12 Junio 95

ARTE DEL ENSAYADOR

O SEA ANALISIS

DE LIGAS MONETARIAS

PARIS — IMPRENTA DE CHARLES UNSINGER
83, calle del Bac.

ARTE

DEL

ENSAYADOR

O SEA ANALISIS

DE LIGAS MONETARIAS

POR

SAMUEL DE UGARTE

Tratado ilustrado con 14 grabados.

SEGUNDA EDICION

PARIS
LIBRERIA DE CH. BOURET
23, calle Visconti, 23

MEXICO
LIBRERIA DE CH. BOURET
18, calle San José el Real, 18

1878

Ant.º Pz.a S. Martin

A BOLIVIA

Diez años há que dejé el suelo de la patria, con el propósito de consagrarme al estudio de las ciencias, i de satisfacer una necesidad, que sentí nacer en mi espíritu como natural i espontánea inclinacion.

Habia aprendido á admirar el nombre de los sabios, sus descubrimientos prodigiosos i la noble abnegacion con que se habian consagrado á la mas grande causa, la causa de la humanidad i de la razon; i guiado no sé por qué influencia magnética que estos hechos ejercian sobre mí, ingresé en la *Academia de la Sorbona*, donde ademas de distinguidas consideraciones, recibí

lecciones de aquellos que verdaderamente puedan llamarse los oráculos de la ciencia. Así he vivido seis años encerrado en el laboratorio, realizando experimentalmente las prescripciones de la ciencia, é investigando en especial los medios mas eficaces de impulsar las industrias bolivianas, i particularmente aquellas que tocan á su minería, i á su precioso vegetal *la Cascarilla.* I seis años de este trabajo asiduo, de estudio constante i de perseverancia, me han puesto en posesion de algunas pocas verdades. ¡ Tan vastas son las ciencias!

Hoi al sentir la necesidad de volver á mi patria, i bajo la grata impresion de esta halagüeña idea, que es inmensa cuando por mucho tiempo se ha permanecido léjos, me he preguntado cuales serian mis deberes para con ella. Ajeno á sus luchas intestinas, i educado bajo la benéfica influencia de la paz i de la civilizacion, al encontrar su nombre desprestigiado, al hallarla casi totalmente olvidada por los *diaristas*, i en fin profundamente postrada por sus desgracias; he creido que el deber de todo boli-

viano de corazon es trabajar por la revindicacion del crédito nacional.

Esta conviccion, unida á reflexiones bien dolorosas, me decidió á trabajar el presente « Tratado sobre ensayes monetarios, » en el curso del cual, con verdadera complacencia, me he ocupado de las riquezas minerales de mi Patria, deplorando que su porvenir se hubiese secuestrado tan largo tiempo, por no haberse comprendido por todos sus hijos los beneficios de la paz i del órden.

Al lanzarlo á la luz pública, sin preocuparme con el poco ó ningun mérito que pueda tener mi obrita ; me es satisfactorio dedicar estos mis primeros i bien intencionados esfuerzos á mi *patria la República de Bolivia.*

Es un grano de arena, con que, poseido de respeto i veneracion, contribuyo al santo deber de popularizar su crédito i su nombre.

SAMUEL DE UGARTE.

Paris, 1° de mayo 1877.

Sr. D. Ramon T. Muñoz de Luna

Catedrático numerario de química general de la Universidad de Madrid, jefe del Gabinete de Física y Farmacia de S. M., Doctor en las Facultades de Ciencias y Farmacia, Gentilhombre de S. M., jefe de administracion de primera clase, ex-vocal de la Junta de Aranceles, ex-consejero de Sanidad del reino, dos veces premiado con medalla y en público concurso por la Real Academia de Ciencias de Madrid, Consejero de Agricultura, Gran Cruz de Beneficencia, Comendador con placa de la órden de Cristo de Portugal, Comendador de Cárlos III, Miembro corresponsal de la Real Academia de Munich, de la Sociedad química de Paris, de las Academias y Colegios de Farmacia de Paris, de Madrid, Nantes, Barcelona, Granada, Sevilla, Zaragoza y Valencia, Individuo de número de la Academia Médico-Quirúrgica matritense, premiado en la Exposicion universal de Paris y en la de Agricultura de Madrid, etc., etc., etc.

Mui apreciado Señor:

Animado por los repetidos actos de benevolencia, con los que usted se ha dignado favorecerme en ocasiones en que he recurrido á sus sabios consejos, me permito rogarle, se digne pasar de vista los adjuntos pliegos, que son originales de mi proyectado « Tratado sobre ensayes monetarios, » i decirme con la autoridad é imparcialidad que le caracterizan, si ellos pueden merecer ó no la luz pública. Por lo que á mí toca, he creido haber llenado una necesidad en este ramo de las ciencias naturales,

i servido al mismo tiempo los intereses de mi patria la república de Bolivia, donde la industria minera es i será por mucho tiempo la mas importante.

Si mis trabajos pudieran merecer la aprobacion de un sabio tan eminente, i de una notabilidad europea como lo es usted, esto me inspiraria confianza, i seria al propio tiempo el Prólogo, que puesto al frente de mi Tratado, haria que este se presentase ante la opinion de los inteligentes con alguna esperanza de buen suceso. Aunque realmente abuso de su bondad, no dudo sin embargo que, distrayendo algunos momentos de sus importantes ocupaciones, honrará usted con su contestacion á un amante de la Facultad de la cual usted es uno de los mas espléndidos luminares.

De usted su mui atento.

S. S.

SAMUEL DE UGARTE.

Paris, 8 *de enero de* 1877.

14, rue Gay-Lussac.

PROLOGO

—

Si la division del trabajo es en la presente época, á la vez que poderoso móvil del progreso humano, necesidad imperiosa tambien para realizarle, forzoso será convenir en que cada dia es mas marcada la necesidad de generalizar, mediante publicaciones especiales técnicas y concretas, todos aquellos conocimientos que, siendo á la vez de determinado interes, tienen ciertas condiciones de generalidad y hasta constituyen por sí solos importantes elementos de la riqueza pública en las naciones modernas.

Grandes son los servicios prestados por las obras clásicas y de consulta en todas las ciencias:

importantísimas han sido para el adelanto general contemporáneo esas bibliotecas condensadas, donde el espíritu humano halla abundante y sólido alimento y las potentes semillas de aplicacion práctica social, fértil y apropiado suelo; pero el movimiento cada vez mas rápido de nuestra vida intelectual, fiel reflejo del que agita y pone en circulacion incesante á la materia cósmica de nuestro planeta, hace que no podamos ya detenernos en reposadas ó minuciosas indagaciones de consulta, en esos archivos compendiados del saber presente, sino que por el contrario busquemos cual si estuviéramos faltos de tiempo material, algo análogo á los alcalóides en los medicamentos y á los extractos en la dietética, de la sustancia pensable ó de utilidad práctica é inmediata. Penetrado de esta profunda verdad el distinguido químico D. Samuel de Ugarte, nuestro estimado amigo, ha querido contribuir con el fruto, bien sazonado por cierto, de su laborio-

sidad y talento á ese general deseo mencionado, dando á luz un interesante y utilísimo TRATADO DE ENSAYES MONETARIOS, que no dudamos en afirmar contribuirá poderosamente al fin utilitario en cuestion, toda vez que reune en alto grado cuantas condiciones puedan desearse en publicaciones de este género.

Sin rebajar, ni mucho ménos, el mérito de las obritas que acerca de este mismo asunto se hayan publicado en otros países, y nosotros conocemos alguna muy estimable, podemos desde luego afirmar que, en nuestro particular concepto, ninguna realiza mas cumplidamente el loable fin á que aspira con la suya el señor de Ugarte : en efecto; ademas de un lenguaje concreto, condensado, á la par que claro y comprensible de todos sin caer en lo vulgar, sobre todo, en los términos técnicos, campea en este tratado un sabor práctico y una minuciosidad exquisita para los detalles operatorios, que olvi-

dados ó poco tenidos en cuenta en obritas análogas, influyen sin embargo poderosamente en los resultados definitivos.

Agreguemos á estas notables condiciones una profusion de tablas y de cálculos tan sencillos como necesarios al objeto que se propone el Autor, y finalmente un precioso conjunto de observaciones prácticas, adquiridas por verdaderas autoridades en la especialidad de que se ocupa, á la vez que las recogidas personalmente, y se tendrá una idea aproximada del incuestionable mérito de este tratado, de su grande utilidad y por consecuencia lógica del importante servicio, que el laborioso cuanto inteligente químico señor de Ugarte, ha prestado á la industria minera en general y muy particularmente á su rica y próspera patria.

R. T. Muñoz de Luna.

Madrid, 16 de enero de 1877.

PRIMERA PARTE

VIA SECA

DESCRIPCION DE LA VIA SECA

Llámase *Via Seca* la manipulacion de los metales preciosos por medio de la copelacion. Esta operacion tiene por objeto determinar la cantidad de oro ó de plata ligada con otros metales, i se funda en los principios siguientes :

La plata es un metal inoxidable al contacto del aire, i al calor fusional; miéntras que los otros metales que la acompañan, tales como el cobre, se oxidan á la citada temperatura.

Empléase el plomo para separar los metales heterogéneos ligados con los metales preciosos. El plomo es un metal fusible i fácilmente oxidable, cuyo óxido tiene la propiedad de disolver el de cobre; i, en los poros de la copela, no tardan en ser absorbidos ambos. Es necesario determinar, cuando ménos de un modo aproximativo, la cantidad de plomo necesaria para separar el cobre del oro ó de la plata; cantidad que debe graduarse en razon de la dósis de cobre, i que puede fácilmente determinarse mediante la accion de la piedra de toque.

Colócase la liga de plata i cobre sobre una pequeña cápsula de huesos molidos, que lleva el nombre de *Copela*, despues de haber mezclado dicha liga con la cantidad necesaria de plomo i elévese la temperatura bajo la influencia del aire; la liga se liquida, el óxido de plomo disuelve el de cobre, i ambos penetran en los poros de la copela, quedando la plata en la superficie.

Resulta pues de lo expuesto, que la copelacion tiene por objeto separar los metales inoxidables, los cuales quedan sobre la copela en forma de

boton, i al mismo tiempo convertir en óxidos los metales oxidables. Al señor d'Arcet debemos la tabla de las cantidades de plomo que es conveniente adoptar para la disolucion fácil i exacta del óxido de cobre. Estas proporciones sujeridas por una larga experiencia, varian necesariamente segun la lei de las ligas.

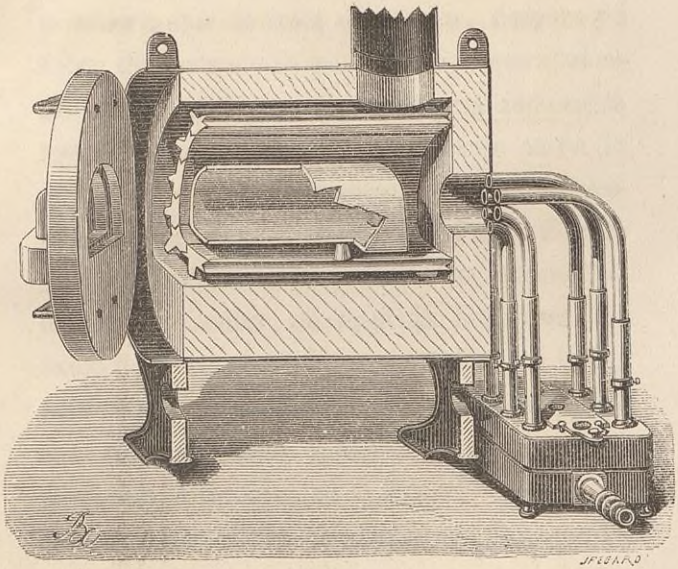
La siguiente tabla indica las proporciones á las cuales debe rigorosamente sujetarse el operador.

TABLA

DE LAS CANTIDADES DE PLOMO EXIJIDAS PARA LOS ENSAYES DE PLATA.

Leyes de este metal.	Cantidades de cobre aleadas á la plata.	Dósis de plomo necesarias para el refinamiento completo de la plata.
Plata á 1000	0	3 decíg.
950	50	3 gram.
900	100	7
800	200	10
700	300	12
600	400	14
500	500	16 á 17
400	600	» » »
300	700	» » »
200	800	» » »
100	900	» » »
Cobre puro.	1000	16 á 17

Efectúase la copelacion de la manera siguiente: Princípiase por calentar las copelas en una *mufla:* esto es, en un semi-cilindro de tierra cocida, rodeado de ascuas; i se llama *horno de copela* aquel en que se efectuan estas operaciones.



Horno de copelacion calentado à gas, construido por Wiesnegg.

(Paj. 4.)

Calentada gradualmente la copela, hasta que la parte interior haya adquirido un color rojo lijeramente blanco, se introduce, con unas pinzas, la materia que se trata de copelar, despues de haber determinado su peso. La liga entra inmediatamente en fusion, i para hacerla adquirir la temperatura de la mufla, es preciso cerrar la puerta por algunos momentos, para abrirla despues con el objeto de introducir el aire. Al momento el baño metálico presenta un aspecto brillante, i se cubre de manchas luminosas. El óxido de plomo fundido es absorbido por la copela, formando alrededor del metal una mancha cuya extension aumenta segun avanza la operacion. A medida que se forma el boton, aparece un humo blanco, producido por los vapores de plomo que se volatilizan; i, cuando las últimas porciones de plomo se separan de un modo violento del boton, éste parece jirar sobre sí mismo, arrojando un brillo *deslumbrante*. Despues desaparecen sus colores, i el boton que era fúljido anteriormente, adquiere un color mate, i queda inmóbil sobre la copela.

Los fenómenos enunciados duran pocos momentos, i pronto reaparece el boton con el resplandor i tinte característicos de la plata pura. Este último fenómeno es conocido con el nombre de *Relámpago*.

La plata fundida absorbe del aire atmosférico veinte i dos veces su volúmen de oxigeno, si bien lo abandona al enfriarse. De todos modos, conviene retirar la copela de la mufla despues del relámpago, porque el desprendimiento violento del oxigeno acarreado por la presion de la temperatura de la plata, podria romper la película del boton, i determinar una proyeccion cuyo resultado seria una pérdida mayor ó menor del metal precioso. Dícese en este caso que el boton *vejeta*, i su superficie, en vez de presentarse lívida i esférica, se manifiesta cubierta de asperezas. Para evitar este inconveniente, es necesario acercar la copela, despues del relámpago, gradualmente á la puerta del horno. Mediante esta precaucion se evita la vejetacion de boton.

El aspecto de éste puede por otra parte indicar con toda exactitud si el ensaye ha sido conducido

de un modo fructuoso. En efecto, el boton se presentara bajo la forma esférica, i su color será de un blanco mate, con rudimentos cristalinos en la parte superior. Al mismo tiempo debe desprenderse fácilmente de la copela, i si estos caracteres no se presentan, el operador repetira el ensaye. La presencia del plomo hace que el boton sea brillante en su parte superior, i sin adherirse absolutamente á la copela, se muestra lijeramente aplastado, presentando en su superficie lijeros asomos de manchas azules. Cuando el boton ha sido enfriado con todas las precauciones necesarias, se le separa con tenazas, i se le examina con un lente de aumento; si su aspecto presenta todas las condiciones exigidas, se limpia con una escobilla, i se pesa en una balanza mui sensible para determinar su lei. Tal era el procedimiento usado antiguamente; pero en el dia, nos consta, gracias á la experiencia, que este método casi nunca revela rigorosamente toda la plata contenida en una liga. Efectivamente, su exactitud depende de causas mui variables, i especialmente de la temperatura del horno,

que desgraciadamente no alcanza siempre á dominar el operador. En este caso, la pérdida del metal precioso no depende únicamente de la naturaleza de las ligas, sino tambien de la diversidad de circunstancias que preceden á la manipulacion. Así, si la temperatura fuese baja en demasía, quedaria la plata con restos de plomo i cobre, i aumentado en consecuencia el peso del metal precioso: al contrario, si la temperatura fuese excesiva, se volatilizaria la plata, quedando disminuido proporcionalmente el peso del boton. Esta diferencia puede ser á veces de cuatro, i aun de cinco milésimos.

A consecuencia de reiteradas quejas relativas á la imperfeccion de los ensayes, imperfeccion motivada por las razones expuestas, la Administracion de Monedas de Paris comisionó al Sr. d'Arcet, director de los ensayes, para comunicar la índole del método generalmente adoptado. El Sr. d'Arcet, cuya larga experiencia le habia convencido de los defectos inherentes al procedimiento establecido, no tuvo dificultad en probar que en un ensaye sintético matemático de

900^{m} de título, apénas acusaba la copela unos 895 ú 896^{m}; i, convencida la Comision de la imperfeccion del procedimiento en uso, envió no solamente á los departamentos franceses, sino tambien á los paises extranjeros, diversas muestras de ligas matemáticas conocidas, cuyos resultados, logrados por diferentes operadores extranjeros i por los Sres. d'Arcet i Vauquelin en Paris, exponemos en el siguiente cuadro:

ENSAYES

DE

PLATA VERIFICADOS POR OPERADORES DIVERSOS.

LEYES ENCONTRADAS EN LAS LIGAS MATEMATICAS DE

Paises.	Milésimos 950	Milésimos 900	Milésimos 800
Viena	946,20	898,40	795,10
Madrid	944,40	893,70	789,20
Lóndres	946,25	896,25	794,25
Amsterdam	947,00	895,00	795,00
Austria	945,00	896,50	799,00
Nápoles	945,00	891,00	787,00
Hamburgo	946,20	897,57	798,61
Paris, análisis del señor d'Arcet	948,71	895,65	795,13
Paris, análisis del señor Vauquelin	945,33	896,00	794,83

ENSAYE DE PLATA POR LA PIEDRA DE TOQUE.

