido de hierro, y al hablar de la fabricación del ácido sulfúrico de Nordhausen, ya vimos la manera cómo se preparaba. Por este motivo diremos ahora muy pocas palabras sobre el expresado sesquióxido.

El Sr. Bush propone el siguiente procedimiento para obtener un buen rojo: se reduce á

pequeños fragmentos la caparrosa verde, los cuales, introducidos en un crisol, se someten á una temperatura capaz de fundir el oro y la plata; se separa el crisol del fuego y se deja enfriar. El sulfato, que ha tomado un color amarillo oscuro, se muele, cierne y coloca de nuevo al fuego en un crisol, donde se le deja hasta que no se desprende vapor alguno. El producto se pulveriza y echa en una cuba ó recipiente lleno de agua, donde se depositan las partes más gruesas que se vuelven á moler; las aguas turbias que sobrenadan se trasiegan á otros recipientes donde se deposita el colcotar fino, pudiéndose obtener clasificado, puesto que se irá depositando á partir del más tosco hasta acabar por el más fino.

Tambien se obtiene un buen rojo tomando 16 partes de sulfato de hierro calcinado, 16 de potasa muy seca y una de salitre. Se coloca esta mezcla en un crisol y se somete á un buen fuego durante una hora. Despues del enfriamiento se pulveriza y lava, obteniéndose un rojo de color de café que puede usarse en este estado. Sin embargo, si se le expone de nuevo al horno durante poco tiempo, se hará de calidad superior, tomando el matiz violado que con frecuencia se quiere que tenga.

Se prepara un rojo excelente disolviendo separadamente una parte de ácido oxálico en seis de agua destilada y dos de proto-sulfato de hierro en ocho de dicha agua. Cada disolucion se filtra por una tela fina, se lleva á la ebullicion y en este momento se las mezcla; se forma

un precipitado amarillo, el cual, despues de seco, se expone en una cacerola de metal á la llama de una lámpara de espíritu de vino, y se agita durante algunos minutos hasta que se haya obtenido un color canela.

Las diversas coloraciones que toma el colco-tar desde el rojo claro al morado oscuro, proceden del grado de calor á que se ha expuesto.

Sulfato de hierro.—El sulfato de hierro, conocido en el comercio con los nombres de vitriolo y caparrosa verde, se prepara por varios procedimientos. Tratando los desperdicios de hierro y residuos ferruginosos de ciertas fabricaciones por el ácido sulfúrico procedente de las cámaras ó por el que ha servido en la depuracion del petróleo bruto ó en las fábricas de anilina, etc., se obtiene sulfato ferroso ó vitriolo verde. La disolucion se evapora para que pueda cristalizar.

Cuando se disponga de carbonato de hierro natural, ó sea hierro espático, en suficiente estado de pureza, puede tratarse por el mismo ácido sulfúrico y se formará vitriolo. Para que cristalice se evapora tambien la disolucion hasta el grado necesario de concentracion.

Se obtiene tambien el sulfato ferroso, segun ya sabemos, como producto secundario de la fabricacion del alumbre.

El hierro sulfurado y la pirita magnética que se encuentra frecuentemente en gran cantidad en los depósitos de hulla y de liñito, se oxidan con suma facilidad y convierten en sulfato y en ácido sulfúrico. Con este objeto se extiende el

mineral en una charca revestida de arcilla, donde se abandona durante un año. Esta charca está dispuesta en pendiente, que termina en un depósito recolector del líquido que escurre. Cuando llueve, el agua disuelve el sulfato, corriendo al depósito la disolución, donde encuentra hierro viejo para que se transforme en óxido el peróxido que haya podido formarse y saturar el ácido sulfúrico libre. Del depósito se pasa la disolución á calderas donde se concentra lo suficiente para que pueda cristalizar el sulfato.

Cuando se dispone de abundancia de piritas de hierro procedentes de la destilación para separarlas una parte de su azufre, pueden también destinarse á la oxidación para preparar el sulfato ferroso.

Cualquiera que sea el procedimiento empleado en la preparación de la disolución del sulfato de hierro, se echa ésta en cristalizadores que contienen generalmente unas varas de madera ó pajas para que se agrupen los cristales que se van formando en el líquido concentrado, en estado de racimos, que es lo que se llama vitriolo en racimos.

Prusiato amarillo.—El prusiato amarillo de potasa ($K^4 Fe Cy^6 + 3 H^2 O$) se puede obtener por varios procedimientos. El más generalmente empleado continúa siendo el más antiguo, que consiste en calentar al rojo una mezcla de materias nitrogenadas, carbonato de potasa y hierro. De esta manera se obtiene una masa negra, llamada en términos de taller el *metal*, que, tratada por el agua, suministra el prusiato en

disolucion, de la que puede separarse por medio de la cristalización. Lo que sucede en estos tratamientos es lo siguiente: por la acción reductora del carbono se forma potasio del carbonato de potasa, al mismo tiempo que sulfuro de potasio y una pequeña cantidad de sulfocianuro, también de potasio; aquel sulfuro cede su azufre al hierro y forma sulfuro de este metal, mientras que el potasio provoca la combinación del nitrógeno con el carbono, produciéndose de este modo el cianógeno, que, á su vez, se une al potasio para formar en último término cianuro de potasio. Ahora bien; al tratar por el agua la masa negra, se descomponen mutuamente el cianuro y el sulfuro, formándose ferrocianuro de potasio y sulfuro, también de potasio, solubles en dicho líquido (1).

Las materias nitrogenadas más usadas en esta fabricación son las siguientes: cuernos, que contienen en 100 partes, de 15 á 17 de nitrógeno; sangre seca, con 15 á 17; desperdicios de lana, con 10 á 16; pelo de cabra, con 16 á 17; pelo de buey, con 15 á 17; cerdas de cerdo, con 9 á 10; plumas, con 17; recortaduras de cuero, con 4 á 5; zapatos viejos, con 6 á 7; carbon animal, con 2 á 7; carbon de desperdicios de lana, con 2 á 12; carne muscular secada al aire, con 13.4, etc. Cuando se emplean estas materias sin carbonizar,—porque se desea sacar partido en el acto de la reacción que se verifica

(1) La reacción puede formularse de este modo:

$$6 K Cy + Fe S = K^2 S + K^4 Fe Cy^6.$$

al practicar la calcinacion ántes indicada , de los productos amoniacales que dichas materias desarrollan,—se procurará no calentar á temperatura demasiado elevada, porque cuanto mayor sea ésta ménos nitrogenado queda el residuo.

Importa mucho que las materias nitrogenadas elegidas den pocas cenizas, y estén lo ménos húmedas posible y no contengan polvo ni otras materias estrañas.

Se elegirá el carbonato de potasa lo más puro posible, procurando sobre todo que no contenga silicato ni cloruro. En Alemania se separa tambien el sulfato. Para el hierro que se une á la masa fundida, del carbonato y la materia nitrogenada, segun pronto veremos, puede recurrirse á los clavos viejos, limaduras, virutas, escamas, matita, etc.; y en cuanto á la proporcion en que debe introducirse en la mezcla, se regulará conforme á la cantidad de los compuestos sulfurados que probablemente contengan las primeras materias. El ilustre Liebig observó que cuando el sulfato de potasa es reducido por el carbono se forma un sulfuro en extremo fusible que, si se trabaja en utensilios de hierro los corroe muy pronto, por lo que el metal añadido debe ser suficiente para el cianuro y para combinarse con el azufre para impedir el espresado peligro de la corrosion. Por otra parte, como los compuestos sulfurados pueden reaccionar sobre el cianuro de potasio y trasformarlo en sulfocianuro, sustrayéndole así á la formacion del prusiato, es preciso prevenir el efecto per-

nicioso introduciendo el hierro desde el primer período del procedimiento, es decir, en el acto de la fusión de las materias cianógenas. Para impedir el inconveniente de los compuestos sulfurados, aconseja el Sr. Nöllner el empleo de la cal, que según él, no tan sólo hace que se forme un sulfuro de calcio básico é infusible, sino que por este mismo motivo hará aumentar la producción de prusiato de potasa.

La fabricación del ferro-cianuro de potasio por el procedimiento antiguo, que es el más generalmente empleado, consta de tres partes ú operaciones distintas: 1.^a, preparación de la masa fundida; 2.^a, lejiviación de ésta; 3.^a, cristalización del prusiato disuelto. La primera se verifica en vasijas de hierro cerradas ó en hornos de reverbero; las primeras van siendo abandonadas, por lo que nada diremos sobre ellas.

En la figura 13 representamos un horno de reverbero. Este horno tiene una caldera ó copela *a* de 10 centímetros de espesor, siendo su diámetro de 1 á 1,^m8 y con un reborde de 10 centímetros de altura. Cargada la caldera con la mezcla de las primeras materias conocidas (1), se verifica la fusión de la misma, y tienen lugar las reacciones ya explicadas, merced á la llama libre de aire, ó sea reductora que sube del hogar *b* por encima del puente de calentamiento *g*, lamiendo dicha masa, que se remueve ó

(1) Otras veces la carga se hace en varios tiempos empezando desde el momento que está al rojo la caldera.

bracea de vez en cuando con auxilio de una barra de hierro; los gases que han servido de agente calorífico pueden llevarse directamente por el conducto *c* á la chimenea de tiro *e*, ó se les puede utilizar todavía obligándoles á pasar por debajo de calderas de evaporación de las disoluciones.

Este horno se emplea muy especialmente en Alemania. En Inglaterra se suele recurrir con más frecuencia á calderas de boca ligeramente estrechada y colocadas verticalmente, provistas de agitadores mecánicos, cuyo eje atraviesa la cubierta, que es de dos piezas; de este modo se obtiene una gran economía en la mano de obra.

La masa fundida que resulta se somete á una lejiviación con agua hirviendo, obteniéndose una disolución de ferro cianuro de potasio que abandona en seguida cristales evaporando hasta el grado necesario y dejando cristalizar por enfriamiento. El residuo que queda en esta lejiviación sirve como abono; y en cuanto á las aguas madres de la cristalización, como contienen cierta cantidad de carbonato y de otras sales potásicas, se someten á la evaporación hasta sequedad, pudiéndose emplear el residuo para reemplazar en parte el carbonato de potasa fresco al hacer la mezcla para preparar la masa fundida.

Casi es inútil decir, que cuando se quiera un prusiato muy puro hay que disolver otra vez el obtenido en la primera cristalización para proceder á otra ú otras cristalizaciones, según sea necesario.

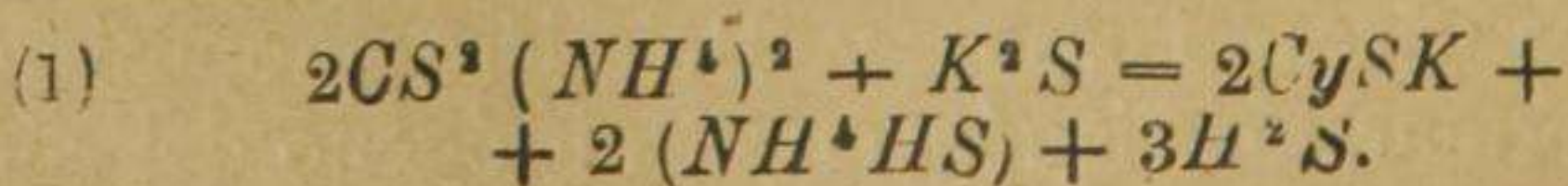
El procedimiento que acabamos de describir presenta varias causas de pérdida de producto. Con efecto, en los residuos queda siempre gran cantidad de potasa; no todo el nitrógeno se convierte en cianógeno, desprendiéndose una parte considerable de aquel al estado de amoníaco, en pura pérdida; por último, durante la lejiviación, no es completa la transformación del cianuro en ferrocianuro, quedando siempre una parte más ó ménos importante libre que pasa á las aguas madres. Sin embargo, estas pérdidas han sido considerablemente disminuidas, utilizando tanto el carbonato de los residuos como el amoníaco que se desprende en las reacciones. Con el objeto de transformar la totalidad del cianuro de potasio en ferrocianuro, recomienda el Sr. Hoffmann abandonar los primeros líquidos en ambos sistemas sobre hierro espático durante veinte y cuatro horas. La presencia del azufre en las primeras materias es otra causa de pérdida, por lo que ya dijimos al principio, y para evitar esta pérdida aconseja el Sr. Habich que se añada al líquido una cantidad bastante notable de carbonato de hierro nativo, el cual transforma el sulfocianato en cianuro y después en ciano ferruro potásico.

Todos, ó casi todos los procedimientos propuestos para reemplazar al antiguo, emplean como primera materia nitrogenada otra distinta de la de procedencia animal que ántes hemos indicado.