Estos ensayes tienen por objeto determinar de un modo aproximativo la lei de las materias preciosas.

Se fabrican con la plata, como con el oro, bietos cuya delicadeza no permite tomar ni una

pequeña cantidad de materia necesaria al ensaye por via de copelacion; de manera, que la lei de dichos objetos se determinan por medio de la piedra de toque.

Para tocar un objeto cualquiera de plata se frota ésta lijeramente sobre la piedra de toque, de manera que se forme una capa metálica; terminado esto, se frotará igualmente una de las puntas de las aleaciones sintéticas que se crea corresponder al fino de la materia cuya lei se trata de determinar, con cuyo objeto se comparan estas dos capas metálicas; si se asemejan en su color, nada mas fácil que apreciar, con corta diferencia, la lei de la materia sometida al análisis; pero no es fácil asemajar ámbas capas en el primer ensayo, lo que depende únicamente de la práctica i tino del ensayador. Pongamos por ejemplo que la materia ó la liga sometida al ensaye presente sobre la piedra un color blanco metálico que indique una lei mas elevada que el que la prueba indica; en este caso habrá que recurrir á una nueva comparacion, i repetir el ensaye hasta encontrar una liga sintética de com-

paracion, cuyo color sobre la piedra corresponda al objeto ó liga monetaria que se indaga. En general (lo ha probado la experiencia), las ligas sometidas al ensaye presentan sobre la piedra de toque un color blanco metálico de plata, lo que indica que el objeto tocado ó rayado tiene una lei elevada; i baja, cuando las capas son rojas ó amarillas.

Debemos advertir que existen ligas que, sin contener ni un átomo de plata (como el Maillechort, liga de cobre, níquel i zinc), presentan sobre la piedra de toque capas blancas, que fácilmente podrian engañar al operador, quien deberá en este caso recurrir á la ayuda del ácido de toque, compuesto de 98 partes de ácido nítrico á 13,40 de densidad, i dos partes de ácido hidroclórico á 11,75 de densidad, mezclados con 25 partes de agua pura destilada. Dicho ácido tiene la propiedad de hacer desaparecer inmediatamente las trazas blancas de los metales extraños á la plata, i de formar con este último metal un cloruro argentino característico.

Se llaman ligas sintéticas de comparacion las

diversas aleaciones destinadas á indicar aproximativamente la composicion de las materias sometidas al análisis. Los finos de dichas ligas de comparacion varian de 50 en 50 milésimos i tiene la liga inferior 500^m, i 1000^m la superior.

La práctica demuestra que la pérdida de la plata en las copelaciones monetarias es tanto mayor cuanto más bajas son las leyes. La imperfeccion que presenta la copelacion ha obligado á emplear una tabla de compensacion, esto es, de la cantidad de plata perdida á consecuencia de la copelacion.

TABLA

de compensacion para los ensayes de la plata, ó sean cantidades de plata pura que es necesario aumentar al de la ley acusada por la copela.

Leyes exactas de la plata.	Leyes obtenidas por la copelacion.	Cantidades de plata pura que se deben añadir á las leyes correspondientes obtenidas por la copelacion.
1000	998,97	1,03
975	973,24	1,76
950	947,50	2,50
925	921,75	3,25
900	896,00	4,00
875	870,93	4,07
850	845,85	4,15
825	820,78	4,22
800	795,70	4,30
775	770,59	4,41
750	745,48	4,52
725	720,36	4,64
700	695,25	4,75
675	670,27	4,73
650	645,29	4,71
625	620,30	4,70
600	595,32	4,68
575	570,32	4,68
550	545,32	4,68
525	520,32	4,68
500	495,32	4,68

PREPARACION DE LA PLATA QUÍMICAMENTE PURA.

Llámase plata químicamente pura la plata á $\frac{1000}{1000}$, que se prepara del modo siguiente: disuélvese cierta cantidad de plata ligada, en ácido nítrico ($NO.^5 4HO$) puro á 20°, i en baño-maria; si despues de la disolucion completa del metal quedase algun residuo, éste seria de oro; i en este caso, se separará por decantacion, i aun convendria mas que lo fuera por filtracion. Despues se agrega agua destilada á la disolucion, i se precipita la plata mendiante una disolucion de sal marina, ó bien de ácido hidroclórico (HCl, HO): ámbos reactivos precipitan la plata en estado de cloruro ($Ag\ Cl.$) blanco i abundante, que se lava por decantacion hasta que las aguas filtradas cesen de presentar reacciones ácidas, ó manifiesten el cobre, que debe acusar el amoniaco ($NH^3 4HO$), el cual daria en este caso una coloracion azul. Se seca bien el cloruro argéntico en una cápsula de porcelana i en un baño-maria; fúndese el cloruro en un crisol de tierra con 70 0/0 de carbonato de cal (CaO, CO^2), ó bien

carbonato sódico (NaO, CO^2), i 5 0/0 de polvos de carbon á una temperatura de un rojo oscuro. La plata reducida queda en el fondo del crisol, el cual se rompe despues de enfriado para lograr así el depósito metálico : este se lavará, fundirá i reducirá á barra para que no quede al operador mas problema que el de determinar la lei del metal precioso.

Para la comprobacion disuélvase la barra obtenida en ácido nítrico puro á 20°, añádase agua á la disolucion, i el precipitado de cloruro argéntico que se efectúa mediante el ácido hidroclórico, descompongase de nuevo por el carbonato sódico puro i seco. Si la lei de esta segunda barra es igual al resultado de la primera, se puede estar seguro de que la plata es perfectamente pura. Si resultara una diferencia, seria necesario comenzar de nuevo la operacion hasta encontrar dos leyes iguales. Para buscar otros metales que podrian encontrarse en las aguas filtradas, se evaporan éstas á fin de reducirlas á pocos centímetros cúbicos, i en este resíduo deberá indagarse la presencia de los metales en cuestion.

Supongamos que contenga cobre el licor concentrado; en este caso el amoniaco dará á conocer la presencia del metal, mediante el color azul que forma, ó bien habrá que recurrir al prusiato de potasa, el cual precipitará el cobre con un color castaño oscuro. Si las reacciones químicas no revelasen metal alguno, se evapora el líquido hasta la sequedad completa, para que conste la exactitud de la operacion.

Generalmente se emplean por 100 gramos de Ag, Cl., 66 gramos de $CaO.\ CO^2$ i 3 gramos de carbon. El cloruro argentino contiene 75 por 100 de plata.

ENSAYE DE PLATA LIGADA CON ORO.

Sucede á veces que una gran cantidad de plata coincide con una menor de oro. En este caso, si no contuviese la liga más que los dos metales, no presentaria dificultad el ensaye, bastando disolverlos en el ácido nítrico i separar despues los dos metales; pero como casi siempre entra en la liga una cantidad reducida de cobre, es necesario

recurrir á la copelacion. Determínase de un modo aproximativo la cantidad de plomo, bastando al efecto la piedra de toque ó la tabla de d'Arcet. Estos ensayes se verifican por gramos ó décimos de gramos, no difiriendo el uno del otro sino por la cantidad mayor ó menor, en la cual se opera. Habiéndose hecho por el pronto el ensaye de 100^{m} de liga con un gramo de plomo, su lei indica de un modo exacto la cantidad de plomo que se debe adoptar en el ensaye de un gramo.

Supongamos que se quiere ensayar la aleacion siguiente:

Plata...	950^{m}	Plomo 3 gramos 5 decígramos.
Oro....	020	
Cobre..	030	
	1,000	

Para este ensaye se procede á la copelacion como en el ensaye ordinario, aunque contenga un poco de oro. Cuando el boton ha pasado por todas las condiciones que requiere una buena operacion, se pesa este mismo boton cuidadosamente en una balanza sensible, que acuse cuando ménos un cuarto de milígramo, i se toma nota

de su peso, el cual indica la candidad de plata i de oro que contiene la liga, esto es, con la compensacion debida.

Supongamos que el peso resultante sea:

Plata i oro.....	967m 5
Compensacion de la plata...	002 5
	970

La plata contenida en esta liga se separa por via húmeda, i la cantidad de oro que resulta determina la de la plata, si se considera que consta ya el peso de ámbos metalas reunidos, bastando entónces sustraer del boton resultante el número de milésimos de oro encontrados en el gramo sometido al ensaye. Con estos milésimos se determinará proporcionalmente los gramos correspondientes á un kilógramo de materia empleada.

Boton resultante i compensacion...	970m
Oro encontrado.....	020
Diferencia de plata.....	950

Al tratar del refinamiento tendremos ocasion de demostrar el procedimiento empleado para

separar la plata del oro, metal con el que queda siempre unido despues de la copelacion.

ENSAYE DE PLATA LIGADA CON PLATINO.

Esta operacion difiere de las anteriores. Los fenómenos que ofrece la plata ligada con platino, han sido observados en repetidos ensayes. Examinemos ahora los fenómenos que presentan estos experimentos. Los colores del íris se manifiestan, si bien con ménos viveza que en los ensayes de plata ordinaria: pero cuando el platino entra por 100^{m}, ó una cantidad mayor, en este caso presenta el metal fenómenos incompletos, i el boton ofrece una cristalizacion más ó ménos pronunciada, que arguye la presencia del platino. Al mismo tiempo este boton afecta un color mate, al paso que sus bordes son redondeados. Inútil es advertir que todos estos fenómenos se hallan más ó ménos caracterizados, segun la cantidad mayor ó menor de platino existente en la liga.

Cuando en una liga de plata, el platino forma la cuarta parte del conjunto, el calor debe ser

considerable, pues de otro modo el boton se aplastaria completamente, aun ántes de haberse disipado enteramente el plomo.

Por lo expuesto anteriormente, consta que una cantidad reducida de platino es suficiente para indicar la presencia de este metal; no obstante, si la cantidad fuese insuficiente en términos de hacer sospechar su no existencia, bastará para salir de la duda disolver el boton en el ácido nítrico. En este caso la disolucion adquiere pronto un color amarillo, señal infalible de la presencia del platino, el cual se deposita en forma de un polvo negro.

Si se trata de separ el platino de la plata, habrá que recurrir al ácido sulfúrico (SO^3,HO), cuya propiedad es aglomerar el platino, miéntras que el ácido nítrico presenta el metal en estado de diseminacion.

Supongamos ahora una liga compuesta en las proporciones siguientes:

Plata.....	900^m
Platina.....	050
Cobre.....	050
	1,000

Esta liga compuesta de tres metales, se pasa á la copela con 6 gramos de plomo poco más ó ménos. La copelacion debe efectuarse en las mismas condiciones que las precedentes; pero el boton resultante producirá relámpago, i presentará en su superficie una verdadera cristalizacion, rasgo característico de la presencia del platino, como ya hemos observado en las pájinas precedentes. Compuesto de plata i platino, el boton debe ser pesado cuidadosamente, aplastado por la accion del martillo, i tratado por el ácido nítrico á 22° del areómetro de Baumé. En este estado la disolucion presentará un color amarillo oscuro, lo cual bastará para acusar la presencia del platino; pero como este metal se encuentra mui dividido en la disolucion citada, i disuelto en pequeña cantidad, es imposible poder separarlo; i este inconveniente obliga al operador á recurrir, en vez del ácido nítrico, al ácido sulfúrico, que disuelve la plata i la convierte en sulfato ($AgO.\ SO^3$), al mismo tiempo elimina el platino i produce un líquido claro que se separa del metal. Lávase con cuidado el depósito de platino, se seca en un

pequeño crisol de tierra en el interior de la mufla, para pesarlo en seguida con mucho cuidado en una balanza mui sensible. Su peso es de 50^{m} milésimos, la misma cantidad que contenia la liga.

Peso obtenido de plato i platino	950^{m}
Platino encontrado.....	050
Diferencia de plata.....	900

ENSAYE DE PLATA LIGADA CON PLATINO I ORO.

Ante todo, conviene que conste positivamente que esta liga contiene platino, á cuyo efecto se ensayará en la copela medio gramo del conjunto de la liga con 6 gramos de plomo; efectúada la copelacion en las mejores condiciones posibles, el boton producirá relámpago, i aplastado bajo la accion del martillo, i expuesto á la accion del ácido sulfúrico producirá una disolucion clara, dejando reunida el platino con el oro. Constando ya la presencia del platino i el oro en la liga, se pasa á la copela un gramo de la

liga siguiente, que puede encontrarse en el comercio.

Plata.....	900^{m}
Platino.....	050
Oro.....	005
Cobre.....	045
	1,000

Compuesta de cuatro metales, como consta por el cuadro adjunto, se pasa esta liga á la copela, con 6 gramos de plomo, i en las mismas condiciones que en los precedentes casos. El boton que se presentará cristalizado en su superficie se amartilla, i se trata por el ácido sulfúrico : reúnense los polvos de platino i oro, i en este estado el último metal se separa por encuartacion asi como tendremos ocasion de enunciar.

Efectúase la separacion del oro cuando interviene en pequeñas cantidades pasando á la copela un nuevo gramo de liga, despues de haber añadido 100 miligramos de oro puro. A consecuencia de la copelacion, el boton acusa los caracteres de la presencia del platino, en fuerza de la presencia del oro que queda al estado metálico; i como ya intervenian en la liga 100^{m} de oro, lo

que á esta cantidad exceda, expone la del oro, contenida en la liga.

Debemos advertir que si el oro i el platino intervienen en la liga en mayores proporciones, será necesario añadir al conjunto una cantidad de plata pura, capaz de formar la encuartacion; esto es, dos i media ó tres partes de plata por una de oro i de platino.

ENSAYE DE PLATA LIGADA CON PALADIO.

La copelacion de esta liga no difiere sensiblemente de las vias ordinarias : el boton presenta los colores del íris, el relámpago estalla con mayor ó menor viveza, la cristalizacion del boton es análoga á la de los ensayes de la plata i platino. Si forma el paladio unos 20^m del total de la liga, el estallido del relámpago se verifica con mayor prontitud; pero si entrare el paladio por unos 100^m, el boton no produciria relámpago al paso que ofreceria trazas sensibles de cristalizacion. Siempre que la presencia del paladio no exceda en un milígramo, la copelacion no difiere

notablemente; pero es necesario conocer los fenómenos que estos ensayes presentan, para que consten sus caracteres. Admitamos que se verifique un ensaye de una liga compuesta de los metales siguientes:

Plata.....	900m
Paladio.....	001
Cobre.....	099
	1,000

Efectúada la copelacion como en los casos ordinarios, resulta un boton que bajo la accion del martillo i del ácido nitrico á 22°, se disuelve completamente, precipitándose el oro, si existiese en el fondo del receptáculo: la disolucion en vez de incolora, presentará un tinte amarillo rojizo, efecto de la accion del paladio. No obstante, si cupiese la menor duda sobre la presencia de este último metal, podría fácilmente disiparse, precipitando la plata por el ácido hidroclórico (HCl HO), i buscando despues en el licor filtrado, la presencia del paladio mediante la accion del cianuro de mercurio (Cy Hg), que forma un precipitado

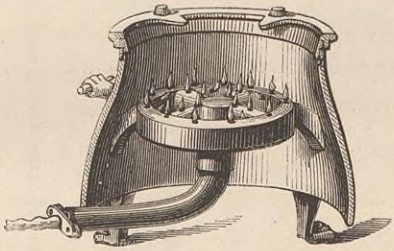
blanco, susceptible de ser descompuesto á una temperatura elevada.

Estos caracteres arguyen de un modo infalible, la existencia del paladio.

No obstante, hai otro modo de conocer la presencia del paladio al instante; consiste en disolver la liga en el ácido nítrico á 22 grados; si la candidad de paladio no es sinó de un milésimo, la disolucion ofrecerá un color pajizo; pero si el paladio entrare en las proporciones siguientes :

Plata	900m
Paladio	050
Cobre.....	050
	1,000

la disolucion ácida presentaria un color rojo, lo cual argüiría que el paladio interviene en cantidades considerables.



Horno para la disolucion de los metales preciosos.

(Paj. 28).

ORO

TABLA

DE LAS CANTIDADES DE PLOMO NECESARIAS PARA LOS ENSAYES DEL ORO.

Leyes del oro ligado con cobre.	Plomo necesario.
Oro á 1000m	1/2 gramo
900	5
800	8
700	11
600	12
500	13
400	27 gr.
300	
200	
100	

ENSAYE DE ORO POR LA PIEDRA DE TOQUE.

Esta operacion es la que en mayor grado requiere práctica i tino; tiene por objeto determinar aproximativamente las leyes del oro, porque de ella depende la cantidad de plomo i de plata que requieren estos ensayes. La práctica de-

muestra que las aleaciones de oro con cobre contienen mas de este último metal cuanto menor es su peso específico, i cuanto mas grande es su resistencia á la accion del ácido nítrico; pero el modo mas seguro de aproximarse á la lei del oro es ensayar la aleacion en la piedra de toque.

Llámase piedra de toque una piedra negra, inalterable por los ácidos i mas dura que los metales, la cual recibe fácilmente vestigios del metal. Se juzga la lei de la materia sometida al ensaye por el color de la raya i el efecto que en ésta produce el contacto del ácido. La primera condicion exigida para determinar con toda la proximidad posible la lei de las monedas auríferas ú otro objeto cualquiera, es tener cuidado de que el ácido penetre lo mas profundamente posible en la materia sometida al ensaye. Esta precaucion es de todo rigor, si se considera que la liga puede contener á veces en su parte exterior ligeras capas de oro puro i oro de más bajos quilates en su parte céntrica, ú otros cuerpos extraños que pueden alterar su valor, como sucede á menudo con las joyas. Para someter á la piedra de toque

las monedas de oro ú otro objeto precioso, habrá que frotar sobre la referida piedra esta misma moneda, i prescindiendo de esta primera capa metálica, que puede ser de oro fino, solo se hará la comparacion sobre una segunda capa. Terminado esto, se frotará igualmente una de las puntas de las diversas aleaciones sintéticas de comparacion i con unas gotas del ácido, que se dejarán penetrar en la capa metálica, se observará si ella conserva ó no el color amarillo que caracteriza al oro. Si la accion del ácido ha sido nula i la capa metálica conserva su color, es prueba de que á la moneda ú objeto precioso cabe la lei supuesta; pero si al contrario la raya parece cambiar de aspecto, será menester hacer nuevas comparaciones con las diferentes puntas de las aleaciones sintéticas, hasta que los colores se asemejen aproximadamente. Debemos advertir que si la accion del ácido comunica á las capas metálicas un color oscuro, este mismo color argüirá que el objeto ó moneda en cuestion no tiene la lei real.

Hai muchas aleaciones bajas, i aun el cobre mismo puede presentar sobre la piedra de toque

el brillo del oro, pero el ácido hace desaparecer estas trazas fácilmente.

A primera vista parece arduo establecer una comparacion adecuada entre las capas dejadas por los objetos sometidos á la piedra de toque; no obstante, la práctica resuelve el problema fácilmente, i no es difícil á un buen operador apreciar las leyes de las materias preciosas con una aproximacion de 20^m.

COMPOSICION DEL ÁCIDO DE TOQUE.

Acido nítrico á 31° areómetro de Beaumé..	123	partes.
Acido hidroclórico á 21° idem....	002	

PREPARACION DEL ORO QUÍMICAMENTE PURO.

La preparacion del oro químicamente puro, esto es, del oro á $\frac{1000}{1000}$, se funda:

1° Sobre la reduccion de las sales de oro, mediante una disolucion de protocloruro de antimonio, que precipita el oro al estado de pureza.

2° Sobre la propiedad que tiene el ácido ar-

senioso de precipitar igualmente al estado de pureza el precioso metal en cuestion.

PRIMER PROCEDIMIENTO

por medio del protocloruro de antimonio (Sb Cl.).

Disuélvase cierta cantidad de oro procedente de una liga cualquiera, en agua régia, compuesta de :

Acido hidroclórico.....	3	partes.
Acido nítrico.....	1	

Ambos ácidos se descomponen, i el cloro que resulta de esta descomposicion disuelve el oro i la plata, i combinándose con este último pasa al estado de cloruro argéntico. Si se evapora la disolucion para desprender el exceso de los ácidos, el licor se concentra á medida que avanza la operacion, no quedando mas que la cantidad de cloro para formar el indicado cloruro. Añádase agua destilada á la materia concentrada, i sepárese el cloruro de plata insoluble por filtracion; en el licor filtrado, se reduce el oro por medio de la disolucion de protocloruro de antimonio.

Concluido el método indicado, conserva siempre el metal precioso una cantidad reducida de disolucion de protocloruro de antimonio; i, con el objeto de purificarlo, se le lava sobre un filtro con agua ligeramente acidulada con ácido hidroclórico, i despues con agua pura. El operador, para asegurarse si el oro no está adulterado aun por una cantidad mayor ó menor de protocloruro de antimonio, deberá tomar algunas gotas del agua de que se sirvió para lavar el metal, i agregará á esta algunas gotas de sulfidrato de amoniaco; si ellas contuviesen antimonio, no tardarán en dar un precipitado rojo, pues así sucede mediante el contacto de dicho líquido con las disoluciones de cloruro de antimonio. Lávese la esponja de oro hasta que las aguas madres cesen de ofrecer precipitado, i el oro resultante fúndase con dos partes iguales de nitrato potásico ($KO\ NO^5$) i polvos de borax ($Na\ 0,2\ Ba\ O^3$). Despues se vaciará en un molde la materia fundida, i si el oro es químicamente puro formará una barra mui dúctil i maleable; i al contrario, será quebradiza si contuviera antimonio. En este último caso,

volverá á fundirse el metal con la misma mezcla, i presentará entónces una barra dúctil i maleable.

SEGUNDO PROCEDIMIENTO

por el ácido arsenioso ($As\ O^3$).

La preparacion será la misma que con el protocloruro de antimonio. Verificada la disolucion de cierta cantidad de oro en agua régia, evapórese la disolucion con precaucion hasta que resulte una sequedad completa, i añádase agua al depósito : en este estado la plata se precipita con ácido hidroclórico y se le separa por filtracion, i el oro redúzcase en el licor filtrado por el ácido arsenioso en polvo mui fino. Se lava la esponja metálica con agua acidulada con ácido hidroclórico hasta que cese de contener ácido arsenioso, i fúndase esta misma esponja con nitrato potásico i polvos de borax i váciese el oro en un molde. Si es puro el metal se presentará bajo la forma dúctil i maleable ; i en caso contrario, lo quebrará fácilmente el golpe del martillo. En esta última hipótesis, habrá que recurrir á una nueva opera-

cion con la misma mezcla, hasta que la barra que resulte se presente dúctil i maleable.

COPELACION DEL ORO.

La práctica demuestra que no se puede separar totalmente el cobre del oro por via de copelacion. En efecto, si se verifica la copelacion del oro como la de la plata ordinaria, el peso del boton resultante no podrá considerarse como la verdadera lei del oro, porque el cobre se adhiere tan tenazmente al metal precioso, que es difícil separarlos, aun bajo la temperatura mas elevada. En este caso, el metal precioso retiene una cantidad mayor ó menor de plomo i cobre, quedando su peso aumentado, circunstancia que muchas veces podria conducir al operador á gravísimos errores.

La modificacion que se debe hacer á fin de llegar á un buen resultado, consiste en añadir á la liga una cantidad necesaria de plata pura de encuartacion; operacion indispensable, no solamente para facilitar la oxidacion del plomo i co-

bre, sino tambien para dividir las moléculas del oro, i permitir la disolucion completa de la plata, por via húmeda. Conviene advertir que la exactitud de la operacion depende sobre todo de la dósis de plata que se debe añadir á la liga, cuya cantidad varia segun la lei del metal.

De las diversas copelaciones verificadas, resulta que la cantidad necesaria de plata de encuartacion debe ser de 2 1/2 á 3 veces, ó sea el triple del peso del oro : de esta manera se obtiene despues de la copelacion un boton compuesto de oro i plata; sometidos ambos á la accion del ácido nítrico, la plata se disuelve completamente, i el peso del oro que resulte será la verdadera lei de la liga.

La primera condicion exigida para los ensayes de las monedas de oro, ú otro objeto precioso, es determinar primeramente de un modo aproximativo la lei del oro, bastando al efecto la piedra de toque; despues, añadir la cantidad necesaria de plomo (consultando la tabla de las cantidades de plomo para los ensayes de oro), como tambien la proporcion de la plata pura, capaz de formar

la encuartacion, ó sea de dos i medio á tres veces el peso del oro.

Supongamos que se trata de ensayar oro :

$$\frac{\text{á } 1000}{1000}$$

Efectúase la copelacion sobre un *medio gramo* ó sea 500^{m} de oro puro, que corresponde segun la tabla á medio gramo de plomo; en este caso la cantidad de plata de encuartacion será de un gramo 500^{m}.

Comiénzase por introducir el plomo en una copela fuertemente calentada, i cuando el metal entra en fusion, se introduce la materia que se trata de copelar, despues de haberla envuelto en un papel de plomo. La copelacion se efectúa como en los casos precedentes, teniendo cuidado el operador de mantener la temperatura mas elevada que en los ensayes de plata ordinaria.

Las precauciones descritas en la copelacion de la plata son inútiles, porque los ensayes del oro no son susceptibles de vegetar; pero es prudente retirar la copela de la mufla despues del relámpa-

go, á fin de evitar las pérdidas que podria ocasionar la volatilizacion del metal precioso. Enfriado el boton con precaucion, debe ser aplastado por la accion del martillo, sometido á la accion del fuego durante algunos momentos, laminado, i finalmente recocido otra vez, i enrollado bajo la forma de una espiral, no quedando al operador otro problema que el de separar los dos metales por via húmeda, esto es, tratando la espiral metálica por el ácido nítrico, el que, como sabemos, disuelve la plata sin detrimento del oro, cuando las proporciones de uno á otro no son mayores que las arriba apuntadas.

ENSAYE DE ORO NATURAL Ó PROCEDENTE DE LAS LIGAS.

Ya hemos dicho al tratar de la copelacion del oro, que no seria suficiente pasar á la copela una aleacion que contenga tan solo oro i cobre, porque la separacion del cobre es casi imposible á causa de su grande afinidad por el oro. Para lle-

gar á un buen resultado, se encuarta la liga, ántes de pasar á la copela, con una cantidad de plata químicamente pura, igual á dos i medio ó tres veces el peso del oro; operacion indispensable para dividir las moléculas de este metal, i efectuar la disolucion completa de la plata.

Para cerciorarse del valor del fino de la liga, recurrirá previamente el operador á determinar por medio de la piedra de toque, i por las propiedades físicas de la liga, en qué proporcion debe mezclarse ésta, con la cantidad necesaria de plomo y de plata capaz de formar la encuartacion para proceder á la copelacion. Supongamos que se tenga que ensayar una aleacion de oro á 900^m de fino : introdúcese en la copela un *medio gramo* ó sea

Oro.....	450^m	1,350 Plata de encuartacion.
Cobre.....	050	
	500	

i efectúase la copelacion con cinco gramos de plomo, i bajo una temperatura mas elevada que en los ensayes de plata ordinaria. El boton resul-

tante, que bajo la accion del martillo se presenta maleable, debe ser recocido, esto es, sometido de nuevo á la accion del fuego; luego deberá ser reducido á la forma de lámina i recocido otra vez. Estas operaciones exigen muchas precauciones: 1ª La lámina no debe ser mui sutil ni mui espesa; en el primer caso la ebullicion del metal en el ácido podria dividirla en fragmentos pequeños, que correrian el riesgo de perderse en las manipulaciones; en el segundo caso, al contrario, el ácido no penetraria hasta el centro del metal, para disolver las últimas moléculas de plata. 2ª El recocido tiene por objeto abrir los poros del metal comprimidos por la accion del laminador, i al mismo tiempo facilitar la accion del ácido. Terminada esta operacion se enrolla la lámina en forma de espiral, i se introduce en un matraz con 25 ó 30 centímetros cúbicos de ácido nítrico puro á 22°, i despues de diez minutos de ebullicion, se reemplaza este ácido con 20^{cc} poco más ó ménos, de ácido de 32° con adicion de un fragmento de carbon ó una espiral de alambre de platino, con ebjeto de facilitar la ebullicion é im-

pedir los movimientos violentos que podrian causar la ruptura de la espiral metálica; de este modo quedará eliminada toda la plata en estado de nitrato. Se lava en agua la espiral metálica, i se calienta en un crisol hasta la incandescencia, teniendo la precaucion el operador de no fundirla. La espiral que primeramente presentaba un color oscuro semejante al cobre oxidado, adquiere, mediante la operacion, un tinte amarillo metálico de oro, al paso que su peso indicado en milésimos multiplicados por dos, da la verdadera lei de la liga. Aunque estos ensayes no son susceptibles de aumentar ó disminuir como los ensayes de plata, conviene hacerlos por duplicado; i si los dos ensayes son iguales, podrá el operador estar seguro del buen éxito de la operacion, lo que no sucederá si los pesos se diferencian sensiblemente.

ENSAYE DE ORO LIGADO CON PLATA I COBRE.

La condicion primera é indispensable de esta operacion es determinar, mediante la piedra de toque, la proporcion en que la liga debe ser mezclada con el plomo; como igualmente la cantidad de plata capaz de formar la encuartacion. Supongamos por ejemplo que la liga esté compuesta de los metales siguientes:

Oro.....	750m
Plata....	150
Cobre....	100
	1,000

Pásase *medio gramo* de esta liga á la copela con la cantidad necesaria de plata de encuartacion que corresponde á 1 gramo 50 milésimos i á 10 gramos de plomo. Si la copelacion ha sido efectuada en buenas condiciones, el boton debe ser aplastado por la accion del martillo, sometido á la accion del fuego, laminado, recocido otra vez, enrollado bajo la forma de espiral i atacado por la accion del ácido nítrico á 22° del areómetro de Baumé; despues de diez minutos de ebu-

llicion, se decanta cuidadosamente el ácido empleado, i se reemplaza por una nueva cantidad que marque 32° del mismo areómetro, i se repite esta operacion tres veces consecutivas. Despues la espiral metálica debe ser lavada, secada al interior de la mufla i en fin pesada en una balanza que acuse fácilmente un medio milèsimo. De esta primera operacion resulta la lei del oro; i para determinar la de la plata contenida en la misma liga, se pasará á la copela un nuevo medio gramo ó sea 500^{m} con la cantidad de plomo necesaria, i bajo una temperatura mui elevada. El resultado será un boton metálico, que contiene á la vez oro i plata, i la lei de este último metal será indicada por la diferencia de los dos pesos.

Boton de oro i de plata.....	900^{m}
Oro encontrado en la primera operacion....	750
Diferencia de plata.....	150

No olvidaremos indicar que cuando la liga contiene ya plata, es necesario sustraer de la empleada como encuartacion, la cantidad que ya interviene en la liga, pues de otro modo resul-

taria un boton disforme i mui frágil en las manipulaciones.

ENSAYE DE ORO LIGADO CON PLATINO.

Esta liga contiene siempre una cierta cantidad de cobre, i es indispensable apreciarla para añadir la cantidad necesaria de plomo destinada á su oxidacion, como igualmente la cantidad de plomo necesaria á la encuartacion. La piedra de toque i las propiedades físicas de la liga, permiten determinar la cantidad de plomo que la copelacion exige.

Se pesa un *medio gramo* de la aleacion siguiente:

Oro.....	800^{m}
Platino...	100
Cobre....	100
	1,000

i se pasan á la copela 500^{m} á una temperatura mas elevada que para los ensayes de oro ordinario, con mas la cantidad de plomo necesaria (8 grs), i otra cantidad de plata pura igual á un

gramo 0.30. Si el ensaye ha sido verificado en buenas condiciones, el boton resultante presentará todos los caractéres que acusan la presencia del platino; esto es, un color mate con cristalizacion superficial, boton que instantáneamente se solidifica, sin estallido de relámpago. En este caso, este mismo boton, despues de amartillado, recocido, laminado i recocido otra vez, deberá ser enrollado en forma de espiral, i tratado dos veces consecutivas por el ácido nítrico á 22° de concentracion. Disuélvese el platino á causa de la presencia del oro i de la plata, i la disolucion presentará un color amarillo pajizo. Trátese de nuevo con el mismo ácido á 32°, lávese la espiral metálica en agua caliente i se seca en un crisol al interior de la mufla. La espiral que afectaba ántes un color rojo oscuro, amarillea á la temperatura elevada, ofreciendo el brillo metálico que caracteriza al oro. En este estado se pesa la espiral i se anota su peso; despues debe ser copelada de nuevo con la cantidad designada de plata de encuartacion en las mismas condiciones que en las copelaciones anteriores. Si el peso de este

último ensaye iguala al que resultó del primero, constará la verdadera lei del oro; pero si ambos pesos difieren en algunos milésimos, se repetirá la misma operacion una ó mas veces, hasta que ambos pesos se nivelen.

Boton de oro i de platino.....	450m
(Sustrayendo la plata de encuartacion)	
Espiral de oro.....	400
Diferencia de platino	50

ENSAYE DE ORO LIGADO CON PLATA I PLATINO.

Dicha liga contiene siempre una pequeña cantidad de cobre, i por esta razon es necesario determinar, aunque aproximativamente, su lei, con el objeto de conocer la cantidad de cobre, i por consiguiente el plomo que la copelacion exige. Dicha lei se determina aproximadamente, pasando á la copela, i á una temperatura mui elevada, un décimo de gramo de la liga con dos gramos de plomo. Despues de la copelacion que debe ser efectuada en las mejores condiciones posibles, se obtendrá un grano metálico, cuyo peso dará á co-

nocer la cantidad de cobre contenida en la liga : á continuacion se buscarán en la tabla las cantidades de plomo necesarias para los ensayes del oro á fin de verificar una segunda operacion.

Se procede de la manera siguiente :

Se toma un *medio gramo* de la aleacion i se pasa á la copela como en los casos precedentes, con el plomo indicado por la tabla, pero teniendo cuidado de añadir de uno á dos gramos mas de plomo, á causa de la intervencion del platino. Terminada la copelacion, i enfriado el grano metálico, se pesa cuidadosamente i se anota su peso. Encuártese despues este mismo boton con la plata pura necesaria, i como hemos dicho, en la proporcion de dos i medio ó tres veces de plata por una de oro i de platino reunidos. Copélese la liga con un gramo de plomo bajo una temperatura mui elevada; de esta segunda operacion resulta un grano metálico, que debe ser aplastado, recocido, laminado, recocido nuevamente para abrir sus poros cerrados por el laminador, enrollado en espiral i disuelto en el ácido sulfúrico á 66° del areómetro da Baumé. Despues de diez minu-

tos de ebullicion, se reemplaza el ácido empleado por una cantidad igual que marque los mismos grados. Lávese la espiral metálica con ácido sulfúrico, i despues con agua destilada, séquese i enrojézcase en el interior del horno. El peso de esta espiral, por diferencia del peso obtenido del primer boton, dará á conocer la cantidad de plata existente en la liga.