Los Sres. Possoz y Boissière propusieron transformar en cianógeno el nitrógeno del aire,

háciendole pasar por una mezcla calentada al rojo de carbon y carbonato de potasa. Los señores Margueritte y Sourdeval han sustituido la barita a la potasa, porque no siendo fusible la primera no ataca las retortas de tierra. El Sr. Deiss obtuvo en 1873 privilegio de invencion por un procedimiento para preparar el cianuro de potasio, bastante parecido á los anteriores, que consistia en hacer pasar una corriente de nitrógeno y óxido de carbono (aire privado de ácido carbonico por medio del carbon) sobre una mezcla fundida de carbonato de potasa y de carbon.

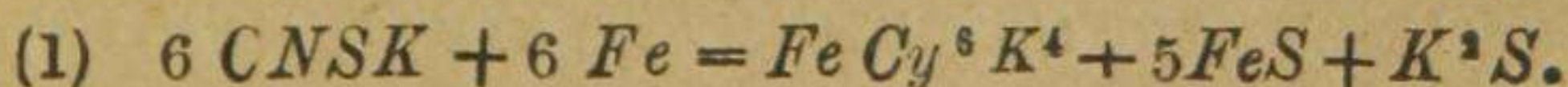
En 1862, propuso el Sr. Gelis preparar el cianógeno por medio del sulfuro de carbono y amoniaco. Mezclando en frio aquel sulfuro y el amónico, se forma sulfocarbonato amónico: calentando este á 100° con sulfuro de potasio, da sulfocianuro potásico, volatilizándose sulfuro amónico-é hidrógeno sulfurado (1). Estos productos volátiles son condensados en agua, á la que se hace llegar igualmente amoniaco, regenerándose de este modo el sulfuro amónico. En cuanto al sulfocianuro de potasio, se le evapora á sequedad y calcina á la temperatura del rojo sombra con hierro, de este modo se forma sulfuro de hierro insoluble, sulfuro de potasio y cianuro amarillo, ó hablando con más propiedad, durante la lejiviacion se forma el ferrocianuro por la accion del sulfuro de hierro sobre el



cianuro de potasio (1); pero como esta trasformacion ha sido muy difícil de realizar en grande escala, de ahí el fracaso del procedimiento. Además, fundiendo sulfocianuro de potasio con hierro, hay una gran pérdida de cianógeno que se descompone durante la fusion por el oxígeno contenido siempre en dicho hierro, formándose solamente una pequeña cantidad de cianuro de potasio mezclada con otra mucho mayor de sulfuro de hierro.

Se ha observado que en el antiguo procedimiento de fabricacion del ferrocianuro el rendimiento de este producto es tanto mayor cuanto más notable es la proporcion de nitrógeno contenido en las sustancias orgánicas empleadas. Fundado en este principio, el Sr. Fleck propuso reemplazar desde luego dichas sustancias con sales amoniacaes que introducía en la potasa fundida. Antes que él, hacía pasar el Sr. Karm-rordt los productos amoniacaes procedentes de la destilacion de las materias orgánicas, por cok calentado al rojo, con el objeto de trasformarlas en cianuro. Pero no obstante la gran riqueza en nitrógeno de aquellos productos, no aumentaban lo suficiente el rendimiento para que su empleo fuese ventajoso, tratándose sobre todo de materias primeras tan caras.

Prusiato rojo de potasa.—El prusiato rojo de potasa, conocido tambien con los nombres de ferricianuro y cianoférido de potasio, ($K^6 Fe^2 Cy^{12}$), se prepara del modo siguiente:



Se disuelven 2 partes de prusiato amarillo en 20 de agua, y se hace pasar por esta disolucion una corriente de cloro que sustrae al ferrocianuro potásico una parte de su potasio, quedando convertido en prusiato rojo ó ferricianuro potásico (1). Según el Sr. Reichardt, el cloro puede ser reemplazado con éxito por el bromo.

La disolucion se prepara hasta la necesaria concentracion para que se separe el ferricianuro en cristales, quedando en las aguas madres el cloruro de potasio y un poco de prusiatos rojo y amarillo; estas aguas madres se pueden evaporar hasta sequedad para extraerlas un polvo azul para teñir la lana ó pueden tambien ser tratadas por una disolucion de vitriolo verde para que se precipite el azul de Prusia.

Otras veces se trabaja por vía seca. Al efecto se expone á la accion de la misma corriente de cloro gaseoso el prusiato amarillo en estado de polvo fino que se agita frecuentemente; y para que esta agitacion sea más fácil se coloca el ferrocianuro en una vasija que gira lentamente alrededor de su eje. Así que se ve que ya no es absorbido más cloro, se interrumpe la entrada de este; se disuelve el producto en la menor cantidad posible de agua, por cuyo medio cristaliza el ferricianuro y queda en disolucion el cloruro de potasio.

Cianuro de potasio.—El cianuro de potasio se presenta en cristales incoloros, transparentes y anhidros; cuando perfectamente seco no tiene

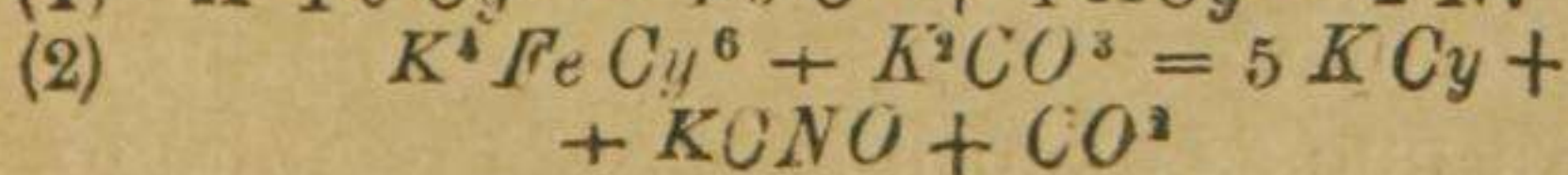
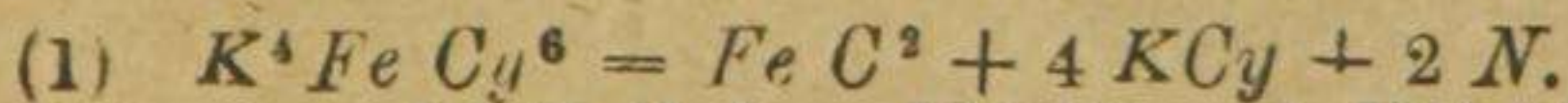


olor, pero en contacto del aire húmedo es atacado por el ácido carbónico y exhala olor de ácido cianhídrico; su sabor es acre, un tanto alcalino y amargo; sus cristales son muy fusibles; es sumamente soluble en el agua y deliquescente. El cianuro de potasio se emplea en el dorado y plateado, galvánicos, y en la preparación del granate soluble.

Calentando en un crisol de porcelana el prusiato amarillo seco, hasta tanto que deje de desprenderse nitrógeno, se obtiene el cianuro de potasio. La reacción que pasa dentro del crisol es la siguiente: el ferrocianuro se descompone en bicarburo de hierro que se separa en el fondo del crisol, cianuro de potasio que sobrenada y puede decantarse y gas nitrógeno que se desprende (1). Por cada 10 partes de prusiato descompuestas se obtienen 7 de cianuro.

Liebig propone que se calienten una molécula de prusiato amarillo con otra de carbonato de potasa, obteniéndose de este modo por cada 10 partes de prusiato 8,8 de cianuro mezclado con 2,2 de cianato potásico (2); pero añadiendo carbon durante la fusión, una parte del cianato se convierte en cianuro.

Para los usos industriales es más económica una mezcla de cianuros de potasio y sodio, que se prepara fundiendo juntas 8 partes de prusiato amarillo seco y 2 de carbonato de sodio también seco. De este modo se obtiene un cianuro



que se descompone con ménos facilidad al aire que el cianuro de potasio y puede prepararse á temperatura más baja.

Azul de Prusia.—El azul de Prusia es un ciano ferruro férrico ($Fe^7Cy^{18} + 18H^2O$), que cuando seco se presenta en masas de azul intenso, inodoras é insípidas, con un reflejo cuproso cuando se les rota ó rompe. Conserva 18 moléculas de agua, de las que no puede privársele sin descomponerle en parte. Es insoluble en el agua, soluble en el ácido oxálico dando un color azul; esta disolucion adicionada de goma se emplea como tinta azul.

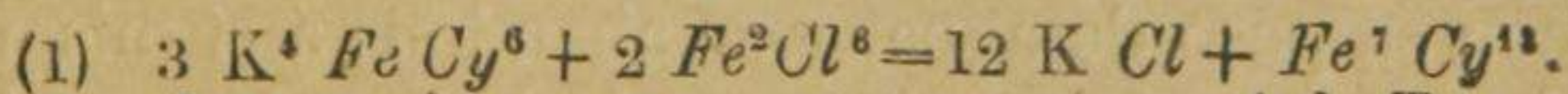
El azul de Prusia se obtiene generalmente con precipitar una disolucion de ferrocianuro de potasio por el sulfato ferroso, agitando el precipitado para que azulee por la oxidacion al contacto del aire, efecto que es más general obtenerlo en el dia por medio del ácido nítrico, anhídrido crómico, cloro, cloruros decolorantes, etc.; este precipitado se deja depositar, tragando el líquido que sobrenada. Es más ventajoso preparar dicho azul de Prusia del modo siguiente: Se mezclan 6 partes de sulfato de hierro con otras 6 de ferrocianuro, disueltas ambas sales en 15 partes de agua cada una; añádese á esta mezcla, removiéndola sin cesar, 1 parte de ácido sulfúrico concentrado y 24 de ácido clorhídrico fumante. Al cabo de algunas horas se echa, por pequeñas porciones, una disolucion clarificada de cloruro de cal. Despues de haber dejado la masa en reposo durante algunas horas para que se deposite bien el precipitado, se

decanta el líquido, y éste precipitado se lava y se seca.

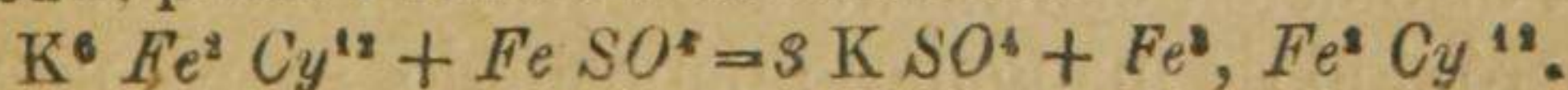
Para obtener el azul más puro, es preferible añadir una sal férrica á la disolución de un ferrocianuro (1) y particularmente cloruro férrico al ácido ferrocianhídrico. Con efecto, cuando se emplea el ferrocianuro de potasio el precipitado contiene siempre una pequeña cantidad de prusiato amarillo que es imposible eliminar por el lavado.

Cuando se mezcla una disolución de prusiato rojo de potasa con otra de sulfato ferroso, cuya cantidad no sea suficiente á producir la descomposición completa del prusiato rojo, se obtiene el precipitado conocido en Inglaterra con el nombre de *azul de Turnbull* ($Fe^3, Fe^2 Cy^{12}$), que se compone esencialmente de ferrocianuro de hierro, y que contiene también prusiato amarillo combinado químicamente (2).

El llamado azul de Prusia, soluble, se prepara, según Wagner, del modo siguiente: Se pone el azul de Prusia ordinario en digestión durante uno ó dos días con ácido clorhídrico concentrado ó con ácido sulfúrico que se diluye con una cantidad igual de agua después de haberlo mezclado con azul de Prusia, después se quita el ácido, se lava completamente el azul, se seca y disuelve en el ácido oxálico. Las si-



(2) La reacción que da origen a este azul de Turnbull, puede formularse de este modo:



guientes proporciones son las que dan una disolucion que se conserva bien: 8 partes de azul de Prusia, tratado por el ácido sulfúrico; 1 de ácido oxálico; 256 de agua.

Algunos aconsejan para obtener un azul de Prusia fácil y completamente soluble en agua: primero, precipitar una disolucion acuosa de protoioduro de hierro con prusiato amarillo de potasio añadido con exceso: segundo, mezclar una disolucion de percloruro de hierro en alcohol etéreo con otra acuosa de dicho prusiato amarillo.