Despues de determinar la cantidad de plata, falta conocer i separar del oro la pequeña cantidad de platino que le acompaña. Con este objeto se adicionará á la misma espiral compuesta de oro i de platino, tres veces su peso de plata pura de encuartacion, i con mas el plomo necesario se pasa nuevamente á la copela. El boton que resulta presenta los mismos caractéres que en los ensayes de oro ordinario; pero cuando el grano se ha enfriado se notan los caractéres del platino; el grano perfectamente limpio, debe ser aplastado, cocido, laminado, recocido, enrollado, etc., i disuelto en el ácido nítrico á 22° de concentracion : decántese este primer ácido al cabo de diez minutos, i hágase nuevamente hervir la espiral

en ácido nítrico que marque 32°, i despues de una ebullicion de diez minutos lávese con agua destilada, séquese, i en fin, pésese con cuidado. Su peso, por diferencia de la pérdida, indica por una parte la cantidad de oro, i por otra el platino disuelto.

Este ensaye no puede considerarse como exacto, i el operador está obligado á comenzar nuevas operaciones; queremos decir, á encuartar otra vez la espiral i á verificar un nuevo refinamiento por medio de los ácidos, como hemos indicado en las líneas precedentes. En este caso la segunda espiral es mas pura; esto es, cuando el platino no interviene sinó por 100^{m}. Si el resultado de una segunda operacion es igual al de la primera, es indudable el buen éxito de la operacion, pero si ambos pesos difieren, será menester comenzar nuevas operaciones hasta encontrar dos pesos semejantes.

ENSAYE DE ORO LIGADO CON PALADIO.

En una liga compuesta de los metales siguientes :

Oro	800^{m}
Paladio ..	005
Cobre ...	195
	1,000

Los caractéres de la copelacion no ofrecen cambio notable; mas no sucede así cuando el paladio coopera por unos 100^{m} al conjunto de la liga, porque el boton que resulta se presenta cristalino, i su disolucion en el ácido nítrico adquiere un color pajizo; i es rojo en caso de que el paladio entre por una cantidad mayor que la indicada. Supongamos una liga compuesta de las proporciones siguientes :

Oro	800^{m}
Paladio ..	150
Cobre ...	050
	1,000

Pásese á la copela medio gramo de la liga con la cantidad necesaria de plomo que corresponda al fino de 800^{m} i agréguese 1 gramo 200 milési-

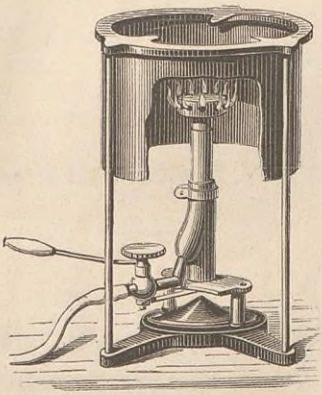
mos de plata pura de encuartacion : la operacion se verifica por la via ordinaria, el boton que se presenta cristalino, afecta la forma de hojas superpuestas; la laminacion lo vuelve duro, i su disolucion en el ácido nítrico, que debe operarse dos veces consecutivas, ofrece un color rojo. Despues se lava con agua destilada i á continuacion pesará 400^{m}, i ofrecerá el hermoso color amarillo que caracteriza al oro. Búscase en el licor filtrado el paladio, despues de haberse precipitado mediante la accion del ácido hidroclórico la plata que podia existir. El cianuro de mercurio dará en este caso un precipitado blanco de cianuro de paladio, susceptible de descomponerse á una temperatura elevada.

ENSAYE DE ORO LIGADO CON IRIDIO.

Encuéntrase el iridio en las arenas auríferas. Mas infusible que el platino i no susceptible de ligarse con el oro, se presenta en estado de mera mezcla en la liga i diseminado en la barra. La operacion se verifica como en los casos preceden-

tes, teniendo la precaucion el operador de no tomar las partes que contengan iridio, cuya presencia es fácil conocer por los granos de color de acero. En este último caso, se separa el iridio del oro por medio de la refinacion, operacion que consiste en disolver la liga en el agua régia, que disuelve el oro sin detrimento del iridio, el cual permanece intacto. La disolucion ácida, que contiene todo el oro existente en la liga, debe ser mezclada con una disolucion de sulfato de protóxido de hierro (FeO, SO^3), que reduce todo el oro al estado metálico; bastando fundir en grandes crisoles esta masa de oro reducida, para lograr una barra de oro completamente separado del iridio.

Con este motivo indicamos que es imposible hacer un ensaye exacto de una liga compuesta á la vez de plata é iridio por la via seca.



Aparato Bunsen para calcinaciones i evaporaciones.

(Pag. 57.)

SEGUNDA PARTE

VIA HUMEDA

SU DESCRIPCION I VENTAJAS

La feliz idea concebida por Gay-Lussac evita todos los inconvenientes inherentes á la via por copelacion. El sabio frances demostró que los ensayes de ligas monetarias por via húmeda permiten apreciar exactamente la lei de las ligas de plata. El procedimiento de la via húmeda consiste en determinar la lei de las ligas de este último metal, mediante una cantidad de una disolucion de clororuro de sodio ó sal marina (Na Cl). Este líquido debe ser compuesto de tal manera

que cierta cantidad de él, conocida, precipite otra cantidad conocida de plata.

Fúndase el método de Gay-Lussac en los principios siguientes : 1° En que la plata disuelta en el ácido nítrico, i mezclada despues con la disolucion normal de sal marina, se precipita al estado de cloruro argéntico (Ag Cl), insoluble tanto en el agua como en los ácidos. 2° En que la cantidad de este precipitado se determina por el volúmen de la disolucion empleada para precipitar la plata contenida en la disolucion ácida.

Fácilmente se puede conocer el término del precipitado de plata, por el efecto producido por una gota adicional de disolucion decimal salada. A este fin se esclarece el licor mediante la agitacion, i en este estado, se puede apreciar el efecto que produce la adicion de un nuevo centímetro cúbico de disolucion decimal de sal marina.

La presencia del plomo i del cobre no ejerce influencia alguna en la cantidad de sal marina, que debe precipitar la misma cantidad de plata pura i ligada.

Si se opera sobre un gramo de plata pura, la

disolucion de sal marina debe ser tal, que 100^{cc} precipiten exactamente toda la plata. La lei de una liga se determina entónces por el número de centímetros cúbicos de licor normal, i el número de centímetros cúbicos de licor decimal salado que se emplea para precipitar toda la plata contenida en la aleacion. Conviene advertir que la via húmeda, con sus aparatos sencillos y perfeccionados, permite apreciar una liga de plata con una exactitud de un décimo de miligramo.

PREPARACION DEL LIQUIDO NORMAL Ó BIEN SEA DISOLUCION NORMAL DE SAL MARINA.

Bajo este nombre se entiende una disolucion de sal ordinaria, preparada en términos que un decilitro, ó lo que es lo mismo 100 centímetros cúbicos, puedan precipitar exactamente un gramo de plata pura á 1000 milésimos de fino. Resulta de la experiencia, que es necesario tomar 100 partes de sal marina, para convertir 184 gramos 250 miligramos de plata al estado de cloruro :

guardada pues esta proporcion es fácil conocer la cantidad de sal necesaria para precipitar un gramo de plata pura; en efecto, la proporcion siguiente indica la cantidad :

184 gramos 250^{m} de plata : 100 gramos de sal :: 1 gramo de plata. = 542 milígramos 74 de sal pura.

De esta proporcion resulta que un gramo de plata mui pura exige 0 gramos 542 milígramos 74 de sal marina seca i fundida. Ahora bien, esta cantidad de sal marina pura debe encontrarse en cada 100 centímetros cúbicos de disolucion normal; luego 100 litros de esta misma disolucion deben contener 542 gramos, 740 milígramos de sal pura.

Admitiendo que tanto la sal marina como el agua que se quieren emplear se hallen en estado de pureza, no habrá mas que tomar estos dos cuerpos en las proporciones indicadas, para obtener una disolucion que bajo el volúmen de 100^{cc} precipite un gramo de plata pura. La preparacion del licor normal del modo indicado, no presentaria dificultad alguna si la sal fuese pura,

pero generalmente se prefiere para hacer dicha preparacion una disolucion saturada ó concentrada de sal marina, porque rara vez esta sal se encuentra en estado de pureza, i por otra parte puede fácilmente alterarse por la absorcion de la humedad atmosférica.

La primera operacion que se debe practicar para la preparacion del líquido normal, es conocer la cantidad de sal que contiene la disolucion saturada, evaporando unos 100 ó 200 gramos, hasta que resulte una sequedad completa; i por un simple cálculo de proporcion se determina la cantidad de disolucion salada que se debe tomar para mezclar con la cantidad necesaria de agua, á fin de obtener un licor que al volúmen de 100^{cc} pueda precipitar un gramo de plata pura. Supongamos que la disolucion de sal marina contiene 24 gramos de sal por 100 de líquido: supongamos igualmente que se quiera preparar 100 litros de líquido normal que corresponden á mil ensayes, por consiguiente á la precipitacion de un kilógramo de plata; i como para esta cantidad habrá necesidad de 542 gra-

mos 740^{ms} de sal pura, se hará la proporcion siguiente :

24 gramos de sal : 100 gramos de líquido salado :: 542 gramos 74 de sal = 2 kilógramos 261 gramos, 400^{m} de liquido saturado de sal.

A este último peso de 2 kilógramos 261 gramos 400^{m} de líquido saturado de sal se añaden 97 kilógramos 739 gramos de agua, i en seguida se procede á ensayar la disolucion para cerciorarse de su grado. Esta disolucion debe ser tal, que 100 centímetros cúbicos precipiten un gramo de plata pura, advirtiendo que la precipitacion de la plata no es efecto del agua empleada en los 100^{cc}, sino de la sal que se encuentra en disolucion. El grado de la disolucion normal depende de la temperatura bajo la cual se trabaja, i esta circunstancia puede hacerla variar, pero no es difícil corregir este error por medio de una prueba que en adelante indicaremos.

PREPARACION DE LA DISOLUCION DECIMAL DE SAL MARINA.

Llámase así la disolucion que contiene la misma cantidad de sal marina que los 100^{cc} de disolucion normal, pero bajo un volúmen décuplo. Prepárase añadiendo á los 100^{cc} ó bien sea á un decilitro de licor normal, la cantidad de agua necesaria para producir el volúmen de un litro (1000 gr.). Cada centímetro cúbico de esta nueva disolucion contiene la cantidad de sal marina necesaria para precipitar rigorosamente un miligramo de plata pura al estado de cloruro, como ya hemos observado.

PREPARACION DE LA DISOLUCION DECIMAL DE NITRATO DE PLATA.

Entiéndese bajo este nombre una disolucion que contiene exactamente un miligramo de plata por cada centímetro cúbico de disolucion. Prepárase disolviendo un gramo de plata químicamente pura, i añadiendo agua destilada en cantidad sufi-

ciente para que la disolucion ocupe exactamente el volúmen de un litro de líquido (1000 gr.). Esta disolucion i el licor decimal de sal marina deben ser preparados de tal manera, que recíprocamente se saturen cuando se mezclan en volúmenes iguales, porque estos dos cuerpos se encuentran en proporciones exactas, i la descomposicion es completa.

CORRECCION DE LA DISOLUCION NORMAL.

Una vez indicada la manera de preparar la disolucion normal de sal marina que sirve para determinar las leyes de las aleaciones de la plata, procederemos ahora al modo de comprobar el grado de dicha disolucion.

Conviene advertir desde luego que esta comprobacion debe verificarse sobre un dato conocido, como es un gramo de plata químicamente pura ($\frac{1000}{1000}$) i disuelto en 8 ó 10 centímetros cúbicos de ácido nítrico. Procediendo á la operacion se tomará en una pipeta graduada 100 centímetros de disolucion normal, i se dejará caer toda

sobre la disolucion de plata de que hemos hablado anteriormente, i se agitará en seguida para que en el momento la mezcla sea completa. La comprobacion quedaria terminada si la disolucion normal tuviera un grado legítimo ó exigido para los ensayes, porque entónces la plata disuelta en el ácido se habria precipitado totalmente; pero si la disolucion normal fuese *débil en demasía*, por efecto de ser impura la sal empleada para su preparacion, no se precipitaria completamente el gramo de plata, i el licor claro separado del precipitado, daria un nuevo precipitado por otro centímetro cúbico de la disolucion *decimal de sal marina*. Supongamos ahora que el primer centímetro cúbico decimal salado produzca una turbiedad; este caso argüiria evidentemente que la disolucion normal era *inferior al grado real*, i consiguientemente que toda la plata no ha sido precipitada. Para reparar este inconveniente, se agita de nuevo el licor turbio, i aclarado por el reposo se continúa añadiendo nuevas dósis de disolucion decimal salada, de centímetro en centímetro cúbico, hasta que el licor ofrezca una

trasparencia completa, sin presentar nebulosidades. Supongamos que el número de centímetros cúbicos de licor decimal salado empleado sea de *cinco centímetros cúbicos;* esto es, que los 100^{cc} de licor normal solo han precipitado 995^{m} de plata. En este caso la disolucion será *débil en demasía*, i para ponerla al nivel de su verdadero grado, seria necesario añadir una nueva cantidad de *disolucion saturada de sal marina*, que resultará de la proporcion siguiente :

995 gramos de plata : 2 kilógramos 261 gramos 400^{m} de licor salado :: 5 gramos de plata : = 11 gramos 36 L. salado.

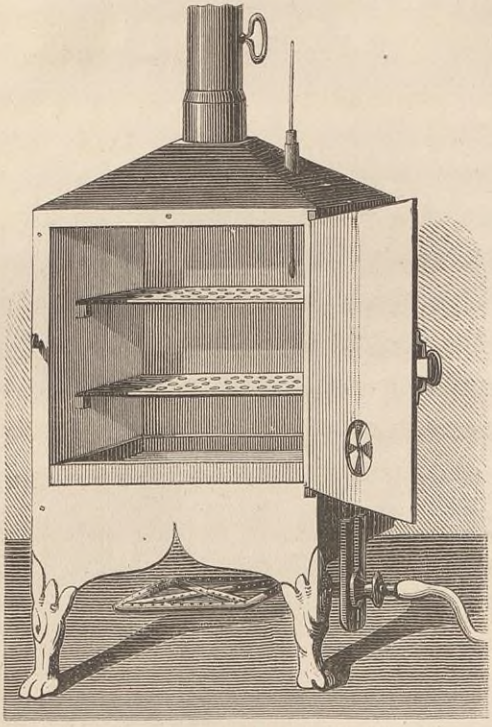
Añádanse 11 gramos, 36 centígramos de disolucion saturada de sal al licor normal, la lei de esta resultará verdadera; i, mediante este licor, se puede con toda exactitud determinar la lei de las ligas.

Hasta aquí hemos supuesto que la disolucion normal de sal marina fuese *débil en demasía*; pero, en caso contrario, esto es, si el error fuese por *exceso*, el licor claro separado del cloruro de plata, que formó los 100^{cc} de licor normal, ofre-

ceria otro precipitado no ya á las adiciones sucesivas de la *disolucion decimal de sal marina*, sino al contrario, á la adicion de la *disolucion decimal de nitrato de plata*, que tiene la propiedad de destruir el exceso de sal que puede contener el licor mencionado. Así, por ejemplo, si la disolucion normal de sal marina excediese en *cinco milésimos*, i consiguientemente se alejase de su verdadero grado, seria necesario verificar un nuevo cálculo con el objeto de añadir una cantidad de *agua* suficiente para lograr una disolucion capaz de precipitar exactamente un gramo de plata pura con un volúmen de 100^{cc}; i para ello habrá que recurrir á esta proporcion :

1005 de plata : 100 de agua :: 5 de plata : = 497,51 de agua.

En otros términos, seria necesario agregar 497 gramos 51 centígramos de *agua* para obtener el licor normal en su verdadero grado.



Estufa Wiesnegg á 100 grados centigrados.

(Pag. 71.)

APLICACION DEL PROCEDIMIENTO DE LA VIA HUMEDA A LA DETERMINACION DE LA LEI DE LAS LIGAS DE PLATA.

La primera condicion que requieren semejantes ensayes, es proceder siempre con un gramo de plata pura. Cuando no consta dato alguno sobre la lei de este metal, se debe recurrir á la copelacion. Las composiciones de las ligas monetarias son generalmante conocidas de un modo aproximativo : i, por otra parte, seria fácil determinar su composicion por medio de la piedra de toque. Compónense en general de 900^{m} de fino, con una tolerancia de 2 miligramos en más ó en ménos, de modo que la lei de dichas ligas varia entre 902/1000 i 898/1000. Demos á conocer ahora la aplicacion de la via húmeda á la determinacion del fino de una liga monetaria : por ejemplo, de una moneda de un peso fuerte ; i, suponiendo que la liga se encuentra en su límite inferior, esto es, á 898^{m}. En este caso, para operar sobre un gramo de plata pura, se verifica-

ria esta proporcion tomando por base el fino de 898^{m} :

$$0{,}898 : 1{,}000 :: 1{,}000 : = 1^{g},\ 113^{m},\ 5^{dm}.$$

Resulta pues, que 1^{g}, 113^{m}, 5^{dm} será el peso justo que se deba tomar de la liga, en la cual se encuentra el gramo de plata pura. Se introduce esta liga en 8 ó 10^{cc} de ácido nítrico puro á 32° del areómetro de Baumé, i se calienta en un baño maría hasta que el ácido haya disuelto completamente la liga; entónces se vacian en el frasco los 100^{cc} de licor normal, agítase con fuerza el precipitado que se forma hasta que se halle éste enteramente reunido, i se muestre completamente claro el líquido separado del precipitado de cloruro de plata; despues de algunos momentos de reposo se añade al licor claro, un centímetro cúbico de disolucion decimal de sal marina, que representa un miligramo de plata pura; si formare éste un precipitado, se agita nuevamente el licor, i cuando resulte una claridad perfecta, se añade un nuevo centímetro cúbico de licor decimal de sal, continuando la operacion hasta que cese todo

precipitado; entónces se separa el último centímetro cúbico, i la mitad del penúltimo que no ha producido efecto alguno, los demas centímetros especifican la cantidad de plata que es necesario añadir á un gramo para obtener toda la plata contenida en 1^{gr}, 113, 5 de liga, i se calcula la lei por una proporcion sencilla.

Supongamos que el número de centímetros cúbicos de *licor decimal salado empleado* sea de 6^{cc}, en este caso se separa un centímetro cúbico, i la mitad del penúltimo, quedando 4^{cc} 1/2, que representarán 4 miligramos i medio de plata pura; la cantidad de este último metal, contenido en liga adoptada, será por consiguiente de 1 gramo, 4 miligramos i 5^{dm}, cuyo fino resultará de la proporcion siguiente:

$$1^{g}\ 113^{m}\ 5 : 1^{g}\ 004^{m}\ 5 :: 1000^{m} : = \frac{902}{1000}$$

La cual indicará que la lei buscada es de $\frac{902}{1000}$

Hasta aquí hemos tratado del procedimiento de la via húmeda para la determinacion de la lei de las aleaciones elevadas. Ahora vamos á indi-

car que este mismo método basta para determinar asimismo la lei de las ligas bajas.

Admitamos que se deba proceder á un ensayo de una moneda sometida al fino de 897^{m}. Para tomar el peso de la aleacion que debe contener un gramo de plata pura, se verificará esta proporcion :

$$897 : 1000 :: 1000 : = 1^{g}, 115^{m}.$$

Despues de haber precipitado la disolucion ácida de esta liga por los 100^{cc} de licor normal, se buscará el milésimo de plata con el licor decimal salado; en este caso, el licor claro separado del precipitado no presentará turbiedad alguna mediante la adicion del primer centímetro cúbico de licor *decimal salado;* siendo así habrá que emplear la disolucion decimal de *nitrato argéntico;* el primer centímetro cúbico enturbia el licor, pero el operador prescindirá de este fenómeno, pues su objeto es destruir el centímetro cúbico de licor salado, inútilmente empleado. Despues de haber aclarado el licor por medio de la agitacion, se introducen tantos centímetros cúbicos de

disolucion de nitrato de plata cuantos sean necesarios para que cese de enturbiarse el licor claro separado del precipitado; vuélvase otra vez á recurrir al licor decimal salado, i apúntense los centímetros cúbicos de esta última disolucion, que indican un aumento del título, con el signo *más*, i los milésimos de nitrato de plata que indican una disminucion del título, con el signo *ménos*.

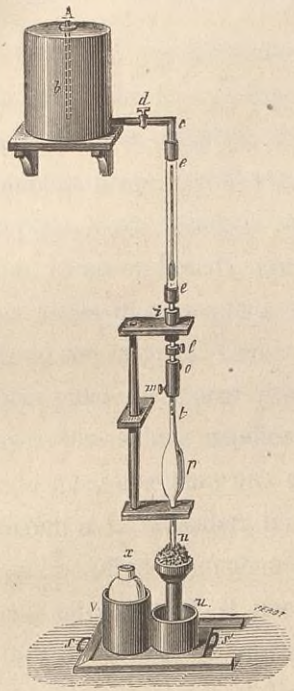
Supongamos que el número de centímetros cúbicos de disolucion de *nitrato argéntico* necesario sea de *dos i medio*; esto es, despues de haber separado los centímetros cúbicos que no han sido utilizados, en este caso, 2^{m}, 5, de *nitrato de plata habrán sido necesarios* para la precipitacion completa de los 100^{cc} que representaban un gramo de plata bajo el peso de 1115^{m} de aleacion, cuya lei se obtiene por esta proporcion :

$$1115^{m} : 997,5 :: 1000 : = \frac{894,6}{1000}$$

Queremos decir que la lei será de $\frac{894^{m},6}{1000}$ con la exactitud de medio milésimo.

Una moneda que presente esta lei habrá traspasado los límites legales.

Debemos advertir que los ensayes de plata por via húmeda no deben jamas ser terminados con disolucion *decimal de plata;* no solamente porque el líquido separado del precipitado es mui difícil de aclarar, sino tambien por el tiempo que se pierde en estas manipulaciones. Evítanse estos inconvenientes tomando un peso de algunos milésimos, mayor que el que se supone en la aleacion que se trata de ensayar, á fin de terminar siempre la operacion con la disolucion *decimal salada.*



Descripcion

DE LA PIPETA.

—

b. Es un depósito que se llena de disolucion normal de sal marina.

A. Es un tubo por donde se introduce el aire durante la operacion.

d. *l*. *m*. Robinetes.

B. Tubo que pone en comunicacion el depósito *b* con el resto del aparato.

c. *c*. Es un tubo que contiene un termómetro para la graduacion del licor normal.

i. Sustentáculo (*support*).

t. Altura que determina la capacidad de 100*cc* en la pipeta *P*.

u. Extremidad de la pipeta.

u. Es una pieza donde se coloca una esponja para limpiar la extremidad de la pipeta.

V. Botella donde se precipita la disolucion de plata.

X. Cuello de la botella anterior.

SS. Carretilla que permite colocar la botella en la parte inferior de la pipeta *P*.

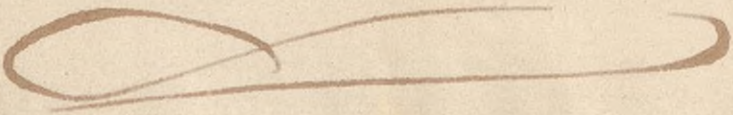
Curso de las operaciones.

Primeramente se pone en la botella *V* la disolucion de la liga monetaria.

2º Por medio de los robinetes *d*. *l*, *m*, se llena la pipeta *P* hasta la altura *t*, con la disolucion contenida por el depósito *b*.

3º Se cierran los robinetes i se deja caer los 100*cc* de disolucion normal por la extremidad *u* al cuello de la botella *x*.

4º Para terminar esta operacion, se aclara el precipitado por medio de la agitacion.



ENSAYE DE PLATA LIGADA CON MERCURIO.

Esta liga no presenta propiedades notables bajo el punto de vista físico. A pesar de las precauciones que se toman con el objeto de separar completamente todo el mercurio de los minerales de plata, cuyo beneficio se hace por amalgamacion, como en Bolivia, por ejemplo, queda algunas veces una pequeña cantidad de mercurio ligado con la plata. Como la presencia del mercurio puede ocasionar graves errores en los ensayes, los asiduos estudios del Sr. Laval han probado que, mediante una modificacion, se puede encontrar la verdadera lei de la plata. La amalgama no ofrece fenómeno especial al contacto del ácido nítrico, pero sí uno notable al añadir los 100^{cc} de disolucion normal de sal marina. En este caso entúrbiase el licor, la agitacion no lo aclara completamente, i al contrario de los otros cloruros, es nula la accion de la luz. La presencia del mercurio se puede conocer en que el líquido separado del precipitado de cloruro argéntico queda siempre ligeramente turbio. Comién-

zase por buscar los milésimos de plata por medio de la disolucion decimal de sal marina, i se encuentra una lei mucho mas elevada que la que la prueba indica, lo cual arguye inexactitud. Para modificar este procedimiento, se pesa un nuevo ensaye de la liga, que se disuelve en 5^{cc} de ácido nítrico puro á 32° areómetro Baumé; i despues de la disolucion completa del metal, se añaden 25^{cc} de amoniaco diluido en igual volúmen de agua.

El amoniaco forma con el mercurio una sal doble, la cual carece de accion sobre la disolucion normal de la sal marina; de manera que no quedará por eliminar mas que la plata. Con este objeto se añaden á la disolucion argentífera los 100^{cc} del líquido normal, i se satura con 25^{cc} de ácido acético, teniendo la precaucion de asegurarse si el líquido es fuertemente ácido. El cloruro de plata que se forma se aclara por medio de la agitacion, i resulta que la accion de la disolucion decimal de sal marina, indica los milésimos de plata, i por consiguiente la lei de la liga.

El cloruro argéntico resultante toma el color

violáceo en presencia de la luz. Hemos preferido el empleo del ácido acético, porque los ácidos sulfúrico i nítrico requieren una cantidad excesiva de agua cuyo volúmen descomunal podria hacer difícil la operacion; i por otra parte, los ácidos SO^3 i NO^5 puros, podrian destruir la accion del amoniaco.

ENSAYE DE PLATA LIGADA CON AZUFRE.

Más ó ménos frágil á la percusion, esta liga presenta un color negruzco. Antes de averiguar el peso de la materia que se trata de analizar, se debe laminar en forma de láminas tenues, mediante la accion del laminador, con el objeto de acelerar su disolucion en el ácido nítrico. Antes de ahora, esta operacion presentaba mas de una dificultad, efecto de no ser completamente soluble el sulfuro de plata en el ácido mencionado á 32°, i á la temperatura de 100°, que es la mayor á que puede ascender el baño-maría; pero en el dia, una modificacion sencilla permite al operador encontrar al momento la lei de la liga.

Como hemos insinuado, el ácido nítrico á 32° no ataca completamente el sulfuro argéntico; la disolucion adquiere un color oscuro, i el sulfuro de plata insoluble se deposita; i en este caso, se añaden los 100^{cc} de disolucion normal de sal marina. Como toda la plata contenida en la liga no ha sido disuelta, es evidente que la disolucion, en vez de precipitar por el líquido decimal salado, precipitará por la disolucion decimal de nitrato de plata; que destruirá el exceso de la sal que se encuentra en disolucion, i correspondientemente, la lei de la plata será inferior á la lei real, á causa del grado débil del ácido. Todos estos errores pueden ser gravísimos, i exigen imperiosamente una modificacion, para determinar con toda exactitud la lei de estas aleaciones. Consiste dicha modificacion en el empleo simultáneo de los ácidos sulfúrico i nítrico. Disuélvese en este último una nueva cantidad de la liga cuyo peso conste; la disolucion presenta un tinte negruzco i el sulfuro de plata se deposita en el fondo del matraz; en este estado, se emplean 6^{cc} de ácido sulfúrico puro á 66°, el cual asimila el agua

del primer ácido, i lo convierte en ácido nítrico concentrado i humeante, cuya accion vigorosa trasforma el sulfuro de plata en cristales blancos de sulfato argéntico. Despues de esta operacion, se expondrán estos mismos cristales á la accion de los 100^{cc} de disolucion normal, i las adiciones sucesivas del líquido decimal salado, indican la lei exacta de la liga. El cloruro argéntico que resulta, ofrecerá el tinte violáceo que caracteriza á este metal.

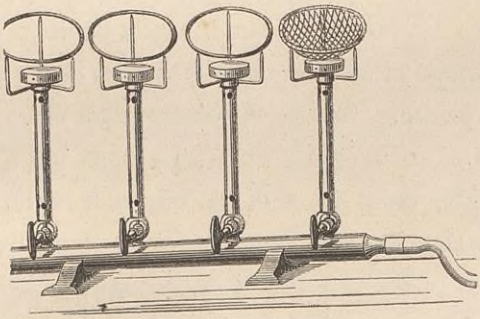
BRONCE

ENSAYE DE BRONCE.

La moneda de bronce, llamada vulgarmente de cobre ó de vellon, se compone de los metales siguientes :

Cobre.....	95	
Estaño....	04	100
Zinc.....	01	

Para hacer el ensaye de esta aleacion, se toma una moneda de cobre, que se amartilla i se lamina en hojas sutiles. A continuacion se pesa una cantidad equivalente á 5 gramos, la cual se introduce en un matraz con 30 centímetros cúbicos de ácido nítrico á 20° del areómetro de Baumé. Una vez terminada la disolucion de los metales atacables, se añade agua á la disolucion, i se deja el matraz en reposo algunos instantes, al cabo de los cuales se nota la aparicion de un depósito blanco de ácido estánico (SnO^2); filtrese el líquido, i lávese el ácido estánico con agua cáliente hasta que las aguas filtradas cesen de pre-



Lámpara á gas para calentar los matrazes. — Sistema Debray, construccion de Wiesnegg.

(Pag. 88.)

sentar reacciones ácidas. El ácido estánico, obtenido del modo indicado, debe ser calcinado con el filtro en una cápsula de porcelana cuyo peso se conozca exactamente. Como no siempre es posible emplear el papel de Berzelius en estas operaciones, debemos advertir que el papel ordinario de filtro puede dejar despues de la calcinacion una cantidad mayor ó menor de carbon; i como este puede reducir el ácido estánico al estado metálico, es indispensable dejar caer sobre el filtro calcinado algunas gotas de ácido nítrico, á fin de convertir el estaño metálico en ácido estánico. Calcínese de nuevo el filtro i el peso del óxido de estaño, ó mejor dicho del ácido estánico, convertido por los equivalentes químicos en estaño metálico dará por un cálculo el peso del estaño.

100 partes de ácido estánico contienen 79 0/0 de estaño, si se multiplica el peso del filtro por 79 i se divide por 100, se obtendrá dicho resultado.

Ejemplo : 100 : 79 :: 5 : = 3g 95m

SEPARACION DEL PLOMO.

Para separar el plomo que pudiera contener la aleacion, se elimina el mencionado metal al estado de carbonato, procediendo como á continuacion indicamos.

Preliminarmente á todo ensaye, deberá el operador saturar por medio del amoniaco, las aguas resultantes de la separacion del estaño, i añadir despues una cantidad suficiente de carbonato de amoniaco; en este caso una parte de ácido carbónico (CO^2) se desprende, quedando la otra combinada con el plomo contenido en la disolucion, con el cual forma un carbonato de plomo que inmediatamente se deposita bajo la forma de un polvo blanco. Dicha reaccion está indicada por las fórmulas siguientes:

$$NH^3, CO^2 + PbO, NO^5 = NH^3, NO^5 + PbO, CO^2$$

Filtrese i lávese el precipitado de carbonato de plomo, hasta que las aguas filtradas cesen de presentar reacciones alcalinas. En seguida se calcina el filtro en una cápsula de porcelana tarada,

hasta el estado incandescente; despréndese en consecuencia el ácido carbónico, i el plomo queda convertido en óxido. Advertimos que en esta operacion, como en la precedente, el carbon que resulta de la calcinacion del filtro, puede reducir el óxido de plomo al estado de plomo metálico, i por esta razon deberá recurrir el operador á las precauciones indicadas en el caso anterior. El óxido de plomo convertido en plomo metálico, arguye por un cálculo la cantidad de plomo contenida en la aleacion,

---

SEPARACION DEL ZINC POR CEMENTACION.

Esta operacion se funda en la volatilizacion del zinc á una temperatura elevada. Para determinar la lei del zinc por este procedimiento, se pesa un gramo de la aleacion, como igualmente medio gramo de estaño puro, cuyo uso no es otro que el de aumentar la fusibilidad del conjunto. Colócanse la liga i el estaño en un pequeño crisol de carbon i se pone este crisolito en el interior de otro crisol de barro de mayores dimen-

siones; terminado esto, es necesario tapar herméticamente ambos crisoles, para colocarlos despues en el interior de una mufla fuertemente calentada. Al cabo de tres horas, presentará el crisolito de carbon un depósito metálico, compuesto únicamente de cobre i de estaño, á causa de la volatilizacion del zinc i del plomo.

El peso del gramo metálico que resulta por la diferencia de su peso primitivo, arguye la cantidad de zinc que contiene la liga.

REDUCCION DEL COBRE AL ESTADO METÁLICO.

El cobre que aún no ha sido reducido, se encuentra en las aguas filtradas procedentes de la separacion del estaño i del plomo, se calcula la cantidad de cobre contenida en la liga monetaria por la diferencia de los metales blancos que resulten; pero si se quiere saber tambien el fino del cobre, nada será mas fácil que separarlo al estado metálico.

Vamos á describir al efecto el procedimiento. Como el cobre no puede ser reducido al estado

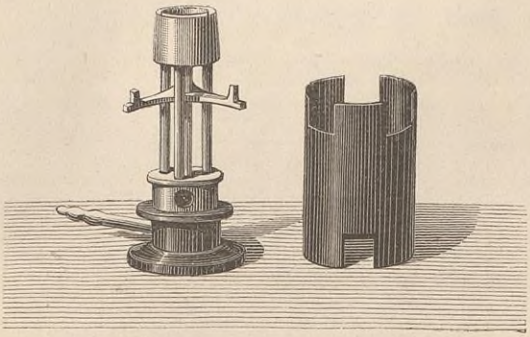
metálico en sus disoluciones alcalinas, es indispensable volver ácido el líquido alcalino, mediante la accion del ácido hidroclórico, cuya mayor afinidad por el hierro lo induce á combinarse con este metal, i lo trasforma en cloruro, quedando por consiguiente separado el cobre al estado metálico, así como resulta de la ecuacion siguiente :

$$Cu\ Cl + Fe = Cl\ Fe + Cu$$

Para reducir el cobre, se introduce una barra de hierro en el licor ácido por la accion del ácido hidroclórico; en este estado se verifican las reacciones descritas, i el cobre se precipita al estado metálico sobre la barra de hierro, para depositarse despues en el fondo del receptáculo bajo la forma de polvo metálico.