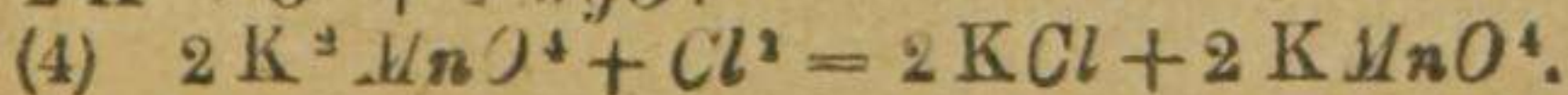
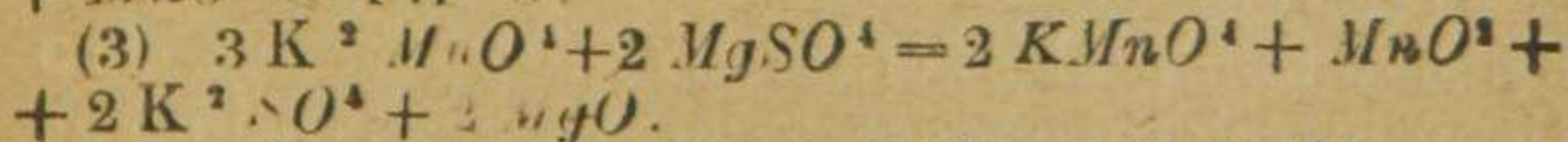
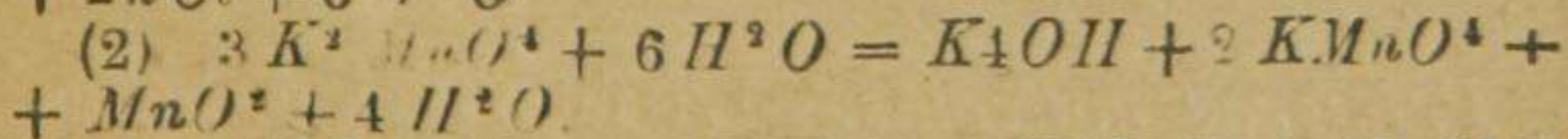
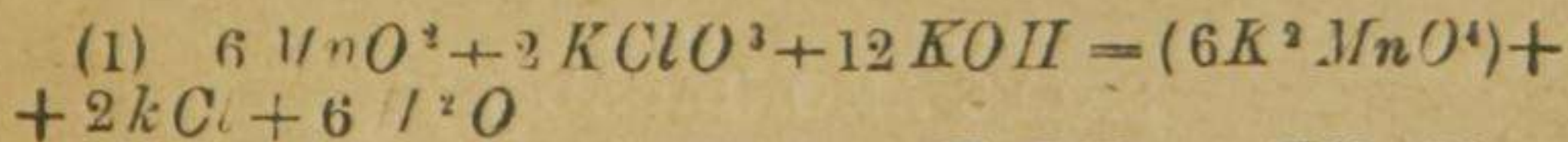
COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL MANGANESO.

Permanganato de potasa.—El permanganato de potasa ($K Mn O^4$) se prepara del modo siguiente: Se mezclan 105 kilogramos de clorato de potasa en 500 de lejía de potasa á 45° B., y se evapora la mezcla, añadiendo durante la evaporacion 180 de peróxido de manganeso en polvo, continuando la evaporacion hasta sequedad y fundiendo el residuo, cesando la operacion cuando la masa se presenta en fusion tranquila; se agita hasta el enfriamiento; la masa pulverulenta se calienta al rojo en una pequeña caldera de hierro hasta que esté semi-líquida, en cuyo estado se deja enfriar y se reduce á fragmentos, calentándola despues en una caldera con su peso de agua, y se abandona á sí misma durante una hora; despues de haber decantado la disolucion clara para separarla del hidrato de peróxido de manganeso depositado, se evapora

para que cristalice el permanganato. 180 kilogramos de peróxido dan de 98 á 100 de permanganato.

Para dar cuenta de lo que sucede en los diferentes tratamientos que hemos descrito, debemos empezar por decir que en la fusion de la mezcla, del peróxido, clorato y potasa, se forma manganato de potasa y cloruro de potasio (1). Al disolver el producto de la fusion, el manganato de potasa se descompone en hidrato de potasa, hidrato de peróxido de manganeso y permanganato de potasa (2), perdiéndose 1/3 de ácido mangánico por la formacion de dicho peróxido; lo cual se verifica tambien cuando se produce la trasformacion del manganato en permanganato por medio del sulfato de magnesia (3), segun el Sr. Tessié du Motay. Por este motivo creemos muy digna de atencion la idea del Sr. Staedeler, de hacer esta inversion por medio del cloro (4) ó del bromo, obteniéndose en este último caso el bromuro de potasio como producto secundario.

El Sr. Bechamp prepara primero el manganato de potasa fundiendo 100 partes de peróxido de manganeso en polvo fino y lavado con ácido nítrico con 120 de potasa disuelta en un



poco de agua, y trasforma despues dicho manganato en permanganato por medio del oxígeno. Para ello se introduce el manganato desecado en una retorta de gres, provista de una tubuladura por la que se hace llegar una corriente de oxígeno por medio de un tubo que baja hasta el fondo de dicha retorta. La marcha de la operacion está indicada por un tubo de vidrio adaptado al cuello de esta retorta, y que penetra en un baño de mercurio. Así que no es ya absorbido el oxígeno, se deja enfriar el contenido de la retorta y se trata éste por el agua hirviendo, haciendo pasar por la disolucion una corriente de ácido carbónico que acaba la trasformacion del manganato en permanganato. Al cabo de veinte y cuatro horas se decanta y se procede á la cristalizacion. De este modo se obtienen por 100 kilogramos de peróxido de manganeso, en una primera cristalizacion, de 35 á 40 de permanganato de potasa.

Permanganato de sosa.—Esta sal se prepara por los mismos procedimientos que la anterior, sin más que sustituir la sosa á la potasa. Tambien puede obtenerse, segun el Sr. Tessié du Motay, haciendo actuar el oxígeno del aire sobre el sesquióxido de manganeso en presencia de la sosa.

SALES AMONIACALES.

Primeras materias.—La fabricacion de las sales amoniacaes era muy limitada en otro tiempo, relativamente á las muchas primeras

materias á que la industria puede recurrir. Pero á partir de 1860, y especialmente desde 1870, aquella fabricacion ha adquirido un extraordinario impulso, con motivo de las muchas é importantes aplicaciones de las expresadas sales.

Entre las várias primeras materias que pueden emplearse para fabricar las sales amoniacales, la principal la constituyen en el dia las aguas procedentes de las fábricas del gas. En general puede decirse que un metro cúbico de estas aguas produce 50 kilogramos de sulfato amónico, aunque, como es consiguiente, este dato tiene que variar bastante.

Con el objeto de poder trasportar á grandes distancias y económicamente las aguas amoniacales de las fábricas del gas, ha inventado el Sr. Solvay, conocido ya de nuestros lectores, un ingenioso aparato donde con gran facilidad y economía se pueden concentrar dichas aguas, que quedan muy ricas en amoniaco. Este aparato lo vimos en la seccion belga de la última Exposicion universal, y, segun se nos aseguró, se consigue con él concentrar, de un modo regular y continuo, las aguas amoniacales de 2 á 3 grados B. á 15 por 100 de riqueza. Constrúyense en la actualidad aparatos capaces de tratar en veinte y cuatro horas 12, 24 y 48 metros cúbicos de aguas amoniacales, y de obtener al estado de disolucion salina y con 15 por 100 de riqueza el amoniaco que contienen. El consumo de carbon en estos aparatos es de 25 á 30 kilogramos por metro cúbico de agua amoniacal tratada.

Cuando las aguas contienen una cantidad notable de compuestos amoniales fijos, es preciso que dichas aguas en su marcha por el aparato concentrador, encuentren en un compartimiento especial la necesaria cantidad de cal, para que quede en libertad el amoniaco, merced á la combinacion del ácido de la sal fija amoniacal con dicha cal.

El aparato Solvay es de una instalacion sencillísima y de fácil manejo, esencialmente metódico y continuo, y no necesita la elevacion del líquido á grandes alturas. Por estos motivos le creemos un gran progreso en la industria que nos ocupa.

Fabricacion del sulfato amónico.—Así como en otro tiempo fué el cloruro amónico, ó sal amoniaco, la sal amoniacal más importante, hoy en el dia lo es el sulfato amónico $[(NH^4)^2 SO^4]$, razon por la que empezamos por éste la descripcion de los procedimientos de la fabricacion de las sales amoniacales.

El procedimiento de fabricacion del sulfato amónico, consiste esencialmente en neutralizar por el ácido sulfúrico (que suele ser el de las cámaras, por economía), el carbonato y otras sales amoniacales de las aguas de las fábricas de gas, los productos de la destilacion seca de los huesos, la orina pútrida, etc.; tambien puede hacerse la neutralizacion por medio del yeso y sulfato de hierro, que producirán dobles descomposiciones, en virtud de las cuales, se formará sulfato amónico. La disolucion de este sulfato, obtenida por el primero ó por el último

procedimiento, es decir, por neutralización ó por doble descomposición, se evapora hasta que puede cristalizar la sal.

Si, por la naturaleza de la primera materia empleada, los cristales del sulfato amónico resultasen sucios, ó de color más ó menos pardo, y no blancos, como los pide la industria generalmente, se disuelven de nuevo y se filtra la disolución á través del negro animal; el líquido filtrado se concentra hasta cristalización, separando los cristales, que se dejan escurrir dentro de cestas á propósito, y secandoles con precaución sobre una superficie de ladrillos refractarios calientes, pudiéndose también descomponer por el calor las partículas orgánicas colorantes; por último, el sulfato amónico seco y exento de toda materia colorante, se redisuelve de nuevo, se filtra y se evapora hasta cristalización el líquido filtrado.

Algunos químicos han llamado la atención sobre la propiedad que tiene el sulfito amónico (preparado por la reacción del ácido sulfuroso sobre el carbonato amónico) de pasar poco á poco, en contacto del aire, al estado de sulfato amónico; y creen ver en ello indicado un procedimiento muy racional para preparar este sulfato.

El método que podremos llamar directo, esto es, el que consiste en tratar desde luego las aguas amoniacales por el ácido sulfúrico ó por una sal que engendre el sulfato amónico por doble descomposición, y evaporar después hasta cristalización, tiene que ser poco práctico en

todos aquellos países en que el combustible está caro. Así y todo merece que nos ocupemos de él con alguna extensión, porque puede prestar en varias circunstancias buenos servicios á la industria.

En Liverpool es conducida el agua amoniacal á un gran recipiente subterráneo de 8 000 metros de cabida, y desde éste se distribuye por medio de bombas, según se necesita. Con las bombas se lleva el agua amoniacal á grandes calderas evaporadoras de 100 hectólitros de cabida cada una, en las que se añade, despues de cargadas, una cantidad de ácido sulfúrico que corresponde al 10 por 100 del volúmen de aquella agua. La mezcla se agita bien para que sea bien íntima y los gases sulfhídrico y carbónico que se desprenden arrastran consigo carburos de hidrógeno y otros gases y vapores de olor fétido, mientras que los aceites bituminosos y otros cuerpos insolubles, que estaban mezclados mecánicamente con el líquido amoniacal, se reúnen poco á poco en el fondo del recipiente, pudiendo ser extraídos al cabo de tres ó cuatro dias por medio de tubos ó conductos provistos de llaves. Una vez que el líquido queda claro, se evapora á fuego directo hasta la necesaria concentración, para que cristalice por enfriamiento el sulfato amónico.

En otros puntos, las aguas amoniacaes neutralizadas por el ácido sulfúrico, se llevan á las evaporadoras, donde se hacen hervir, para que se separen lo mejor posible las materias bituminosas, y así que esto se ha conseguido y el

líquido ha quedado claro, se trasiega por medio de sifones á otras evaporadoras más pequeñas donde se hace la concentracion.

Las aguas de condensacion de la destilacion de los huesos pueden someterse á iguales tratamientos que las del gas.

En vez de tratar directamente las aguas amoniacales por el ácido sulfúrico ó algunas sales á propósito para obtener el sulfato amónico, se recurre á la destilacion de dichas aguas en presencia de la cal (1), por medio de la cual queda libre todo el amoniaco de las aguas, que se condensa en aparatos refrigerantes á propósito, de los que pasa á recipientes especiales que contienen ácido sulfúrico y en los cuales se forma el sulfato amónico.