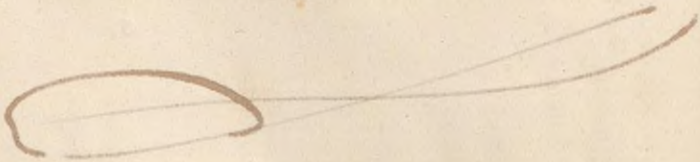
El ensaye no estará terminado sino cuando el operador se haya cerciorado de la reduccion íntegra del cobre, lo que puede fácilmente ponerse en evidencia introduciendo en el líquido un alambre de hierro; este presentará un color cobrizo si aun existiese cobre en la disolucion; en caso

contrario, esto es, si el hierro no cambia de color, el cobre habrá sido completamente reducido. En caso afirmativo, filtrese el depósito metálico, lávese en agua alcoholizada para impedir la oxidacion, i en fin séquese á la temperatura de 100°. Su peso dará á conocer la cantidad de cobre metálico contenida en la aleacion monetaria.



Horno para calcinaciones.

(Pag. 96).



CENIZAS

PURIFICACION DE CENIZAS DE PLATERIA.

Se entiende bajo el nombre de ceniza de platerías, los residuos que provienen de la fabricacion de monedas, de alhajas, ú otras industrias análogas, que tienen por objeto el trabajo, ó la manipulacion de los metales preciosos.

Dichos residuos compónense generalmente de los crisoles empleados en la fundicion del oro ó de la plata, de cenizas procedentes de los hornos de fundicion, i en fin, de todos los instrumentos inutilizados que han servido en el trabajo del oro ó de la plata. Estas diferentes materias son ó no combustibles. La primera operacion consiste en calcinar dichos residuos, con el objeto de destruir las materias combustibles; las que no lo son, pueden reducirse á polvo fino, i esta operacion se hace por medio de morteros, ó sea mecánicamente. Terminada la calcinacion, i la mezcla

íntima de los polvos, se lavan éstos en depósitos de madera con el objeto de separar el oro i la plata, que en razon de su peso específico, quedan depositados en el fondo del receptáculo en el cual se opera, advirtiendo que ántes de someter los metales á la fusion, el operador tendrá el cuidado de separar por medio del iman, las pequeñas partículas de hierro que intervienen. Este primer lavado tiene por objeto separar las partes mas voluminosas de los metales preciosos; para eliminar asimismo el oro i la plata arrastrados por el agua, i que se encuentran en un estado de mayor diseminacion, es indispensable recurrir á un medio mas poderoso, i éste constituye una industria conocida bajo el nombre de : *El arte del fundidor de Cenizas*, que consiste :

1° En moler las cenizas húmedas en contacto con el mercurio. 2° En hacer pasar el mercurio por medio de la presion á traves de los poros de un cuero de gamuza. 3° En destilar el mercurio con el objeto de separar el oro i la plata que quedan como residuo en el fondo de la retorta. La primera de las operaciones indicadas se verifica

en molinos de hierro interiormente acanalados que contienen un cilindro estriado, cuyos dientes engranan en los del molino i tienen un movimiento de 12 á 15 vueltas por minuto, durante 12 horas consecutivas, en las cuales se pulverizan las cenizas, poniéndolas constantemente en contacto con el mercurio. Generalmente se emplean 50 kilógramos de cenizas i 12 kilógramos de mercurio.

Una vez terminada esta operacion se retira el mercurio i se separa por el lavado de las cenizas que le acompañan, como igualmente la pequeña cantidad de hierro que interviene; á continuacion se exprime la amalgama á traves de los poros de un cuero de gamuza con el objeto de separar la mayor cantidad posible de mercurio.

La retorta empleada para la destilacion de la amalgama es de hierro, i se compone de dos fracciones que se reunen ó se cierran herméticamente por medio de tornillos sólidamente ajustados. Se introduce la amalgama en el fondo de la retorta i se eleva la temperatura,

hasta que el mercurio deje completamente de destilar.

Enfriada i abierta la retorta, ésta presentará un depósito de oro i de plata, que se deben reducir en forma de barra.

A pesar del esmerado cuidado que se tiene en el lavado i en la amalgamacion de las cenizas, estas retienen todavía pequeñas cantidades de oro i de plata, las cuales no pueden ser separadas, sino rara vez, al estado metálico, á causa de los óxidos que contienen. Dicha separacion no puede tener lugar sino por medio de la fusion, ó sea por medio de un reductivo; pero como el oro i la plata intervienen en mui pequeñas cantidades, es necesario emplear un disolvente que pueda reunir las moléculas mas reducidas de los metales preciosos. Dicho disolvente es el plomo, que, como sabemos, se liga fácilmente al oro i á la plata, i por otra parte es fácil separarlo por medio de la copelacion.

En la fundicion, que se hace en hornos llamados de reverbero, se emplea la mezcla siguiente :

Cenizas.....	1g,250m	= 5g,230
Litargirio.....	1, 250	
Escoria.....	2, 500	
Polvos de carbon...	0, 080	
Sulfato sódico.....	0, 100	
Hierro.....	0, 050	

ENSAYE DE CENIZAS.

El ensaye de cenizas no presenta dificultad alguna, i solo exige cuidado en las manipulaciones. Como dicha materia es rara vez homogénea, presenta casi siempre al ensaye diferencias, algunas veces considerables; i por esta razon jamas deberá el operador limitarse al resultado del primer ensaye, sino repetir éste dos ó mas veces hasta obtener dos leyes, si no semejantes, al ménos aproximativas, i tomará el término medio de ambos resultados como el verdadero valor de la materia sometida al análisis.

Se toma por medio de una sonda i de las diferentes partes del depósito de cenizas, la cantidad necesaria al ensaye. Terminada esta operacion

delicada, que es la que en mayor grado exige cuidado á causa de la poca homogeneidad de la masa, pesará el operador 10, 20 ó 25 gramos, segun la mayor ó menor riqueza de las cenizas. Preliminarmente se determina la cantidad de agua, la que puede fácilmente conocerse secando las cenizas á la temperatura de 100°; la diferencia del primer peso, al que resulta despues de la operacion, indica la cantidad de humedad. No siendo el objeto del ensaye que nos ocupa otro que el de determinar con toda la exactitud posible los últimos milésimos de oro i de plata, no se puede obtener este resultado sino por los medios siguientes:

1° Por medio de la fusion.

2° Reduciendo al estado metálico los óxidos que intervienen.

3° Separando con el plomo el oro i la plata que se encuentran en pequeñas cantidades relativamente á la masa.

Advertiremos que cuanto mas ricas son las cenizas, queremos decir, cuanto mayor sea la cantidad de oro i de plata, el peso sometido al

ensaye será menor, i mayor la proporcion del plomo.

Miéntras mas refractarias sean las cenizas mas abundantes i activos deberán ser los fundientes.

Si dichas cenizas contienen ya carbon, el bitartarato potásico, la resina i el carbon que se emplean como reductivos, deben entrar en menores proporciones. En caso de que las cenizas contuvieran hierro, deberá añadirse una pequeña cantidad de nitrato potásico; pero si al contrario, contienen azufre ó sulfuros, será indispensable añadir limadura de hierro.

Efectúase el ensaye de la manera siguiente :

Conocida la cantidad de agua, se mezclan 10 ó 20 gramos de cenizas secas con el fundiente que se crea conveniente, i se introduce dicha mezcla en un crisol i al interior de una mufla incandescente. La materia entra en fusion i el ácido carbónico se desprende. Enfriado i roto el crisol, se encontrará en su centro un depósito de plomo separado de la escoria. La fusion habrá sido verificada en buenas condiciones, si las partículas mas reducidas de plomo se encuentran perfecta-

mente reunidas i completamente separadas de la escoria; en caso afirmativo, no quedará al operador mas trabajo que el de determinar la lei de los metales preciosos copelando el depósito de plomo resultante sobre una copela de huesos calcinados, cuyo peso sea igual al peso del plomo que se quiere oxidar.

A continuacion indicamos la composicion de algunos fundentes.

Para ensayar 25 gramos de cenizas se emplean :

I

Carbonato potásico	20 gr.
Litargirio (protóxido de plomo fundido)	20
Bitartarato potásico	·02
Borax	02
Sal comun (cloruro de sodio)	02

II

Carbonato sódico	·150 gr.
Polvos de carbon	010
Minio (plumbato de óxido de plomo)	030

Para ensayar las cenizas procedentes de las maderas doradas se emplea la mezcla siguiente :

Minio	25 gr.
Vidrio en polvo	15
Borax.....	15
Resina.....	02
Cenizas.....	25

Hemos observado que en el laboratorio de ensayes de la Casa de la moneda de Paris, donde diariamente hemos tenido ocasion de hacer un número considerable de ensayes de cenizas, no se emplea como fundiente sino el carbonato de plomo i la resina, cuyas proporciones exactas, probadas por la experiencia, damos en el siguiente cuadro :

Para hacer el ensaye de 10 gramos de cenizas se emplea :

Carbonato de plomo (albayalde).	100 gramos
Resina.....	000,5 decígramos

Debemos advertir que si las cenizas contienen mucho oro i plata, i son mui refractarias, se deben tomar por lo ménos 200 gramos de carbonato de plomo i un gramo de carbon. Recomendamos este último modo de operar, no solamente por ser sumamente cómodo, sino tambien porque la

materia en fusion no es susceptible de hacer efervescencia, i por consiguiente se presta ménos á errores.

ENSAYE DE UN RESIDUO QUE CONTIENE A LA VEZ ORO, PLATA, PLATINO I COBRE.

De los diversos procedimientos que hemos empleado para verificar de un modo fructuoso el exámen de la materia en cuestion, indicaremos en pocas palabras el método que clasificamos mas exacto i fácil á las manipulaciones.

Dicha mezcla generalmente compuesta de limadura proveniente de las platerías, presenta un color gris amarillo metálico. La separacion de los metales preciosos se hace en la industria por medio del refinamiento; no obstante, si tan solo se contara con los recursos de un laboratorio, seria necesario recurrir al procedimiento que vamos á describir, cuyos resultados nos parecen satisfactorios.

Comiénzase por atacar la materia con agua régia i á la temperatura del baño-maría (100°),

terminada la efervescencia, i por consiguiente la accion del ácido, se evapora el sobrante de éste, hasta que resulte un principio de sequedad, i dicha evaporacion no será terminada sino cuando las últimas porciones de vapores rutilantes de ácido hiponítrico hayan cesado completamente de desprenderse. Añádase agua destilada á la masa concentrada, las sales de oro i de plata se disuelven inmediatamente i el cloruro argentino que se precipita, se separa sobre un filtro, no quedando en la disolucion mas que el oro, el platino i el cobre, que se eliminan como á continuacion indicamos.

Efectúase la separacion del oro al estado metálico, haciendo pasar á traves de la disolucion aurífera una corriente de gas ácido sulfuroso (SO^2), que fácilmente puede prepararse mediante el ácido sulfúrico i el cobre

$$(2\,SO^3, HO + Cu = SO^2 + CuO,SO^3 + 2\,HO)$$

ó bien calentando en un matraz una mezcla de ácido sulfúrico i carbon

$$(2\,SO^3, HO + C. = 2\,SO^2 + CO^2 + 2\,HO).$$

Inmediatamente se logra la reduccion del oro,

i á medida que avanza la operacion, se notan las hermosas hojas de oro que flotan en el líquido, en cuyo fondo se precipitan despues bajo la forma de un polvo mui dividido. La completa reduccion del metal que nos ocupa, no será terminada sino cuando el ensayador se haya asegurado de que el líquido se encuentra en estado de completa saturacion, la cual indicará el término de la reduccion. Terminada la íntegra reduccion del oro, tómese este metal, lávese con agua destilada, séquese i fúndase en un crisol con adicion de polvos de borax i nitrato potásico. El oro que anteriormente presentaba un volúmen considerable i un color oscuro, pierde, por decirlo así, las últimas porciones de agua á causa de la temperatura elevada, disminuye considerablemente de volúmen i presenta el aspecto amarillo metálico que caracteriza al oro. Por medio de una segunda fusion hemos obtenido, en un ensaye, un depósito de oro metálico del peso de mil i tantos gramos.

Separado el oro de la disolucion, esta no contendrá mas que platino i cobre; i no siendo

nuestro objeto extendernos sobre el particular, nos limitamos á enunciar rápidamente la separacion del platino.

Añádase á la disolucion platínica una tercera parte de alcohol, i despues una disolucion de cloruro de potasio; este reactivo precipita la platina al estado de cloruro de platino i de potasio ($KCl, Pl\ Cl^2$) : lávese cuidadosamente el precipitado que se forma con agua alcoholizada, á fin de evitar la disolucion del cloruro de platino, pues esta sustancia es un poco soluble en el agua pura; sin dicha precaucion resultaria una pérdida sensible. Puede obtenerse el platino metálico, calentando fuertemente el cloruro-platínico de potasio en el interior de un horno ó de una mufla suficientemente calentada. Se termina esta operacion haciendo hervir en agua destilada, i sobre un baño-maría, la esponja de platino resultante, á fin de separar el cloruro de potasio que le acompaña. Este procedimiento perfeccionado, i que hemos tenido ocasion de verificar personalmente con su autor, nuestro amigo el Sr. C. Morel, presenta buenos resultados, i so-

bre todo entre las manos de personas experimentadas.

ENSAYE DE GALONES DE PLATA I ORO.

Este género de análisis se hace por via seca, i las manipulaciones consisten :

1° En deshilar cuidadosamente el galon ;

2° En tomar nota del peso ;

3° En quemar la materia cuya lei se quiere determinar ;

4° En fundir las cenizas que resultan de la calcinacion, con adicion de cianuro de potasio ;

5° En determinar la lei de la plata por las vias ordinarias de copelacion.

Procédese como sigue :

Antes de toda manipulacion conviene que el operador tome la medida exacta del galon, así como tambien el peso de uno ó dos metros, segun la mayor ó menor importancia del metal ó metales preciosos, cuya lei se desea conocer. Pongamos por ejemplo que el galon en cuestion sea plata ; en este caso se procede á deshilar,

con el objeto no solamente de separar la trama de algodon i anotar su peso, sino tambien con el objeto de conocer la cantidad de seda en que está enrollado el oro ó la plata, cantidad que representa el peso total de la materia que se ensaya. Terminados estos preliminares, el operador quemará el hilo metálico, á fin de obtener la plata que queda completamente separada de las materias orgánicas, i fundirá dicho metal con adicion de cianuro de potasio, i en el interior de un horno incandescente. Cuando la fusion ha sido terminada en buenas condiciones, se rompe el crisol, i en el fondo de éste se encontrará un depósito de plata, cuyo peso indicará el metal precioso contenido en el galon, así como tambien por la diferencia el peso de la seda. Si se desea conocer la lei de la plata, nada será mas fácil que copelar la aleacion ó determinar su composicion por via húmeda. Por el método indicado pueden igualmente ensayarse los galones de oro, i por esta razon no creemos necesario repetir las operaciones descritas.

ENSAYE DE HOJAS SUTILES DE ORO (LIBRITOS DE ORO).

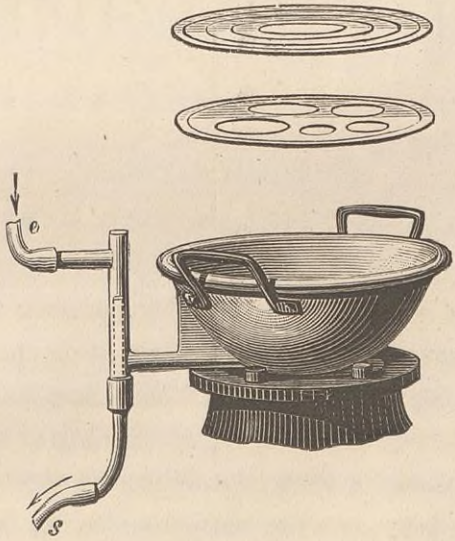
El análisis cuyas proporciones acompañamos, ha sido verificado con 56 libritos que contienen 858 hojas de oro.

Se introduce la materia en un crisol con adicion de polvos de borax en pequeña cantidad, la temperatura producida por una mufla incandescente, efectúa la fusion i resulta un depósito metálico del peso de 16 gramos 470 milésimos de una liga, cuya lei es :

Oro.....	978^{m}
Plata.....	017
	995^{m}

ó bien sea 19 gramos, 2 miligramos de liga por 1000 hojas de oro.

FIN DE LA SEGUNDA PARTE.



Baño-maría. (Pag. 114.)

TERCERA PARTE

MINERALOGIA

ALGUNAS PALABRAS

SOBRE LA COMPOSICION Y BENEFICIO DE LOS MINERALES EN GENERAL

Los minerales, salvo pocas excepciones, son el resultado de la combinacion de diversos metales con el oxígeno ó con el azufre; aquellos que, ademas de oxígeno, contienen ácido carbónico, queremos decir los carbonatos; pueden asimilarse á los que tan solo contienen oxígeno, porque el ácido carbónico se desprende fácilmente, cuando se somete el conjunto á una temperatura elevada; i esta circunstancia no presenta ninguna dificultad en los beneficios. Por lo expuesto anteriormente sabemos que son las combinaciones naturales las que nos suministran casi todos los me-

tales, rara vez presenta la naturaleza minerales que contengan cloro ó fósforo. Hai otros minerales que tienen reunidos diversos metales los unos con los otros, así por ejemplo, la plata i el plomo, el cobre i el hierro, el antimonio, ó el arsénico i la plata, etc.; algunas veces se separan estos últimos, el uno despues del otro, i si esta operacion es costosa é inútil, se procede solamente á la separacion del metal valioso. Añadiremos á lo dicho que los minerales no son casi nunca puros; generalmente están mezclados con una cantidad mayor ó menor de sustancias petrosas (*gangas*), en las cuales se encuentra el metal en el seno de la tierra. La primera operacion que se debe practicar para el beneficio de los minerales, consiste en dividirlos en pequeños fragmentos, con el objeto de separar las partes desprovistas de metal, i coleccionar tan solo el mineral cuyo beneficio ofrezca una utilidad positiva. Reunido el mineral, si se trata de separar completamente la ganga que le acompaña, se procederá á la pulverizacion, á fin de lograr dicha separacion por medio del lavado. Debemos advertir que si el

mineral en cuestion no puede ser beneficiado sino bajo la influencia de una temperatura mui elevada, como los minerales de hierro, es inútil la separacion completa de la ganga, porque esta puede fundirse i separarse del metal.

Terminadas estas disposiciones, las manipulaciones metalúrgicas se reducen :

1° A separar el oxígeno del metal, si el mineral es un *óxido* ;

2° A separar igualmente el azufre, si es un *sulfuro.*

Admitamos primeramente que la materia que se trata de ensayar sea un *óxido;* en este caso será necesario colocarla en el interior de un horno fuertemente calentado con adicion de carbon; en este estado el calor efectúa la descomposicion, el carbon se combina con el oxígeno contenido en el metal, el cual desoxidado i fundido á causa de la temperatura elevada, se deposita en el interior de un horno dispuesto de una manera especial.

En el segundo caso, queremos decir, si el mineral es un *sulfuro*, es indispensable la tuesta, ó

lo que es lo mismo la quema del mineral á fuego lento i al contacto del aire atmosférico. En el trascurso de la tuesta, el azufre entra en combustion, origina ácido sulfuroso que se desprende, i el metal se combina con el oxigeno i se trasforma en óxido. Una vez desulfurado i oxidado el metal del modo indicado, debe ser nuevamente desoxidado por medio del carbon como en los casos precedentes; no obstante, hai otro medio mas económico que permite abreviar la reduccion de los sulfuros que consiste en fundir éstos en el interior de un horno incandescente con adicion de hierro ó de cal. Estas últimas sustancias tienen mas afinidad por el azufre, que el metal que se trata de purificar, i por esta razon se logra separar el azufre que acompaña al metal.

Para separar los metales de un modo fácil i económico, la metalurgia aprovecha por decirlo así las propiedades siguientes :

1° La propiedad que tienen algunos metales de separarse de sus combinaciones los unos ántes que los otros; esto es, en el trascurso de las operaciones ;

2° La fusibilidad mayor ó menor de los metales;

3° La propiedad que tienen algunos metales de convertirse fácilmente en óxidos los unos ántes que los otros.

De todos modos conviene que el operador se ponga en circunstancias tales que, por los medios que emplea, los metales estén obligados á romper su liga.

PLATA

Ag

Propiedades, estado natural, produccion i beneficio de la plata.

Este metal, que es uno de los representantes de la riqueza i por consiguiente de suma importancia comercial, parece haber sido descubierto á un mismo tiempo que el oro; aunque es de presumir que el brillo i la existencia natural del oro, haya llamado ántes la atencion del hombre.

La plata es la mas blanca de todos los metales, es mas dura que el oro, mui dúctil i maleable aunque en menor grado que aquel. El agua, así como tampoco el aire pueden alterar el metal de que se trata, esto es, á la temperatura normal; pero absorbe el oxígeno cuando se prolonga la fusion al contacto del aire atmosférico. Dicho

metal se combina con el cloro, bromo, i iodo, i constituye con éstos los cloruros, bromuros, i ioduros argénticos, naturales i artificiales, que indicaremos en adelante. La plata se liga fácilmente con la mayor parte de los metales, i forma aleaciones más ó ménos diferentes; por ejemplo, con el mercurio forma una masa de ménos sonido que la plata pura. Existe en la naturaleza bajo diversas formas principalmente al estado de sulfuro, de cloruro, i tambien cristalizado en octaedros más ó ménos regulares, ó ligada con el oro, cobre, plomo, arsénico, mercurio, etc.; pero, generalmente es al estado nativo, ó combinado con el oro, azufre i antimonio, en el que nos presenta con mas frecuencia la naturaleza este metal.

En algunas minas de la América del Sud, se encuentra la plata nativa, en forma de hojillas ó granos cristalizados bajo la forma de cubos i octaedros, otras veces los cristales separados de la masa presentan la forma del octaedro regular; pero, cuando la plata nativa se halla diseminada en capas ó filamentos, tiene el color, el brillo i

la maleabilidad de la plata trabajada, lo que no sucede con los sulfuros que son generalmente grises ó negros.

La plata cristalizada no contiene sino rastros inapreciables de arsénico ó de antimonio, i esta pureza no es la misma que la de la plata nativa que con frecuencia se encuentra en láminas ó filamentos capilares : bajo esta forma contiene 8 i hasta 10 por ciento de antimonio, hierro i arsénico.

No olvidemos recordar que cuando la plata nativa está acompañada de antimonio, i algunas veces de arsénico i mercurio, es quebradiza en mayor ó menor grado segun las cantidades en que intervienen los metales extraños á la plata. Las proporciones de este metal, cuando está mezclado con antimonio, ó con antimonio i cobre, varian segun el orígen del metal. En el exámen de unas muestras de plata nativa antimonial procedentes de las minas de Chañarcillo (Chile), hemos encontrado 90 0/0 de plata, i 95 0/0 en la plata antimonial cobriza.

En las minas de Aullagas (Bolivia), se explota

una variedad de plata nativa denominada por los mineros bajo el nombre de pasaman, que se distingue de las anteriores por lo filamentosa i mui crespa que se presenta en la barra.

En Europa, la mayor parte de las minas son de plomo, ó de cobre argentífero, asociados á una pequeña cantidad de otros minerales de plata, i cuya explotacion seria sin ninguna importancia en las regiones mineras de Bolivia; no obstante, en las minas de Noruega, la plata nativa forma la base principal de la explotacion, i sucede otro tanto en Sajonia; pero las minas de plata, ó plomo argentífero de Hungría gozan de mucha reputacion á causa de su mayor rendimiento.

Si se compara el total de 72,000 quilógramos de plata ó sean 3.176.064 soles, que anualmente se explotan en las minas de Europa, con 3.460.000 marcos (44.980.000 soles) que producia la América del Sud ántes de ahora, suma que ha disminuido en la actualidad á 838,857 marcos de plata anuales, se notará que la importancia de las primeras, solo representa la décimocuarta parte del valor de las segundas.

Podemos decir que la produccion de la plata es un verdadero monopolio de la América del Sud, de cuyas minas nadie ignora se ha extraido de tres siglos á esta parte la inmensa suma de 512.700.000 marcos de plata (6.665.100.000 soles). Con mui justa razon las minas de México merecen el primer puesto en los estados mineros del mundo : posee esta República mas de tres mil explotaciones, establecidas para el trabajo de cinco mil i tantas vetas ó aglomeraciones de minerales de plata. No hai duda que las célebres vetas de Guanajuato, Zacatécas, Catorce, i las de Real-del-Monte, no tienen rival, pues tan solo la produccion de la primera, representa la cuarta parte del producto total de las minas Mexicanas valuadas en 25.200.000 pesos. El Perú posee importantes minas de plata en el cerro de Pasco, en Huantajaya, etc. De las numerosas minas de plata que existen en Chile solo recordaremos las de Copiapó, consideradas como las mas importantes; i entre otras que posee esta República, las célebres minas de Coquimbo, donde el metal que nos ocupa se encuentra como en Pasco

diseminado en los minerales ferruginosos, análogos á los minerales colorados de México, llamados Pacos en la América del Sud.

Despues de haber enunciado la riqueza de los minerales de México, permítasenos recordar en pocas palabras el célebre Cerro del Potosí (Bolivia) que á pesar de su decadencia, puede ocupar despues de Guanajuato el primer puesto en los estados mineros del mundo. Potosí, mui conocido en la industria minera, no es otra cosa que un punto culminante de una cadena metálica sin comparacion en el mundo, i cuya produccion despues del nuevo descubrimiento en 1845, está calculada en la suma fabulosa de un millar 650 millones de pesos.

La Francia que ocupa el tercer puesto en los estados mineros de Europa, tiene poco más ó ménos 500 ó 520 minas, de las cuales 30 son de plomo, ó plomo argentífero, i una mina de oro en cuarzo no explotada por su débil rendimiento. En Bolivia se explotan cerca de 150 minas de oro i de plata, sin contar los riquísimos lavaderos de Tipuani, Mapuri, Chuquiaguillo, etc.

Ademas un número considerable de minas de plata abandonadas en Oruro, por falta de máquinas para extraer el agua, poco abundante en verdad, aunque en gran cantidad segun el sentir de los explotadores. El canton de Salinas posee varios cerros atravesados por venillas de plata nativa no explotada por falta de máquinas de moler, i medios de fácil trasporte; esperan que una inteligencia superior i una industria poderosa les dé la vida que merecen. Para terminar este no exagerado inventario clasificado así en la Exposicion de Paris de 1867, nos limitamos por ahora á añadir que la República de Bolivia posee riquísimas i numerosas minas de hierro, cobre, plomo, mercurio, estaño, zinc, oro, plata, antimonio, bismuto, cobalto, hasta ahora no trabajadas por falta de la emigracion de capitales extranjeros, pues por todas partes donde la mano del hombre no ha sido suficiente, la riqueza queda escondida esperando la conquista de una inteligencia superior.

Con este motivo recordamos las riquísimas minas de plata últimamente descubiertas en Cara-

coles de Bolivia, de las que hemos tenido ocasion de admirar un rodado de plata metálica del peso de mas de 10 libras.

De las diversas especies de minerales de plata explotadas en América, podemos enunciar tres como principales :

1° Los minerales negros, ó negrillos, llamados así en América, que tienen por base los sulfuros de plata ;

2° Los Pacos ó colorados, minerales rojos ó amarillos, compuestos de óxidos de hierro, penetrados de cloruros ó bromuros argénticos ;

3° Aquellos que tienen por base la plata nativa pura ó ligada con otros metales, que son generalmente el arsénico, el antimonio, i algunas veces el mercurio.

Dos procedimientos se emplean para extraer la plata de los minerales, el primero constituye la copelacion, i el segundo la amalgamacion. La primera operacion se efectúa con el plomo, la segunda por medio del mercurio.

Casi siempre, cuando el mineral contiene una cantidad considerable de plata se prefiere el pri-

mer método, cuyas manipulaciones consisten: 1° En cerner el mineral pulverizado. 2° En separar por medio del lavado las materias impuras que á la plata acompañan. 3° En fundir el residuo que resulta con un peso semejante de plomo. De esta última operacion resulta un depósito metálico de plomo argentífero, que se somete á la accion de la copela con el objeto de oxidar el plomo para determinar la lei de la plata.

Cuando las proporciones de la plata nativa diseminada en la ganga son menores, i por consiguiente no fáciles de separarse por el lavado, es indispensable la amalgamacion, esto es, cuando no intervienen sulfuros. Efectúase dicha operacion mezclando el mineral pulverizado con una cantidad suficiente de mercurio; éste en razon de su extrema afinidad por el metal precioso, reune, por decirlo así, las partículas mas reducidas de la plata. Lograda del modo indicado, se lava la amalgama para separar la tierra que adhiere al mercurio, á continuacion se comprime en cueros de gamuza á fin de separar el mercurio, i resulta una amalgama sólida, que se destila en

retortas de hierro, con el objeto de separar las últimas porciones de mercurio ligadas á la plata.

En Alemania, donde se emplea el método de cloruracion para beneficiar los minerales sulfurosos, que apénas contienen unos dos ó tres milésimos por mil de plata, se extrae este metal procediendo como indicamos á continuacion.

Ante toda manipulacion conviene convertir los sulfuros en cloruros, i esta trasformacion se puede fácilmente obtener pulverizando el mineral sulfúreo con adicion de una décima parte de sal marina, i tostando esta mezcla en hornos de reverbero. En el trascurso de la tuesta los sulfuros se convierten en sulfatos, i resulta ácido sulfúrico que, unido á la base de la sal marina, constituye el sulfato sódico, i el ácido hidroclórico de la sal trasforma los óxidos metálicos en cloruros. Una vez terminadas estas reacciones, se reduce á polvo el resultado de la tuesta, i se mezcla con 50 partes de mercurio, 30 partes de agua i 6 de láminas de hierro, no quedando al operador mas trabajo que el de colocar el conjunto en toneles rotatorios, cuyos movimientos ejecutados por un

motor durante 20 horas consecutivas, facilitan las reacciones.

El cloruro argéntico proveniente de la tuesta es descompuesto por el hierro, i la plata que resulta se une al mercurio i forma una amalgama que se destila como la precedente.

El procedimiento americano consiste en verificar las reacciones á la temperatura normal. Los minerales que hemos analizado se componen generalmente de sulfuro argéntico combinado con sulfuros de antimonio i de arsénico, i mezclado con cloruro argéntico i plata nativa. Estas diferentes especies de minerales se pulverizan, se humedecen i se mezclan íntimamente con 2 ó 3 por 100 de sal marina; á continuacion se añade el *magistral* (piritas de cobre i de hierro calcinadas, Fe, Cu S^2), en las proporciones de 1 ó 2 por 100, i se somete el conjunto á la trilla de caballos, despues de haber añadido una cierta cantidad de mercurio.

Esta larguísima operacion, cuyos detalles no podemos describir en esta edicion, se termina separando por el lavado las materias impuras que

intervienen, i de esta manera se obtiene una amalgama que debe ser filtrada al traves de los poros de un cuero de gamuza, i destilada, como ya hemos indicado.

La teoría de las reacciones es la siguiente:

El magistral contiene principalmente sulfato de cobre; éste, en contacto con la sal marina, produce una doble descomposicion; hai formacion de sulfato sódico i de cloruro de cobre, el que trasforma el sulfuro argéntico en cloruro. El cloruro argéntico es disuelto por la sal marina excedente, i la plata se separa de esta misma disolucion por el mercurio que se trasforma en proto-cloruro. De estas reacciones resulta una cierta cantidad de plata reducida, que es inmediatamente absorbida por el mercurio que no ha sufrido modificacion alguna. Este método exige desgraciadamente mucho mercurio, pero se pueden beneficiar minerales sumamente pobres.

A pesar de que el sistema americano tiene la ventaja de economizar el combustible i hacer las reacciones descritas á la temperatura normal, presenta el grave defecto de ocasionar una pérdi-

da considerable de *mercurio metálico*, que es trasformado en las reacciones i operaciones metalúrgicas en *cloruro de mercurio*. En Sajonia, donde tambien se emplea el método de amalgamacion para beneficiar las piritas de hierro que contienen una pequeña cantidad de sulfuros de plata, de cobre i de plomo, se reduce primeramente el cloruro argéntico al estado metálico, mediante el hierro, i á continuacion se deja obrar el mercurio sobre la plata metálica, de donde resulta una pérdida inapreciable de mercurio. Esta fácil modificacion, que evita pérdidas considerables de mercurio, no se ha puesto todavía en práctica en Bolivia; pero esperamos que el gobierno de esta República no olvidará que la explotacion i beneficio de los minerales son susceptibles de perfeccionamientos económicos.

REFINAMIENTO DE LOS METALES PRECIOSOS PLATA I ORO.

Llámase así la operacion que tiene por objeto separar el oro de la plata i eliminar el cobre bajo

la forma de sulfato. Esta operacion ha llegado á un tal grado de perfeccion i de simplicidad que permite separar ventajosamente la plata del oro, aunque este último metal no intervenga en la liga mas que por 1 por 1000, i aun todavía 1/4 por 1000; queremos decir, que aunque 1000 gramos solo contengan un miligramo, ó un cuarto de miligramo de oro.

La plata proveniente de las minas de América asi como tambien los antiguos pesos de México, Perú, Bolivia, etc., contienen, ademas de cobre i plata, una cierta cantidad de oro, el cual ofrece á los industriales europeos una explotacion ventajosa. La rapidez con que en el dia se hacen estos refinamientos, permite separar inmediatamente todo el oro contenido en una suma considerable de dinero, i ponerlo un dia despues en circulacion.

La separacion de dichos metales consiste en fundir la plata aurífera ó las monedas anteriormente descritas en crisoles de tierra, i reducir el metal á forma de granalla. Habiéndose terminado esta primera operacion, se disuelve el metal que

resulta en tres veces su peso de ácido sulfúrico concentrado á 66° del areómetro de Beaumé. Despues de una ebullicion de cuatro horas poco más ó ménos, se decanta el ácido empleado i se reemplaza por una cantidad igual de ácido que marque los mismos grados, operacion indispensable que tiene por objeto disolver las últimas porciones de plata ligadas con el oro. El oro que resulta de este tratamiento, verificado á 100 grados i en calderas de hierro (carburo de hierro), se precipita al fondo del receptáculo, decántase cuidadosamente la disolucion ácida de plata en calderas de plomo, i pónese esta misma disolucion en contacto con láminas de cobre, las que reducen la plata bajo la forma de granos cristalinos, i esta precipitacion, que se verifica á 35 grados, no será terminada sino cuando la accion del ácido hidroclórico ó la disolucion de sal marina sea nula sobre la disolucion ácida de plata.

Una vez terminada la reduccion total de la plata, se separa ésta de la disolucion de sulfato de cobre, se lava la plata con agua á 60 i se funde el metal en crisoles de tierra colocados al

interior de una mufla incandescente, teniendo cuidado el ensayador de calentarlos gradualmente, á fin de evitar la rotura de los crisoles á causa de la temperatura elevada.