En la figura 14 representamos el aparato inventado por el Sr. Lunge, y que consideramos uno de los más ventajosos. *a* es la caldera destilatoria, *h* el tubo de desprendimiento que termina en el serpentín *c*, dispuesto en la cuba *d* de palastro (ó mejor de madera forrada de plomo) llena de agua amoniacal. El tubo *e*, provisto de llave, permite correr el contenido de *d* á *a*, cuando al final de la operacion este último ha sido vaciado. El tubo de limpieza ó descarga está dispuesto de manera que no puede obstruirse por la cal y puede limpiarse sin dificul-

(1) Casi es inútil decir, que añadiendo cal, los ácidos en que está combinado el amoniaco se combinan con ella, quedando éste en libertad, reaccion en que está fundada la preparacion del amoniaco, como veremos mas adelante.

tad; *g* es la válvula cónica ó esférica que cierra este tubo de limpieza durante la operacion. El agitador *h b* en forma de rastrillo impide que adhiera la cal al fondo de la caldera, y para remover la mezcla ántes de vaciar aquella. *h* tubo vertical destinado á llenar la cuba *d*; *i* otro tubo que pone en comunicacion esta cuba con el tubo *h* y está provisto de una llave que se abre cuancko el líquido de *d* está demasiado caliente, gracias á lo cual, los vapores producidos en *d* se desprenden y pasando por *i*, van hácia *h* y *c* con los vapores que provienen de la caldera *a*. Continuando su marcha, los vapores llegan al lavador, que se puede llenar con una lechada de cal; se podria tambien poner en él carbon vegetal por ejemplo, y en este caso habria que practicar una abertura mayor que la del embudo que se ve en la figura. Los vapores pasan en seguida á la vasija de absorcion *l*, de madera forrado de plomo. El plomo no debe soldarse, debiendo estar unidos por fusion los bordes de las diferentes hojas que revisten la vasija, para cuya operacion puede recurrirse á la llama de gas oxihidrógeno. El gas penetra por el tubo de plomo *m* terminado en su parte baja *n* en forma de embudo, debajo del cual se encuentra una cápsula de plomo. El empleo de esta cápsula constituye un perfeccionamiento, porque la porcion del fondo de plomo en donde vienen á deshacerse las burbujas gaseosas se destruye pronto; no se puede encorvar por arriba el tubo de plomo, porque se obstruiria con gran facilidad. *o* es una pequeña

vasija forrada de plomo y abierta por arriba, en la cual se vacian las bombonas de ácido, que corre por el sifon p provisto de llave de vidrio á la vasija de saturacion l , y se combina la cantidad de modo que el líquido conserve siempre el mismo grado de acidez. Los vapores que se desprenden se recogen en la cámara superior y son inducidos por medio de un ancho tubo marcado con puntos en la figura á la chimenea más próxima, ó mejor á un hogar. Puédense tambien situar los conductos de la caldera n debajo del fondo de la vasija l , la cual no deberá ser de madera en tal caso, sino de hierro, pero es casi innecesario, porque en dicha vasija se deposita una cantidad muy abundante de sal. Por la abertura situada á la derecha se hace caer la sal del fondo, inclinado en una cavidad en donde se halla un cubo de plomo con agujeros; cuando éste está lleno de sal, se eleva por medio de la cadena y de la polea representadas en la figura, lo que puede hacerse fácilmente por medio del contrapeso t , se deja escurrir algunos momentos y despues se le vacia en cestas de mimbre de los que hay algunos sobre el borde del vaso l .

En la famosa fábrica de Vander Elst y Mattheo, de Amsterdam, las aguas de condensacion de la mayoría de las fabricas de gas de Holanda, se reciben en barcas construidas especialmente para este uso, y son trasformadas en sulfato amónico por el siguiente procedimiento: El líquido, encerrado en depósitos de hierro de 35 á 50 hectólitros de cabida, se calienta por me-

dio del vapor comprimido procedente de cinco calderas, de treinta caballos cada una. Los depósitos están colocados todos á la misma altura y pareados, de modo que cada par constituye un aparato de concentracion con respecto al que le precede. De este modo se dejan destilar desde luégo las combinaciones volátiles sin adicion de cal; en seguida se introduce, bajo presion, la cantidad de cal necesaria y en forma de lechada, para producir la descomposicion de las sales fijas. Los productos de la destilacion llegan por de pronto á un aparato colector, y desde éste pasan alternativamente, por medio de llaves con válvula de 15 centímetros de diámetro, á grandes depósitos de ácido sulfúrico, donde el amoniaco queda retenido en forma de sulfato, sin que se experimente pérdida alguna, porque las llaves permiten dirigir los productos á voluntad á uno ú otro de los recipientes.

Los vapores de agua en exceso que contienen una cantidad considerable de ácido sulfhídrico y carbónico, son evacuados por medio de una chimenea especial, provista de un hogar en que se quema el primero. Estos vapores, al escaparse, circulan por conductos que calientan las aguas gaseosas á 50 ó 60 grados, ántes de la destilacion. Esta disposicion tiene por consecuencia inmediata una notable economía de combustible; tiene además la ventaja de privar al sulfuro de hidrógeno de la mayor parte del vapor de agua que le acompaña y de facilitar de este modo considerablemente su combustion en la chimenea.

En todas las fábricas que trabajan las aguas gaseosas en cantidad considerable, deben prevenirse y evitarse con gran cuidado las emanaciones deletéreas, que son inseparables de esta industria. Cuando faltan las disposiciones especiales, los vecinos experimentan malestar é incomodidades, á consecuencia del desprendimiento de masas enormes de vapor de hidrógeno sulfurado, y además los obreros de la fábrica están expuestos á inflamaciones violentas en los ojos.

Los principales progresos á realizar en este concepto consisten, por lo tanto, en el perfeccionamiento de los hogares que destruyen el ácido sulfhídrico y en la construcción de chimeneas de gran tiro; por otra parte, es preciso considerar también como un perfeccionamiento, la adopción de válvulas de seguridad que, actualmente, no faltan en ningún aparato destilatorio bien dispuesto. Aun cuando los depósitos ó recipientes trabajan ordinariamente á una débil presión, podrían ocurrir obstrucciones en los tubos por donde corre el gas amoníaco, en cuyo caso las explosiones serían inevitables si no se contaba con las válvulas de seguridad.

Para convertir en sulfato amónico el amoníaco contenido en los orines fermentados al estado de carbonato, se han propuesto también varios aparatos, fundados todos ellos en la destilación de este carbonato que, más ó menos depurado, llega por último á un recipiente donde es fijado dicho amoníaco por el ácido clorhídrico. En este caso, como no existen en los orines

sales amoniacales fijas, no es necesario añadirles cal al proceder á la destilacion. Muchos son los aparatos que se han propuesto para la destilacion de los orines fermentados; pero nosotros sólo describiremos el del Sr. Chevalet, que sobre ser bastante sencillo y relativamente de poco coste, da muy buenos resultados y se pueden aprovechar con él no tan sólo el amoniaco contenido al estado de carbonato y sulfuro, sino tambien el que se encuentra en combinacion con otros ácidos formando sales fijas; de aquí que el aparato en cuestion puede servir para el aprovechamiento de las aguas del gas y de los orines y líquidos procedentes de la fabricacion de la pudreta con las aguas sucias de la poblacion.

Compónese el aparato Chevalet de tres calderas de palastro, cilíndricas, superpuestas, por las que pasan sucesivamente los orines ó las aguas que deben ser tratadas. La caldera inferior recibe vapor de agua por un tubo que penetra hasta cerca del fondo; los productos de la vaporizacion arrastran los últimos restos de amoniaco y se desprenden por un tubo central terminado por cuatro ramas que forman borbotadores, que hacen entrar en ebullicion el líquido de la segunda caldera, ó sea la inmediata superior. Los vapores de ésta salen del mismo modo por otro tubo central terminado tambien por cuatro borbotadores que producen iguales efectos en la tercera caldera, ó sea en la más alta.

Por último, los vapores que progresivamente se han ido enriqueciendo en productos amonia-

cales pasan á un serpentín enfriado por orines ó aguas amoniacaes, que de este modo se calientan y sirven para la carga de las calderas; en cuanto á la parte no condensada pasa á un depósito inferior que contiene ácido sulfúrico, en donde los productos amoniacaes se convierten en sulfato, mientras que los ácidos carbónico y sulfhídrico, puestos en libertad y mezcladas con los gases infectos que acompañaban á aquellos productos, se reúnen debajo de una cámara ó campana de donde se dirigen por un tubo especial á un serpentín colocado en el mismo refrigerante que el anterior; en aquel serpentín se condensa el agua arrastrada por la corriente gaseosa, y el líquido producido se evacua por un tubo á propósito, pasando los gases á la chimenea.

Cuando se quiere aprovechar el amoniaco contenido al estado de combinacion fija en las aguas, se inyecta con una bomba una lechada clara de cal en la caldera inferior. En un aparato cuyas calderas tengan 0,^m80 de diámetro y 0,^m80 del altura, se pueden tratar en veinte y cuatro horas 4 000 litros de aguas pútridas, y convertir su amoniaco en sulfato.

Cloruro amónico. — El cloruro amónico ($NH^4 Cl$), conocido en el comercio con el nombre de sal amoniaco, se prepara por todos los procedimientos que hemos visto empleados por el sulfato, sin más diferencia que reemplazar, en el recipiente donde se fija el amoniaco ó las sales volátiles, el ácido sulfúrico por el clorhídrico. Lo mismo decimos respecto á la prepa-

racion del cloruro amónico por los medios directos, ó sea sin recurrir á la destilacion, en cuyo caso las aguas amoniacales, sean cuales fuesen su origen, se tratan por el ácido clorhídrico, ó por ciertos cloruros, y se evapora hasta cristalización de la sal amoniaco. En las fábricas en que se emplea para la preparacion del gas, hulla que contiene cloruro de sodio, el amoniaco se combina, á medida que se forma, con el cloro de este cloruro y se convierte en cloruro amónico, que se encuentra en el barrilete y puede retirarse fácilmente. Se obtiene tambien como producto accesorio de la fabricacion de la cola de huesos y del fósforo. Igualmente haciendo reaccionar una disolucion de cloruro de sodio ó de una agua madre que contenga cloruros, tal como el de magnesio, por ejemplo, sobre el carbonato amónico. Por último, por la doble descomposicion, entre el sulfato amónico y la sal comun.

En el estado actual de la industria, y fuera de los casos especiales en que convenga fijar el amoniaco al estado de cloruro amónico, ó porque éste sea ya desde luego producto secundario de alguna fabricacion, conviene preparar la cal amoniaco por la última reaccion indicada, es decir, por la doble descomposicion del sulfato y el cloruro de sódio. Vamos á dar, pues, con algunos detalles, este procedimiento.

Lo que más generalmente se hace es disolver con una amoniacal neutralizada ya en ácido sulfúrico y libre de materias bituminosas á

otras que la impurifique, la necesaria cantidad del sulfato amónico cristalizado, como ya sabemos, de suerte que resulte una disolución que marque 20° B. Esta disolución se echa en grandes calderas planas donde se añade sal común en estado sólido y en cantidad equivalente á la de sulfato contenido en el agua. 114 partes de sulfato amónico anhidro exigen 58,5 de sal común perfectamente seca. Así que la disolución de la sal común es completa, se deja el líquido en reposo durante algunas horas para que se depositen las materias insolubles.

Lo que sucede en este tratamiento es que se forma cloruro amónico y sulfato de sosa que quedan disueltos, por que el líquido está bastante diluido. Para concentrarlo se trasiega por medio de sifones á grandes calderas planas de palastro calentadas á fuego desnudo. A medida que el líquido se va concentrando el sulfato de sosa formado, como es ménos soluble que el cloruro amónico, se deposita primero, y se va sacando por medio de cucharones agujereados, dejándole escurrir en cajas de madera de fondo agujereado y lavándolo en las mismas con agua, añadiendo el líquido escurrido y las aguas de locion á la disolución que se está concentrando. Cuando la concentracion llega al grado necesario, para que cristalice la sal amoniaco se echa en recipientes de madera forrados de plomo, de 2 metros de ancho por 2,^m5 de longitud y 0,^m40 de altura, donde cristaliza dicha sal.

La concentracion del líquido se hace en otras partes por medio del vapor que circula por ser-

pentines, á los que se adhiere el sulfato de sosa, que puede hacerse desprender con suma facilidad. Lo mismo que antes se pasa el líquido bastante concentrado á cristalizadoras especiales para que se verifique el cloruro amónico.

Cualquiera que sea el procedimiento empleado para fabricar la sal amoniaco, ésta resulta siempre bastante impura y hay que someterla á la sublimacion, que puede verificarse en calderas, en botellas de barro ó en matraces de vidrio.

La fig. 15 representa un aparato de sublimacion por medio de calderas. Estas son de fundicion, revestidas interiormente con ladrillos refractarios. La sal amoniaca se introduce en estas calderas, apretándola bien, empezando en seguida el calentamiento de las mismas hasta eliminar toda el agua que aquella pueda contener. Conseguido esto, se enloda con arcilla el borde de la caldera y se aplican las tapas *F*, *G* y *H*, que tienen la forma de vidrios de reloj, y pueden subirse y bajarse por medio de poleas y contrapesos *B*, *C* y *D*. En vez de estas tapas, se suelen emplear capiteles de plomo, cuya abertura superior puede cerrarse incompletamente por medio de una varilla de hierro.

Para que no se levante la tapa de la caldera por la presion interior durante la sublimacion, se carga aquella con pesos ó se la fija á la caldera. Quitando de vez en cuando la varilla de hierro, se da salida á los vapores no condensados. La temperatura, que debe ir aumentando al principio poco á poco, se regula con mucho

cuidado; si fuese demasiado baja, se obtendría un producto poroso y opaco, en vez de duro y trasparente, que es como se desea; por el contrario, si fuese demasiado elevada, podrían carbonizarse las sustancias orgánicas contenidas en la sal amoníaco, formándose productos volátiles que alterarían la pureza del producto.

La práctica ha demostrado la conveniencia de que las vasijas de sublimación sean lo mayores posibles, de 2.^m50 á 3 metros, próximamente, de diámetro interior. Así que la masa sublimada tenga un espesor de 6 á 12 centímetros, se interrumpe la operación, se levanta la tapa ó el capitel y se separa aquella, que se limpia por medio de un cuchillo. Por último, se procede á la desecación de esta masa ó pan de sal amoníaco, llevándolo á una estufa que se encuentra al lado del horno de sublimación, y que puede cerrarse ó abrirse por medio del registro *E* y del contrapeso *A*.

En Inglaterra se emplean generalmente grandes calderas de tapadera semi-esférica; el cuerpo de esta caldera es de palastro y se calienta por su fondo y por sus paredes laterales. Toda la sal amoníaco no se sublima, sino que queda una parte fija en el fondo de la caldera, formando una protuberancia central y casi simétrica; púedese impedir la formación de ésta, construyendo en el fondo de la caldera un montículo igual al que constituye dicho residuo.

El Sr. Calvert, propuso el empleo de retortas y grandes cámaras de condensación para verificar la sublimación de la sal amoníaco.

Las botellas de barro, y ménos aún las de vidrio, puede decirse que no se emplean ya en el día.

Por último, en vez de introducir la sal amoníaco en las vasijas de sublimación, aconsejan algunos que se introduzca la mezcla seca de sulfato amónico y sal comun; en este caso, se sublimará la sal amoníaco formada y quedará como residuo el sulfato de sosa.

Carbonato amónico.—El carbonato amónico que corre en el comercio, es un sesquicarbonato $[(NH^4)^4 C^3 O^8]$. El empleo de este carbonato ha disminuido desde hace algun tiempo tanto, que ha sido preciso trasformar las instalaciones existentes é introducir aparatos á propósito para fabricar el sulfato.

El carbonato amónico puede extraerse directamente de los productos de la destilación seca de los huesos, ó por doble descomposición del cloruro ó sulfato amónico y el carbonato de cal (1). El primer procedimiento apénas se usa en el día, en que se recurre casi exclusivamente al segundo, que es mucho mejor.

Para esta preparación, se suelen cargar las vasijas de sublimación con una mezcla de cuatro partes de creta y otras cuatro de sulfato amónico y una de polvo de carbon vegetal. La temperatura se va elevando poco á poco, hasta que el fondo de la caldera esté rojo. De este modo se obtiene un carbonato blanco bastante puro.

(1) En esta reacción se forma cloruro ó sulfato de cal y sesquicarbonato y amoníaco libre.

El gas amoniaco que se desprende en gran cantidad durante la operacion, es absorbido por fragmentos de cok impregnados de ácido sulfúrico, ó, si se quiere preparar amoniaco, se conduce sencillamente dicho gas á un recipiente donde se disuelve en agua, cuyo recipiente se mantiene frio por un baño exterior de agua.

El Sr. Kunheisu, de Berlin, aconseja que en vez del carbonato de cal se emplee el de barita, por cuyo medio se obtiene una disolucion de cloruro ó sulfato de barita que tiene cierto valor.

Nitrato amónico.—El nitrato amónico [$(NH^4)NO^3$] se obtiene descomponiendo el sulfato amónico por el nitrato potásico, por cuyo medio se produce un precipitado de sulfato de potasa, quedando disuelto el nitrato amónico. Concentrando el líquido y dejando cristalizar se forman cristales de dicho nitrato.

Sulfuro amónico.—El sulfuro amónico (NH^4HS) empleado con tanta frecuencia en el análisis químico, se ha preparado hasta ahora, exclusivamente, por la reaccion entre el ácido sulthídrico y el amoniaco caústico, procedimiento á que todavía se recurre en los laboratorios. Pero el Sr. Spence, fabrica actualmente en grandes cantidades este reactivo, exponiendo la mezcla de una parte de sulfato ó de cloruro amónico, y los residuos de la sosa, á la accion de una corriente de vapor de agua, y recogiendo los productos de la destilacion en aparatos especiales de condensacion.

Amoniaco caústico.—Todos los aparatos que

hemos descrito para la fabricacion del sulfato amónico, con las aguas amoniacaes, con los orines fermentados y otros líquidos amoniacaes, sirven para la preparacion del amoniaco caústico, sólo que en este caso el recipiente donde se fija el amoniaco por el ácido sulfúrico debe ser sustituido por otros varios que forman un aparato de condensacion de Wolf, ú otro á propósito para condensar en el agua el gas amoniaco, que se procurará dirigir á estos condensadores lo más puro posible, cosa que se conseguirá haciéndole atravesar ántes por frascos lavadores y depuradores.

Generalmente se prepara el amoniaco en un estado de pureza conveniente para la mayor parte de sus aplicaciones industriales y en grande escala, descomponiendo por el calor una mezcla de sal amoniaco ó de sulfato por la cal caústica, y haciendo absorber por el agua fria el gas amoniaco que se desprende; procedimiento que, como vemos, no es otro que el empleado en los laboratorios.

El aparato donde esta última reaccion se verifica consiste de una caldera de fundicion, montada sobre un hogar. Un disco de hierro sujeto con tornillos y merced á un mástic de minio cierra el cuello de la caldera; de este disco arranca un tubo de hierro que conduce el gas amoniaco hasta cerca del fondo del recipiente lavador. Este último es una vasija de palastro cerrada y empotrada en una cuba de madera, y debe contener solamente la cantidad de agua necesaria para que la extremidad del tubo

abductor penetre en el líquido, puesto que en el curso de la operación se condensa en él una gran cantidad de vapor de agua procedente de la caldera. Introdúcense en esta 100 partes de cal apagada y reducida á lechada espesa; cuando ésta se ha enfriado se añaden otras 100 partes de sal amoniaco pulverizada ó de sulfato amónico, teniendo cuidado de remover la lechada. Así que se ha masticado y fijado la tapa á la caldera, se enciende el fuego en el hogar. Un manómetro de mercurio que lleva la caldera permite observar la marcha del desprendimiento. El gas amoniaco que se desprende pasa por un tubo que parte de la tapa del lavadero al aparato de absorcion imaginado por el señor Brunnquell. Compónese éste de una gran caja y de cuatro más pequeñas cuyas bocas están vueltas hácia abajo, y colocadas una sobre otras. El fondo de estas últimas cajas está provisto de orificios ocupando alternativamente uno de los costados estrechos de cada caja. La gran caja está llena de agua. Si en tal estado, llega el amoniaco á la parte inferior del aparato de absorcion, ó sea á la caja inferior, se reparte por debajo de ésta formando burbujas que van aumentando de volúmen hasta que llega á los orificios, por la que sube el gas en burbujas aisladas, para reproducir el mismo fenómeno, debajo del fondo de la segunda, de la tercera y de la cuarta caja. La gran caja está colocada en un cubo de madera lleno de agua fria que se va renovando.

Se da por terminada la operación cuando el

fondo de la caldera está calentada al rojo sombra y el mercurio del manómetro ocupa el nivel más bajo. El líquido que se encuentra en el vaso lavador puede servir para desleir la cal apagada destinada á otra operacion.

Como vemos al hablar de la preparacion del sesquicarbonato, despues de sublimarse esta sal queda todavía en libertad una gran cantidad de amoniaco que puede ser absorbido por agua fria y dar amoniaco cáustico.

El Sr. Wagner llama la atencion sobre lo que sucede en ciertas condiciones locales, donde la fabricacion del amoniaco puede ser combinada con la del blanco de barita; al efecto se precipita al estado de sulfato de barita con ayuda de la barita cáustica, el ácido sulfúrico de una disolucion de sulfato amónico, y se separa el líquido claro que es una disolucion de amoniaco.

Sabido es que el amoniaco se combina ó es absorbido por muchas sales. Estas combinaciones, sobre las cuales han hecho importantes estudios los Sres. Rose, Persos y Rammelsberg desprenden el amoniaco bajo la influencia del calor, y esta propiedad se utiliza en cada momento en los laboratorios de química para la preparacion del amoniaco líquido. Ultimamente ha propuesto el Sr. Knap que se preparen industrialmente las expresadas sales, con el objeto de almacenar, por decirlo así, el gas bajo esta forma, tan fácil de trasportar. Sometidas á una débil temperatura estas sales, abandonan todo el amoniaco al estado seco. El cloruro de calcio puede absorber 50 por 100 de su peso de amoniaco.

FÓSFORO.

Propiedades y aplicaciones.—El fósforo se presenta bajo diferentes estados alotrópicos; pero para nosotros no tienen interés más que dos: el fósforo ordinario y el rojo ó amorfo. Nos ocuparemos ante todo del primero.

Cuando puro, el fósforo ordinario es incoloro ó amarillo pálido, color que va siendo cada vez más intenso si aquel recibe la acción de la luz. Aunque en general es trasparente, suele volverse opaco, en la superficie sobre todo. Es muy flexible ó blando, pero la presencia tan sólo de 0,002 de azufre le vuelve quebradizo. No tiene sabor cuando se encuentra en estado sólido, pero disuelto lo tiene nauseabundo; su olor es análogo al del ajo. Sobre la economía animal obra como un veneno activo. Tiene 1,83 de densidad á 10°; se funde á 44,°2; hierve á 290°. Es insoluble en el agua y en el alcohol, siendo disuelto en cambio por el éter, aceites fijos y esenciales, bencina, petróleo, y muy especialmente por el sulfuro de carbono y el cloruro de azufre.

El fósforo es sumamente inflamable, ardiendo hácia los 60° de temperatura, por cuyo motivo su manejo requiere muchas precauciones y se le conserva en el agua; un ligero frote basta para hacerle arder. Expuesto al aire á baja temperatura se oxida lentamente, produciéndose el fenómeno de la fosforescencia, debido sin duda á la combustion lenta de los vapores emitidos

por el fósforo. Arde con llama muy brillante, esparciendo abundantes humos de anhídrido fosfórico; combustion que puede verificarse dentro del agua haciendo llegar el oxígeno, en cuyo caso el fósforo se mantiene fundido. La oxidacion lenta del fósforo va acompañada de un desprendimiento de calor que sería causa de que ardiese aquel, si no se procurase la disipacion de este calor. Cuando está muy dividido se inflama espontáneamente al aire.

El fósforo rojo ó amorfo, llamado tambien fósforo notálico, tiene mucha ménos afinidad con el oxígeno que el ordinario; no se inflama hasta los 260° , á cuya temperatura se transforma en fósforo ordinario; es inalterable al aire seco y se oxida con mucha lentitud al aire húmedo sin fosforescer; hasta los 200° no se vuelve luminoso. Es insoluble en el sulfuro de carbono, por cuyo motivo puédesele privar de todo el fósforo ordinario que contiene, puesto que este último es muy soluble, como ya sabemos, en dicho sulfuro; tambien es insoluble en el cloruro de fósforo y en los otros disolventes del fósforo ordinario. Su densidad es de 2,1; se funde á 250° . Segun el Sr. Hitorff, el fósforo amorfo, en una vasija cerrada y sometida á la accion del calor, destila por mitad á la temperatura de 447° al estado de fósforo ordinario. Por último, el fósforo amorfo no tiene accion ninguna sobre la economía animal, y se presenta bajo la forma de un polvo sin brillo, rojo escarlata ó rojo carmin intenso, y á veces bajo la forma de una masa coherente pardo-rojiza, quebradiza.

La principal aplicación del fósforo, casi la exclusiva, es la fabricación de los fósforos, tanto de madera como cerillas. Una parte, relativamente muy pequeña, se emplea en el análisis químico, colores artificiales, preparaciones farmacéuticas, etc. La producción anual de fósforo la calcula Payen de este modo:

Francia é Italia.	100.000	kilógramos.
Alemania y Austria.	90.000	—
Inglaterra.	80.000	—
	<hr/>	
	270.000	kilógramos.

de cuya producción consume la industria de los fósforos 250.000 kilógramos.

Pero el Sr. Schrötter asegura que todo el fósforo necesario al consumo europeo es suministrado por dos fábricas: la de Albright y Wilson, en Oldbury, y la de Coignet é hijo, en la Guillotiere; estos fabricantes producen al año:

Albright y Wilson.	700.000	kilógramos.
Coignet é hijo.	500.000	—
	<hr/>	
Total.	1.200.000	kilógramos.

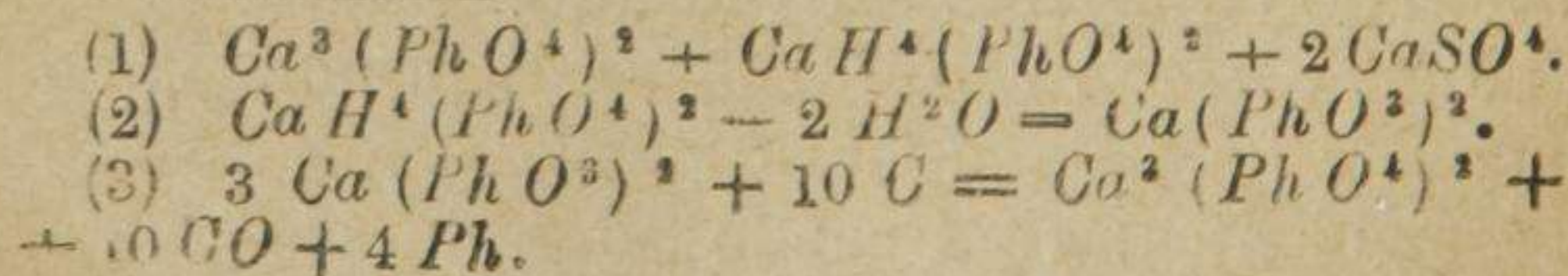
En Francia se emplean anualmente 360.000 kilógramos de fósforo en la fabricación de fósforos, y admitiendo que las otras naciones de Europa consuman dos veces más, se tendrá que la fabricación de fósforos en Europa exige 1.080.000 kilógramos de fósforo.

Fabricación del fósforo.—Los principios en que está fundada la fabricación del fósforo son los siguientes: 1.º Cuando se trata el fosfato

tribásico de cal por el ácido sulfúrico en suficiente cantidad, se trastorna el primero en fosfato ácido de cal, formándose al propio tiempo sulfato de la misma base, que es insoluble (1). Mezclando el fosfato ácido con carbon, y calentando la mezcla, se trasforma en metafosfato, perdiendo el agua de combinación (2). Si se continúa calentando hasta la temperatura del rojo blanco, se reduce el metafosfato cálcico, desprendiéndose $\frac{2}{3}$ del fósforo que éste contiene, y quedando en el residuo el otro $\frac{1}{3}$ en estado de trifosfato de cal (3).

Al fijarse en estas reacciones parece que las primeras materias para fabricar el fósforo deben ser numerosas, puesto que el fosfato de cal tribásico se encuentra muy repartido en la naturaleza, como tuvimos ocasion de ver al ocuparnos de la fabricacion del superfosfato; pero desgraciadamente no es así, y todas las tentativas hechas para extraer dicho fósforo de la fosforita, apatita, del fosfato de hierro y otros fosfatos minerales no han dado resultado alguno positivo, quedando limitada la primera materia á los huesos, aunque alguna vez se suele emplear tambien el negro esquilmado de las refinadoras de azúcar.

La fabricacion del fósforo puede combinarse con la de la cola y hasta con la de las sales amoniacales y el prusiato de potasa; pero



ocurre tambien que sólo se dedican los huesos á la extraccion del fósforo. Nos ocuparemos primero de esta última fabricacion, que comprende cuatro operaciones distintas, á saber: calcinacion y pulverizacion de los huesos; descomposicion de la ceniza pulverizada por el ácido sulfúrico y evaporacion del fosfato ácido de cal, mezclado con el carbon; destilacion del fósforo; refino y conservacion del mismo.

La calcinacion de los huesos se verifica generalmente en hornos de cuba, parecidos á los de fabricacion de la cal. En el fondo de este horno, ó, por mejor decir, de la cuba, se coloca una capa de leña, sobre la que se cargan los huesos hasta llenar dicha cuba. Encendida la leña y añadiendo carbon para mantener el fuego, se van extrayendo los huesos calcinados, reemplazándolos por otros frescos que se cargan por una puerta superior; la extraccion se hace por la parte inferior, para lo cual hay dos ó más conductos inclinados hácia el exterior. 100 kilogramos de huesos frescos producen de 50 á 55 de huesos calcinados, que contienen 80 á 82 por 100 de fosfato tribásico, 15 á 17 de carbonatos de cal y magnesia y 2 á 3 de arena, polvo, etc.

Para aprovechar mejor el calor é impedir que se esparzan por el aire los gases de olor desagradable que se desprenden del horno, se hacen pasar éstos, ántes de entrar en la chimenea de tiro por el hogar de las calderas de evaporacion, en cuyo hogar es quemada la parte combustible de dichos gases.

Los huesos calcinados se trituran para que queden en fragmentos del tamaño de arena gruesa. En tal estado se procede á su descomposicion por el ácido sulfúrico, dentro de cubas forradas de plomo, y con auxilio del agua hirviendo, agitando constantemente la masa; separada la parte líquida, que contiene el fosfato ácido disuelto, y que marca unos 10° B., se trata por otra tanta agua hirviendo, obteniéndose una disolucion que marca 5 á 6 grados B., la cual se añade á la anterior. El residuo que queda al separar esta segunda disolucion se lava con otra agua, que acaba de disolver la pequeña cantidad de fosfato ácido que pueda quedar, y esta agua se emplea en vez de agua natural para el tratamiento primero, ó sea con el ácido sulfúrico.

Segun el Sr. Wagner, 100 kilogramos de cenizas de huesos, ó huesos calcinados, exigen para su descomposicion 106,75 de ácido sulfúrico de 1,52 de densidad, 85,68 cuando es de 1,70 de densidad, y cuando ésta es de 1,80 se necesitan solamente 73,63 de ácido.

El líquido formado por la mezcla de las dos disoluciones anteriores se concentra en pequeñas calderas de plomo, cuyo fondo descansa sobre una placa de hierro, hasta que marquen 45° B., empleando como agente calorífico los productos de la combustion de los hornos donde se destila el fósforo ó de los hornos de calcinacion de los huesos, como ántes hemos indicado. A 100 partes ponderales de la lejía concentrada, que tiene la consistencia de jarabe, se

mezclan íntimamente 20 á 25 de carbon vegetal en fragmentos del tamaño de lentejas, y se la deseca en calderas de fundicion hasta que queda bastante consistente para que pueda ser granulada en una especie de criba de cobre, acabando la desecacion de estos panes á una temperatura suave.

De este modo se obtiene una masa granular que sólo contiene 5 á 6 por 100 de agua, y es con la que se cargan los aparatos de destilacion ó fabricacion propiamente dicha del fósforo. Estos aparatos pueden ser retortas de tierra refractaria que tienen la forma de botellas. La figura 16 representa una de estas retortas, que tienen un cuello *a* que conduce los vapores de fósforo al aparato de condensacion, formado de dos campanas de tierra barnizada *c* y *c*, que se introducen en vasos profundos donde se deposita el fósforo condensado; los gases se desprenden por la abertura *o*, que se procurará á todo trance que no se obstruya nunca; y si se observase que esto estaba próximo á suceder, el obrero encargado introducirá un grueso alambre de hierro ó de cobre para desembarazar el paso á los gases. Este peligro ocurre sobre todo cuando la destilacion se lleva muy aprisa, en cuyo caso suele depositarse en el conducto de desprendimiento de los gases el óxido rojo de fósforo. Por lo demas, las campanas de condensacion se introducen en una caja llena de agua, que se renueva con frecuencia para que esté siempre fria; y en cuanto á los hornos donde se colocan las retortas, se construyen de ladri-

llos refractarios con arcilla que resista bien á la accion del fuego, procurando que los conductos de humos se puedan limpiar con facilidad, y disponiendo los convenientes registros para poder dirigir bien la accion del fuego.

En algunas fábricas disponen las retortas en dos ó tres hileras superpuestas en hornos de galera, análogos á los de las fábricas de ácido sulfúrico fumante; cada dos ó tres retortas superpuestas, comunican con el aparato de condensacion, que es un recipiente de varios pisos, por medio de un tubo de gran diámetro vertical, al que afluyen los gases y vapores de aquellas retortas, cuyo tubo, lo mismo que el aparato condensador, suele ser de fundicion esmaltada. Casi es inútil decir, que este condensador debe estar dentro de agua fria, que se renovará como en el caso anterior, y tendrá su correspondiente agujero para el desprendimiento de los gases no condensados. Tanto el tubo vertical, como los que conducen el fósforo al condensador, están dispuestos de modo que pueden limpiarse cuando se desee con un grueso alambre de hierro, para que no se obstruyan.

En Alemania, está bastante generalizado el empleo de retortas cilíndricas, dispuestas como las de las fábricas de gas, y cuyo orificio exterior se cierra por una tapa circular provista en su centro de una abertura, á la que se adapta el tubo de desprendimiento. Las retortas se colocan en dos hileras superpuestas. Los productos de la combustion, despues de calentarlas en toda la superficie cilíndrica, calientan tambien

las calderas de plomo que descansan sobre una capa de arcilla, que á su vez descansa sobre una placa de fundicion, cuyas calderas contienen la disolucion de fosfato ácido de cal; en seguida corren á lamer las disoluciones más diluidas del mismo fosfato, contenidas en otras calderas, pasando despues á calentar la parte inferior de las placas de fundicion en que descansan aquellas, para entrar en seguida en la chimenea de tiro. Por medio de registros se pueden hacer pasar los productos de la combustion, cuando convenga, directamente á esta última.

Cargadas las retortas, cualquiera que sea su forma, y dispuestas en el horno, se enciende el fuego, que al principio será muy débil y se irá aumentando poco á poco, durante cuyo tiempo se colocan los condensadores en su sitio y se enlodan las uniones. La destilacion del fósforo empieza con el desprendimiento de los gases combustibles, que no termina hasta que no deja de destilar fósforo; conociéndose el término de esta operacion, en que desaparece la llama azul que se presenta en el orificio libre del condensador.

El fósforo, reunido dentro del agua que contienen los condensadores, se vierte en una cuba que contiene tambien este líquido. 100 kilogramos de la mezcla introducida en las retortas producen, próximamente, 14 5 de fósforo bruto.

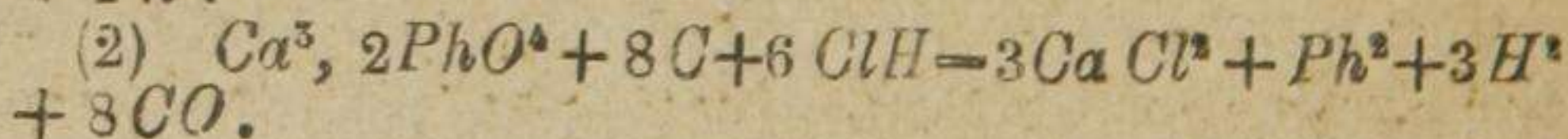
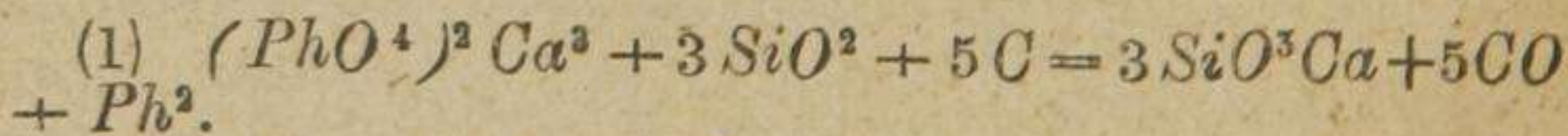
Con el objeto de que los gases tan incómodos y hasta nocivos que se escapan de los condensadores, sean desalojados cuanto ántes de los locales donde están instalados los hornos de

destilacion del fósforo, se dispone sobre los condensadores y á lo largo del horno una especie de campana, en medio de la cual se encuentra una chimenea de madera que conduce al exterior dichos gases. El Sr. Player propone que estos gases se dirijan á una disolucion de sulfato de cobre, por cuyo medio se obtendrá fosfuro de cobre, que podrá utilizarse en la fabricacion del bronce fosforoso.

El Sr. Woehler, propone extraer todo el fósforo contenido en el fosfato, calcinando á una temperatura muy elevada el fosfato de los huesos con carbon y sílice, siendo el objeto de ésta separar una parte del cálcio de dicho fosfato (1).

El Sr. Cari-Montraud, expone al rojo y á la accion del gas clorhídrico, una mezcla de huesos calcinados y carbon, por cuyo medio se forma cloruro de calcio, fósforo, hidrógeno y óxido de carbono (2). El negro animal, que contiene fosfato tribásico de cal y carbon, es muy á propósito para reemplazar á la mezcla de huesos calcinados y carbon.

Consta el aparato de descomposicion, de cilindros de gres vidriado interiormente, que se colocan horizontalmente sobre el pavimento de un horno de reverbero; están abiertos por los dos extremos y cargados hasta $\frac{2}{3}$ con la mezcla ántes indicada; por un extremo comunican con el tubo conductor del gas ácido clorhídrico,



y por el otro, con una alargadera encorvada de cobre, cuyo pico entra en el agua de un recipiente comun ó condensador, para recoger el fósforo que destila. Cuando la temperatura es bastante elevada, se deja entrar el gas clorhídrico en cantidad ni excesiva ni falta, y empieza el desprendimiento de fósforo. El ácido clorhídrico se apodera de la cal; el ácido fosfórico en contacto del carbon, y por influencia del calor se reduce, quedando libre el fósforo.

Segun nuestras noticias, ninguno de estos procedimientos ha dado resultados superiores á los obtenidos por el procedimiento general ántes descrito.

El Sr. Brisson, emplea en su fábrica de Châlons-sur-Saône, el aparato que indica la fig. 17. La mezcla con que carga este aparato, para producir el fósforo, se compone de fosfato de cal, sílice y carbonato de sosa, perfectamente secos. La adicion de este último tiene por objeto formar un doble silicato de sosa y cal, que es mucho más fusible que el de cal sólo.

El aparato, como representa la figura consiste en un horno de ladrillos refractarios, recubierto con una envolvente de palastro, llevando en su tragante ó boca superior una tolva de fundicion *A*, para recibir las primeras materias, tolva que está cerrada por una válvula *B*, que se puede levantar ó bajar por medio de la palanca *C*.

Las materias sobre que se va á trabajar y el combustible se cargan en la cuba *D* del horno donde se calientan al rojo intenso, siendo acti-

vada la combustion por medio de una máquina soplante. La más alta temperatura se consigue en el momento en que llegan las materias á las toberas *G*, *G*; los productos gaseosos de la combustion y los vapores se escapan por los tubos *H*, *H*, miéntras que las escorias y las cenizas se acumulan en el espacio *E*, donde pueden ser evacuadas por el paso *F*, que se puede cerrar.

Hé aquí ahora la marcha de la operacion:

Despues de elevar la cuba *D* al calor rojo por el sólo empleo del combustible, se llena con éste hasta la altura de los tubos *H*, y, á partir de este punto, con capas alternadas de combustible y de la mezcla que debe producir el fósforo. Se cierra entónces la válvula *B* y se introduce el viento á la presion suficiente para forzar á los gases puestos en libertad á que pasen al agua de las vasijas condensadoras. Se continúa inyectando el viento miéntras que se introducen las capas alternativas de carbon y tambien los otros materiales en el horno.

Cuando llega la mezcla al punto *I* del horno, donde consigue su mayor temperatura, la sílice pone en libertad el ácido fosfórico de su combinacion con la cal, y este ácido es reducido por el exceso de carbono. Si una parte quedara por reducir, sería prontamente descompuesta al pasar á traves de las capas carbónicas de la parte superior del horno, en presencia de una atmósfera recargada de óxido de carbono.

El fósforo encuentra su salida por los tubos *H*, *H*, que le conducen á los condensadores.

El fosfato de cal, en este procedimiento, es, pues, atacado por la sílice, para producir un silicato de cal; el ácido fosfórico, á su vez, queda reducido por el óxido de carbono que, al apoderarse del oxígeno de este ácido, se convierte en ácido carbónico dejando al fósforo en libertad.

Hemos dicho ántes que en algunas fábricas se combina la fabricacion de la cola con la del fósforo, y á este efecto se han propuesto varios procedimientos, entre los que indicaremos los más notables.

El Sr. Dinovan, propone el empleo del fosfato de plomo, para lo cual se opera del modo siguiente: Por cada 10 kilogramos de huesos triturados, se añade una mezcla de 6 kilogramos de ácido nítrico y 40 litros de agua; se deja en digestion durante algunos dias, y al líquido trasegado se le trata por una disolucion de 8 kilogramos de acetato neutro de plomo, lavando y secando el precipitado que se forma, el cual se calienta al rojo, se mezcla en seguida con $\frac{1}{8}$ de su peso de negro de humo ó con polvo de carbon y se destila la mezcla en retortas de arcilla. De 100 partes ponderales de hueso, se obtienen por este procedimiento 7,5 á 9 de fósforo. La oseina que queda libre se convierte en gelatina ó cola.

El Sr. Fleck, trabaja del modo siguiente: Una vez limpios, quebrantados y desengrasados los huesos, se someten á la accion del ácido clorhídrico diluido en agua hasta que tengan la densidad de 1,05, en contacto de la cual per-

manecen aquellos durante siete á ocho dias, al cabo de los cuales se trasiega la disolucion de fosfato ácido. El residuo, se trata por otra disolucion de ácido clorhídrico de 1,02 de densidad, en cuyo contacto se deja hasta que quede la oseina completamente flexible y traslucida. Este segundo líquido sirve en lugar de agua para diluir el ácido clorhídrico; en cuanto al primero, que marca 16° B., se lleva á vasijas de evaporacion de gres barnizado ó de fundicion esmaltada, donde se evapora por medio del calor perdido de los hornos de destilacion, hasta que se forma un ligero depósito de fosfato ácido de cal. lo que sucede al marcar el líquido 30° B.

La masa cristalina que se forma por enfriamiento y reposo, se recoge y mezcla en seguida en una vasija de arcilla calentada á 100° con $\frac{1}{4}$ de su peso de polvo de carbon, y se granula á traves de una criba de cobre; despues se calienta en retortas de forma particular, y el residuo de fosfato de cal, mezclado con carbon, que queda en ellas, se incinera y somete á la accion del ácido sulfúrico concentrado, lo que da desde luégo una disolucion muy concentrada, que necesita estar poco tiempo en las calderas para cristalizar.

El Sr. Gentele, satura el fosfato de cal disuelto por el ácido clorhídrico, añadiendo carbonato amónico, producto accesorio de la fabricacion del negro animal. El precipitado que se obtiene, se destina á la extraccion del fósforo, y el líquido que sobrenada evaporado, deposita cloruro amónico.

El Sr. Ferland, recurre á una disolucion de ácido sulfuroso en lugar de ácido clorhídrico. La disolucion sulfurosa, una vez que ha disuelto el fosfato, y dejado libre la oseina, se lleva á la ebullicion dejando desprender el gas sulfuroso que se conduce á una torre ó columna de absorcion, con lo que se precipita fosfato cálcico tribásico. De este modo, sirve casi indefinidamente el mismo ácido sulfuroso. Pero este procedimiento presenta dos inconvenientes graves: la poca solubilidad del fosfato tribásico en el ácido sulfuroso y la facilidad con que este último se convierte en ácido sulfúrico en presencia del agua y del aire.

Otro procedimiento seguido en algunas fábricas consiste en desengrasar los huesos frescos por medio del agua hirviendo y en tratarlos despues por vapor de agua dentro de autoclaves y á bastante presion; de este modo queda el fosfato de cal tribásico mezclado principalmente con carbonato de cal y una pequeña cantidad de materias orgánicas, de las que se le priva por incineracion.

Segun Payen, el residuo que queda en las autoclaves despues de separar la oseina, colocado en montones experimenta una fermentacion rápida que le calienta y le deseca; en seguida se le calcina extendiéndolo en un horno de reverbero semejante á los de fabricacion de sosa; se dispone una regilla delante de cada conducto, cargando despues, capa por capa, el residuo sobre la plaza de antemano calentada al rojo; la combustion se mantiene por el hogar durante

veinte horas, y al cabo de este tiempo se descarga el horno.

Cualquiera que sea el procedimiento empleado para la extracción del fósforo, éste resulta mezclado con carbon, silicio, fósforo rojo y negro, y otras sustancias extrañas. Para purificarlo se vienen empleando varios procedimientos.

Antiguamente se purificaba el fósforo encerrándolo dentro de una piel de gamuza mojada, formando como un bolson que se colocaba en un casquete de cobre agujereado. Este casquete estaba dentro del agua de un recipiente, y ejerciendo una fuerte presión sobre la gamuza el fósforo caía en el agua del recipiente, en estado puro ó filtrado. Para facilitar esta filtración el agua del recipiente se mantenía á 50°, por cuyo medio se fundía el fósforo.

En el día se recurre generalmente á la filtración á través del carbon animal granulado, de esta manera: sobre el doble fondo agujereado *C* (fig. 18) de la vasija *V*, se dispone una capa de carbon de 12 centímetros de altura, llenando dicha vasija de agua, que se mantiene de 50 á 60 grados por medio del baño-maría *B*. El fósforo se funde dentro del agua y filtra á través de la capa de carbon, bajando filtrado por el conducto con llave *r* á otra vasija *V* por el conducto *e f*, cuya corriente se puede graduar y hasta interrumpir por aquella llave. La vasija *V* está llena de agua también y está mantenida en el baño-maría *D*; sobre un doble fondo agujereado *p p* lleva una piel de gamuza.

Así que ha pasado á la vasija *V'* cierta cantidad de fósforo, se desprende el conducto *e* del *r* y se pone en comunicacion el primero con una bomba impelente, que ejerciendo presion sobre el agua, obliga al fósforo á filtrar á traves de la gamuza, pasando por el conducto con llave *r'* á un depósito lleno de agua, donde se recoge en estado de pureza.

El Sr. Triolet propone, para esta depuracion, que se fundan 100 kilogramos de fósforo en una caldera de cobre con una disolucion acuosa de 3,50 kilogramos de bicromato de potasa, al que se añade igual cantidad de ácido sulfúrico. El fósforo debe echarse en esta disolucion poco á poco y agitando siempre. Se forma una poca espuma, la disolucion pasa al color verde y el fósforo se vuelve decolorado y trasparente; despues se separa y se lava con agua pura. Los 100 kilogramos de fósforo bruto dan 96 del purificado.

En otras fábricas se emplean placas porosas hechas de la misma masa que los ladrillos refractarios; estas placas se disponen en cilindros de hierro fundido en comunicacion con una máquina de vapor; el vapor de agua contenido en los cilindros comprime el fósforo fundido y le hace filtrar á traves de las placas porosas. Para impedir que los poros de éstas se obstruyan, se mezcla el fósforo bruto con polvo de carbon. El residuo de carbon, que todavía contiene fósforo, se destila en retortas particulares ó se añade á la mezcla con que se cargan las retortas de extraccion ó destilacion. Por este

procedimiento se obtienen, segun el Sr. Wagner, de 100 de fósforo bruto 95 de fósforo puro

En Alemania, segun este mismo autor, se practica generalmente la depuracion del fósforo destilándolo en retortas de fundicion. Cada una de éstas se coloca en un horno, descansando sobre un trípode de hierro, y el cuello de las mismas sumerge unos 20 milímetros en el agua de un depósito, del que rebosa en cuanto cae cierta cantidad de fósforo y á medida que va cayendo éste. El fósforo bruto que debe destilarse, se funde debajo del agua en una caldera de cobre y se la mezcla con 12 á 15 por 100 de su peso de arena húmeda, pasando esta mezcla á las retortas, que se cargan con 5 á 6 kilogramos cada una, ó en cantidad tal que no pueda salirse de dichas retortas al fundirse. La adicion de la arena tiene por objeto impedir que se inflame el fósforo bruto al cargar con él las retortas y disponerlas en su sitio. En el caso más favorable el fósforo bruto anhidro da por destilacion 90 por 100 de fósforo puro.

Para darle al fósforo depurado la forma de cañon que generalmente tiene en el comercio se emplea el siguiente procedimiento: estando el fósforo fundido dentro del agua, se introduce un tubo de vidrio y aspirando por el extremo superior, sube el fósforo que es retenido sin más que tapar dicho extremo con el dedo. El tubo cargado se lleva inmediatamente á una vasija llena de agua fria, donde se solidifica muy pronto, y con una baqueta de vidrio ó de madera se extrae el cañon de fósforo. La aspiracion se hace

generalmente con la boca, con todo el cuidado necesario para que nunca llegue el fósforo hasta ella; otras veces se arma el tubo de vidrio de una pieza de hierro provista de llave, que sirve de embocadura para hacer la absorción, y así que el fósforo fundido ha subido en el tubo de vidrio se cierra la llave, que se abre después de enfriado el cañon, como acabamos de decir. Nosotros creemos que podría emplearse para hacer la absorción una vejiga análoga á las usadas en los análisis volumétricos, para aspirar los líquidos en las pipetas.

Algunos fabricantes proponen otro procedimiento, que consiste en recibir en los tubos de vidrio el fósforo fundido, de modo que estos tubos están colocados horizontalmente dentro de un recipiente de agua fría. Por medio de llaves, se interrumpe la comunicación del tubo con la vasija en que se halla el fósforo fundido, cuando se va á separar dicho tubo para descargarlo. De este modo se evita el peligro que presenta el procedimiento de la absorción con la boca.

Cuando se quiera moldear el fósforo en granos se puede emplear el aparato anterior, pero llenando sólo de agua fría hasta los tubos de vidrio; sobre esta agua se echa una capa de 6 á 8 centímetros de espesor también de agua, pero hirviendo, y de modo que no se mezcle con la fría, para lo cual se interpone una hoja delgadísima. Dejando caer el fósforo fundido, se va solidificando en granos que caen al fondo del recipiente de agua fría.

Preparación del fósforo amorfo.—Cuando se

somete el fósforo ordinario, durante largo tiempo, á la temperatura de 250° , fuera del contacto del aire y del agua, se convierte en fósforo amorfo, cuyas propiedades principales ya conocemos.

Uno de los aparatos empleados á este efecto es el del Sr. Schrötter, que consta de una vasija colocada en un baño de arena que á su vez es calentado por un baño metálico. De la cubierta de la primera vasija, parte un tubo encurvado, provisto de llave, que penetra en otra vasija llena de agua ó de mercurio recubierto con una capa del primer líquido. El aire que se encuentra en la vasija primera, cargada de fósforo, se desprende por este último tubo, y así que todo él ha sido desalojado por el calor, se cierra la llave, pero continúa el calentamiento hasta que el fósforo haya adquirido el estado amorfo. La vasija donde se carga el fósforo, como es consiguiente, tiene la tapa móvil, pero se puede cerrar perfectamente despues de verificada la carga.

La figura 19 representa otro aparato propuesto por el Sr. Coignet, de Lyon, que consta principalmente de una gran caldera *A* de fundicion en la que calienta directamente el fósforo. Gracias á la disposicion del aparato, despues de cargar de cok el hogar, y cuando éste está ya incandescente, se puede dirigir y regular la operacion por medio de la llave *B* que da á voluntad acceso á mayor ó menor cantidad de aire, segun que la temperatura indicada por cuatro termómetros *C, C', C'', C'''* sea inferior ó igual á

la necesaria. El tubo *D* sirve de indicador y dá salida á los gases inflamados; este desprendimiento de gases debe ser muy débil, y una varilla *E* sirve para limpiar el tubo.

Para descargar el fósforo amorfo se deja enfriar el aparato, para lo cual se recubre de agua y se le destaca por medio del cortafrio y martillo, se le tritura en un molino de piedras silíceas en agua, y se le somete, por último, á un lavado por el sulfuro de carbono, con el objeto de eliminar el fósforo ordinario que haya podido quedar sin transformar.

ÍNDICE.

	<u>Págs.</u>
DEDICATORIA.....	3
CARBONATO DE POTASA.—Propiedades y aplicaciones; extraccion de la potasa de los vegetales; potasa extraida de la remolacha; potasa preparada con el sulfato y el cloruro; potasa extraida á la suarda; potasa refinada y potasa cáustica.....	5
SALITRE.—Propiedades y aplicaciones; extraccion y refino del salitre; preparacion del salitre con el nitrato de sosa.....	26
ÁCIDO NÍTRICO.—Propiedades y aplicaciones; fabricacion del ácido nítrico; otros procedimientos de fabricacion del ácido nítrico.....	37
INDUSTRIA DE LOS VARECHS.—Generalidades; primeras materias; incineracion; lejivacion y concentracion; extraccion del iodo y del bromo.....	52
ALUMBRE.—Propiedades y aplicaciones; fabricacion del alumbre; sulfato de alúmina.	83
ULTRAMAR ARTIFICIAL.—Propiedades y aplicaciones; fabricacion del ultramar.....	106
COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL ORO Y DE LA	

	Págs.
PLATA.—Púrpura de Cassius; nitrato de plata.....	120
COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL MERCURIO.—Bicloruro de mercurio; sulfuro de mercurio; mercurio fulminante.....	122
COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL ARSÉNICO.—Acido arsenioso; ácido arsénico y arseniato de sosa; sulfuros de arsénico.....	127
COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL ANTIMONIO.—Óxido de antimonio; sulfuro de antimonio; amarillo de Nápoles; amarillo de antimonio; cinabrio de antimonio.....	133
COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL CROMO.—Cromatos de potasa; cromatos de plomo; otros cromatos; óxido de cromo.....	135
COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL PLOMO.—Óxidos de plomo; albayalde; cloruro de plomo básico.....	147
COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL ZINC.—Blanco de zinc; sulfato de zinc; cloruro de zinc.	156
COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL COBRE.—Sulfato de cobre; verde de Brunswick; azul de Biême; verde gris; verde de Schweinfurt.	160
COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL COBALTO.—Esmalte; azul cobalto; verde de Rinmann; verde de cobalto; sosa de cobalto; amarillo de cobalto; óxido de cobalto.....	167
COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL ESTAÑO —Oro musivo; sal de estaño; estannato de sosa.	172
COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL HIERRO.—Cólcozar; sulfato de hierro; prusiato amarillo; prusiato rojo de potasa; cianuro de	

	Págs.
potasio; azul de Prusia; azul de Turnbull.	175
COMPUESTOS INDUSTRIALES DEL MANGANESO.—	
Permanganato de potasa; permanganato de sosa.....	190
SALES AMONIACALES.—<i>Primeras materias.</i>—	
Fabricacion del sulfato amónico; cloruro amónico; carbonato amónico; nitrato amónico; sulfuro amónico; amoniaco cáustico.....	192
FÓSFORO.— Propiedades y aplicaciones; fabricacion del fósforo; preparacion del fósforo amorfo.....	213
LÁMINA.	

Biblioteca Enciclopédica Popular Ilustrada

Dr. Fourquet, 7.—Madrid

OBRAS PUBLICADAS.

Manual de Metalúrgia, tomo I, con grabados, por don Luis Barinaga, Ingeniero de Minas.

— de **Aguas y Riegos**, con grabados, por D. Rafael Laguna.

— de **Física popular**, con grabados, por D. Gumersindo Vicuña, Ingeniero Industrial y Catedrático de la Universidad Central.

— de **Mecánica popular**, con grabados, por D. Tomás Ariño, Catedrático de Mecánica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central (declarada de utilidad para la instrucción popular por Real orden de 14 de Marzo de 1879).

— de **Industrias químicas inorgánicas**, tomos I y II, con grabados, por D. Francisco Balaguer y Primo, Ingeniero Industrial, Químico y Mecánico.

— de **Química orgánica**, con grabados, por D. Gabriel de la Puerta, Catedrático de la Facultad de Farmacia de la Universidad Central.

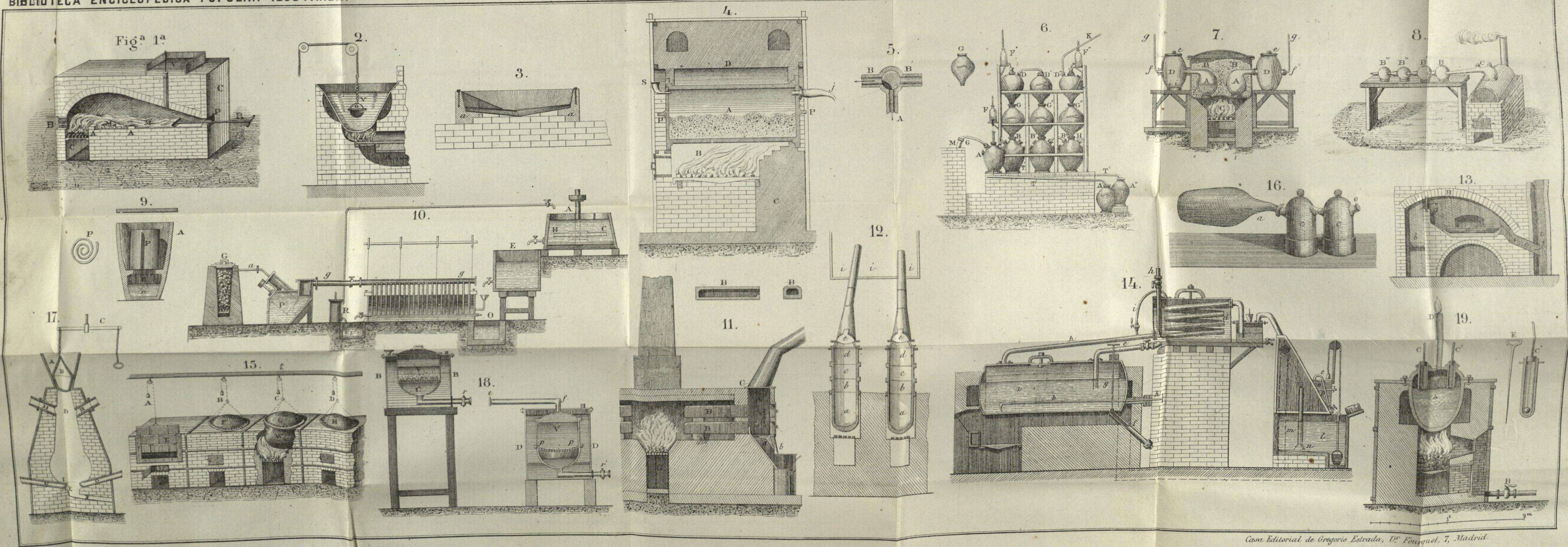
— del **Albañil**, con grabados, por D. Ricardo Márcos y Bausá, Arquitecto.

— de **Agronomía**, con grabados, por D. Luis Alvarez Alvistur, Director de Granja-modelo.

Guadalete y Covadonga, páginas de la historia patria, del año 600 al 900, por D. Eusebio Martínez de Velasco, Redactor-jefe que ha sido de *La Ilustración Española y Americana*.

Año cristiano, novísima versión castellana de la obra del P. Juan Croisset, refundida y adicionada con el *Santoral Español*, Mes de Enero, por D. Antonio Bravo y Tudela, Abogado del Ilustre Colegio de Madrid. (Con licencia de la Autoridad Eclesiástica.)

Novísimo Romancero español, tomos I, II y III, inéditos, escritos por nuestros mejores poetas.



Lit. Dehon.

OBRAS CONCLUIDAS.

Manual de Metalúrgia, tomo I, con grabados, por D. Luis Barinaga, Ingeniero de Minas y Prof. de Metalúrgia en la Escuela especial de Minas.—Corresponde á la Seccion 1.^a, *Artes y Oficios*.

Manual de industrias químicas inorgánicas, tomos I y II, con grabados, por D. Francisco Balaguer y Primo, Ingeniero Industrial, Químico y Mecánico. — Corresponde á la Seccion 1.^a, *Artes y Oficios*.

Manual del Albañil, con grabados, por D. Ricardo Marcos Bausá, Arquitecto.—Corresponde á la Seccion 1.^a, *Artes y Oficios*.

Manual de Aguas y Riegos, con grabados, por D. Rafael Laguna. — Corresponde á la Seccion 2.^a, *Agricultura, Cultivo y Ganadería*.

Manual de Agronomía, con grabados, por D. Luis Alvar Alvístur. Director por concurso de Granja-modelo, Académico de la Real de Ciencias de Cádiz, condecorado con la cruz de Carlos III en concepto de autor de obras de Agricultura, Delegado en España del *Circolo Vico*. etc., etc. — Corresponde á la Seccion 2.^a, *Agricultura, Cultivo y Ganadería*.

Manual de Física popular, con grabados, por D. Gumersindo Vicuña. Ingeniero Industrial, Doctor en Ciencias y Catedrático de la Universidad Central. — Corresponde á la Seccion 3.^a, *Conocimientos útiles*.

Manual de Mecánica popular, con grabados, por D. Tomás Ariño. Catedrático de Mecánica de la Facultad de Ciencias. — Corresponde á la Seccion 3.^a, *Conocimientos útiles*.

Manual de Química Orgánica, con grabados, por D. Gabriel de la Puerta, Catedrático de la Universidad Central. — Corresponde á la Seccion 3.^a, *Conocimientos útiles*.

Guadalete y Covadonga, del año 600 al 900 (*Páginas de la historia patria*), por D. Eusebio Martínez de Velasco, Redactor-Jefe que ha sido de *La Ilustración Española y Americana*. — Corresponde á la Seccion 4.^a, *Historia*.

Año Cristiano, novísima version castellana de la obra del P. Juan Croisset, refundida y adicionada con el *Santoral Español*. Mes de Enero, por D. Antonio Bravo y Tudela, Abogado del Ilustre Colegio de Madrid. (Con licencia de la Autoridad Eclesiástica). — Corresponde á la Seccion 5.^a, *Religion*.

Novísimo Romancero español (inédito), tomos I, II y III. — Corresponde á la Seccion 6.^a, *Recreativa*.

09389