Redúzcase en barra la plata fundida i esta no contendrá sino una cantidad inapreciable de oro, pero queda aleada con 5 ó 6 milésimos de cobre; esto es cuando la masa no ha sido bien lavada, pero de lo contrario, la barra acusará $\frac{997}{1000}$ ó $\frac{999}{1000}$; barra que se vende en las casas de monedas de Europa tan solo cuando están analizadas i marcadas con el punzon del ensayador de la garantía i del comercio.

Tratándose del cobre, conviene separarlo siempre al estado de sulfato, porque bajo esta forma presenta un cierto interes comercial. Con este objeto se evapora en calderos de plomo calentados por el vapor la disolucion procedente de la separacion del oro i de la plata hasta que dicha disolucion cobriza marque unos 40 grados; por esta concentracion, dejando el líquido en reposo durante quince dias, la mayor parte del sulfato

de cobre se deposita en cristales. El operador no deberá considerar como terminada la eliminacion del cobre, i estará obligado á comenzar nuevas operaciones; queremos decir, á decantar la disolucion cobriza i á reducir mediante el hierro las últimas porciones de cobre. Terminada pues la separacion del oro, de la plata i del cobre, no quedará sino una disolucion de sulfato de hierro mui fácil de obtenerlo por cristalizacion; esto es, evaporando la disolucion hasta lograr dichos cristales, i son estos mismos cristales de sulfato de hierro los que se emplean en la industria para la fabricacion de la tinta, para la preparacion del azul de Prusia i otras aplicaciones no ménos importantes.

CLORURO ARGÉNTICO.

Ag Cl

La naturaleza mineral nos presenta el cloruro argéntico, unas veces de un color blanco, otras de un blanco más ó ménos oscuro ó verdoso. Las

variedades blancas toman un color violáceo á la accion de la luz, pero muchas veces los cloruros argénticos se presentan en unos mismos criaderos de un color negro; en cuyo caso este color no es debido á la accion de la luz, sino á una cierta cantidad de sulfuro argéntico que les acompaña.

La forma cristalina, aunque rara, es el cubo i octaedro, generalmente se encuentra diseminado en granos irregulares i pequeños. El cloruro que nos ocupa es mui maleable, puesto que la hoja del cuchillo lo corta sin resistencia, i su corte presenta un brillo metálico, siendo suficiente la llama de una vela para fundirlo, i sobre el carbon la llama del soplete para reducirlo á un grano de plata metálica. Estos caractéres especiales han hecho denominar el cloruro argéntico bajo el nombre de plata córnea. El cloruro en cuestion es insoluble en el ácido nítrico, pero se disuelve fácilmente en el amoniaco.

La composicion del cloruro argéntico puro i natural no tiene diferencia alguna del cloruro argéntico artificial. Contiene 76 por 100 de plata.

Está con frecuencia mezclado con plata nativa; otras veces la plata roja (plata sulfo-antimonial) i la plata sulfurada acompañan á los cloruros, pero casi siempre en pequeñas cantidades.

En un gran número de las minas de plata de América se encuentra el cloruro argéntico, entre otras en las de Chanarcillo (Chile), en Potosí (Bolivia), en el cerro de Pasco (Perú), i especialmente en México, minas del Catorce, etc.

Hemos tenido ocasion de analizar algunas muestras de cloruro argéntico provenientes de las minas de Copiapó pertenecientes á los señores Soto, i vamos á indicar las propiedades físicas i las proporciones á que nos ha conducido el análisis.

Las muestras tienen un color oscuro, la plata nativa que no ha sido totalmente trasformada, se presenta en pequeñas cantidades diseminadas en la masa, formando hojillas superpuestas i sutiles. El cloruro argéntico es maleable, su corte, que tiene el lustre de la cera, presenta un color blanco metálico que se oscurece rápidamente á la accion de la luz : el criadero es arcilla más ó

ménos abundante. El exámen de dicha muestra nos ha indicado su composicion de 54 por 100 de plata.

Otros cloruros igualmente provenientes de Copiapó i que ignoramos á qué mina pertenecen, han presentado al análisis las proporciones siguientes :

Primera muestra....	Plata...	48g,15m por ciento.
Segunda muestra....	Plata ..	48g,84m por ciento.

REDUCCION DEL CLORURO ARGÉNTICO Á $\frac{1000}{1000}$ DE FINO.

En las casas de monedas nacionales, donde diariamente se hace un número considerable de ensayes por via de copelacion, se restituye al dueño, ó lo que es lo mismo al vendedor del metal precioso, un peso equivalente á la plata sometida á la copela. De estos repetidos ensayes resulta un número considerable de arrobas de cloruro argéntico que se deben reducir á plata de $\frac{999}{1000}$ de fino ó bien á plata químicamente pura á $\frac{1000}{1000}$, pureza indispensable, no solamente para la encuartacion del oro, sino tambien para determi-

nar la lei de la disolucion normal de sal marina. La reduccion del mencionado cloruro es sumamente fácil, i la exactitud de la operacion solo depende del lavado. Para llegar á un buen resultado se lava cuidadosamente el cloruro argéntico con agua acidulada con ácido hidroclórico, i despues con agua destilada; este lavado puede tener lugar por filtracion, pero es preferible la decantacion para acelerar la operacion. Se reduce el cloruro argéntico poniendo este en contacto con algunos fragmentos de hierro ó de zinc, i adicionando una cantidad suficiente de ácido sulfúrico mui diluido, pero capaz de efectuar un desprendimiento de hidrógeno. A continuacion se deja el conjunto en reposo durante ocho dias que serán suficientes para la completa reduccion de la plata, cuya completa precipitacion podrá fácilmente ponerse en evidencia por medio del amoniaco que disolverá el cloruro argéntico no reducido; éste será nuevamente precipitado por el ácido hidroclórico. El cloro que se separa del cloruro argéntico se combina con el hierro ó el zinc que se emplea, i forma con estos metales un cloruro de

hierro ó de zinc. Decántese la disolucion separada de la plata, séquese la masa i fúndase con adicion de polvos de borax i carbonato sódico, teniendo cuidado de que el calor sea gradual, i elevando fuertemente la temperatura ántes de concluir la operacion á fin de determinar la completa fusion de la plata, i verificar la separacion rigurosa de la escoria.

Este cómodo i fácil procedimiento está generalmente en uso; pero puede tambien obtenerse inmediatamente la plata metálica, fundiendo cien partes de cloruro argéntico con 70 por 100 de carbonato sódico i cinco ó seis gramos de polvos de carbon. Enfriado i roto el crisol se separa el depósito metálico de la masa salina (escoria), i su lei será elevada tan solo cuando el cloruro argéntico empleado carezca de cobre, en caso contrario el operador está obligado á trasformar nuevamente la plata metálica en cloruro argéntico, á lavar otra vez este metal i á reducir nuevamente á barra el resultado de la segunda operacion. Si el lavado se ha hecho con esmero se logrará una barra á $\frac{1000}{1000}$ de fino.

BROMURO ARGÉNTICO

Ag Br

I CLORO-BROMURO ARGÉNTICO.

Ag Cl + Ag Br.

El primero está generalmente combinado con el cloruro argéntico; presenta caractéres semejantes al segundo, á la excepcion de que el bromuro de plata es de un color verde claro; esto es á la condicion indispensable de que la accion de la luz no haya alterado su color.

La llama del soplete puede reducirlo como el cloruro, i ambos constituyen el cloro-bromuro que tiene un color gris de perla ó amarillo verdoso. Se halla el cloro-bromuro en venas más ó ménos importantes con poco lustre metálico; pero su corte presenta un lustre de cera, otras veces se encuentra diseminado en forma de granos irregulares ó costras de un color amarillo verdoso, i tambien cristalizado en forma de cubos. El hidrosulfato de amoniaco ataca i descompone

el cloro-bromuro argéntico, i el amoniaco lo disuelve difícilmente.

Seria mui fácil poner en evidencia la presencia del bromo, mezclando el mineral de que tratamos con ácido sulfúrico i protóxido de manganeso; en este caso, se observarán los vapores amarillos que caracterizan al bromo.

Se ha notado que las variedades que tienen un color gris de perla verdoso, i que forman venas anchas concrecionadas, contienen ménos bromo i por consiguiente mayor cantidad de plata que aquellas que tienen color amarillo, i que están diseminadas en granos, ó partículas irregulares.

Las proporciones de la plata en los cloro-bromuros, varian de 55 á 57 por ciento; pero siendo puro debe contener 65 gramos 5 miligramos por 100, que corresponde á la fórmula

$$AgCl + AgBr.$$

El bromuro argéntico separado de sus impurezas consta de 58 gramos por ciento de plata, i 42 gramos de bromo, AgBr.

IODURO ARGÉNTICO.

AgI

Este ioduro tiene un color amarillo inalterable á los rayos del sol. Es amorfo, se encuentra en masas diseminadas i tambien en cristales incoloros que tienen la forma del prisma.

Ménos soluble en el amoniaco que la variedad precedente, deja á la accion de la llama del soplete con adicion de polvos de carbon un grano de plata metálica.

Calentado el ioduro argéntico con ácido sulfúrico i protóxido de manganeso, emite los hermosos vapores violáceos que caracterizan al iodo. El ácido nítrico puede tambien efectuar esta descomposicion.

La composicion del ioduro argéntico natural, no difiere del ioduro artificial. Contiene 46 gramos 79 miligramos por 100 de plata, i 53 gramos 21 miligramos de iodo, AgI.

PLATA SULFÚREA Ó SULFURO ARGÉNTICO.

AgS

Ya hemos observado que el azufre tiene mucha afinidad con la plata, i forma con este metal el sulfuro argéntico natural que se presenta en las minas de un color gris de plomo, si bien con poco lustre metálico, pero de raspadura lustrosa. La forma cristalina es el cubo ó el octaedro; pero generalmente se halla en pegaduras, chapas, ó ramos filamentosos. El sulfuro de que hablamos, aunque no mui dúctil, es fusible, el cuchillo le corta sin mucha resistencia, i el calor lo derrite fácilmente en virtud de su extrema fusibilidad. El ácido hidroclórico ataca el sulfuro argéntico i origina hidrógeno sulfurado que se desprende. La llama del soplete reduce el sulfuro argéntico á un grano de plata metálica; en este caso hai produccion de ácido sulfuroso. Las vetas de plata sulfúrea, presentan frecuentemente este metal al estado impuro, á causa de una constante mezcla de sulfuro de antimonio, sulfuros de cobre, de plomo, cloruro argéntico i plata sulfuro-antimo-

nial; pero no obstante esta impureza, el sulfuro argéntico puede considerarse como el mineral mas importante, pues de él proviene la mayor parte de la plata que anualmente entra en circulacion.

Los cristales de sulfuro argéntico que son raros contienen 86 gramos 50 milésimos por ciento de plata, i 13 gramos 50 miligramos de azufre, AgS.

PLATA SULFÚREA ANTIMONIAL, SULFO-ANTIMONIURO ARGÉNTICO.

$$3\ AgS + Sb^2 S^3$$

La fórmula que indicamos corresponde á 58 gr. 95 m. de plata, 22 gr. 85 m. de antimonio i 16 gr. 61 m. de azufre.

La plata roja, ó plata sulfo-antimonial es de un color rojo carmin; otras variedades tienen en su superficie un color gris de plomo, ó negro; pero la raspadura presenta siempre un polvo rojo más ó ménos oscuro aún en las variedades negras.

Se encuentra en masas diseminadas i tambien en cristales. Llámase rosicler i es fusible á la llama del soplete, emite vapores de óxido de antimonio, i por medio de la reduccion se logra un grano de plata metálica.

La plata roja es un mineral mui explotado en Sajonia, entra en la composicion de los principales minerales de México, especialmente en Zacatecas i Guanajuato, donde con frecuencia se encuentran pequeñas venas i cristales con brillo metálico, que son algunas veces traslucientes i rojizos. La proporcion de la plata varía segun el orígen del mineral, i la forma en que se presenta; en los cristales de las minas de Aullagas, hemos encontrado 51 gramos 50 miligramos por 100 de plata; pero esta pureza no es la misma que la de los rosicleres de Chororque i de Lipez (Bolivia).

Plata roja no cristalizada de Chororque.
(Minas del Sr. Ovando.)

Primera muestra....	Plata...	38g por ciento.
Segunda muestra....	Plata...	29g,50m por ciento.

Plata roja en cristales pequeños impuros.

Primera muestra....	Plata...	48g,85m por ciento.
Segunda muestra....	Plata...	49g,50m por ciento.

Segun Wöhler la plata sulfúreo-antimonial pura consta de :

S. 18g,0m Sb. 21g,8m Ag. 60g,2m

PLATA SULFÚREA ARSENICAL, SULFO-ARSENIURO ARGÉNTICO.

$3\ AgS + As^2S^3$

Como se ve, esta variedad, aunque ménos abundante que la precedente, tiene la misma fórmula excepto que el antimonio está reemplazado por el arsénico; no obstante, se distingue de la plata sulfo-antimonial por su color rojo de cochinilla, color que varía de intensidad, segun la naturaleza del mineral, i la proporcion del metal ó metales que le acompañan; así por ejemplo, la raspadura es mas oscura en caso de que el rosicler que nos ocupa esté mezclado con una cantidad notable de arsénico nativo; otras veces el

hierro arsenical i la plata sulfúrea lo acompañan tambien. Se halla en masas diseminadas, i en cristales que tienen la forma de prismas, pirámides ó agujas, i algunas veces en cristales agrupados que forman ramilletes.

Puede ponerse en evidencia la presencia del arsénico mediante la llama del soplete que hace desarrollar los vapores arsenicales que caracterizan al metal, i si se desea tambien obtener la plata, nada será mas fácil que fundir el rosicler con polvos de carbon i de sosa, para lograr inmediatamente el boton de plata metálica.

Una disolucion alcalina, neutralizada por el ácido hidroclórico forma con la plata sulfo-arsenical un precipitado amarillo coposo, compuesto de arsénico sulfurado; i con la variedad anterior se obtiene igual precipitado de antimonio sulfurado.

El Proustito, ó sulfo-arseniuro argéntico puro, está compuesto segun Field de : S. 19 gr. 81 m., As. 15 gr. 12^{m}, Ag. 64 gr. 88^{m}.

En el exámen de algunos pedazos de plata sulfo-arsenical procedentes de las minas de los

Sres. Soto, hemos encontrado hasta 60 por ciento de plata, i en otros rosicleres ménos puros, las cantidades siguientes :

Primera muestra....	48g,85m por ciento de plata.
Segunda muestra....	56g,15m por ciento de plata.

En el análisis de varios rosicleres con que me obsequió el Sr. Ovando, pertenecientes á sus minas en Chororque (Bolivia) he encontrado estas proporciones :

1° Plata. 40g,28m por ciento.
2° Plata. 38g,98m por ciento.

CARACTÉRES DE LAS DISOLUCIONES DE LAS SALES DE PLATA.

Estas disoluciones tienen un sabor metálico, el color es nulo si el ácido que constituye la sal es incoloro.

Las disoluciones de las sales de plata presentan con los reactivos químicos los fenómenos siguientes :

La disolucion de potasa origina un precipitado oscuro compuesto de protóxido de plata.

Los carbonatos alcalinos originan un precipitado blanco de carbonato de plata que se disuelve en el carbonato de amoniaco; esto es, si se emplea este reactivo en exceso. El hidrógeno sulfurado forma un precipitado negro de sulfuro argéntico.

Los cloruros (sal marina) i el ácido HCl originan un precipitado blanco cuajado de cloruro argéntico, fácilmente soluble en el amoniaco ó en el hiposulfito de sosa.

Los ioduros solubles forman un precipitado amarillo (ioduro argéntico) insoluble en el amoniaco.

Cuando se pone la disolucion argentífera en contacto con láminas de zinc, de cobre ó de hierro, éstas reducen el metal precioso, i si se funde, el resultado de esta reduccion con carbonato sódico i polvos de carbon, se logrará despues de la fusion un grano de plata metálica brillante i maleable.

ORO

Au

Propiedades, estado natural, produccion i beneficio del oro.

El oro es el mas dúctil i mas maleable de todos los metales : una vez reducido á hojas mui sutiles, se presenta de un hermoso color verde al traves de la luz. Puede obtenerse el oro cristalizado por medio de la fusion, i en esta forma nos le ofrece algunas veces la naturaleza. Bajo el punto de vista químico, las disoluciones de las sales de oro precipitan este metal en forma de un polvo oscuro susceptible de tomar brillo por medio del pulido. Un metal tan poco alterable no puede evidentemente encontrarse ni en estado de óxido, puesto que el oxígeno á ninguna temperatura puede combinarse directamente con él ; tampoco en estado de sulfuro, porque el azufre no ejerce influencia alguna sobre él ; así como tampoco los nitratos ni los carbonatos alcalinos. Es-

tas propiedades demuestran claramente el estado nativo en que el oro se encuentra en la naturaleza, ó bien ligado con la plata, con el cobre ó el plomo, i rara vez con el teluro. Una cantidad notable de estos últimos metales puede alterar el color del oro; por ejemplo, la plata cuando interviene en cantidades crecidas, comunica al oro un tinte verdoso, i un color rojizo el cobre; pero el color amarillo caracteriza la pureza del oro. El oro se encuentra en la naturaleza mineral bajo formas diferentes, unas veces en cristales formados de cubos ú octaedros regulares, otras en forma de láminas, ramificaciones, hilos, lentejas, granos, pepitas más ó ménos regulares ó pedazos más ó ménos voluminosos que pasan muchas veces del peso de una libra. Tambien se encuentra el oro en las rocas primitivas ó sean rocas de granito cristalizado, como igualmente diseminado en las gangas, generalmente compuestas de cuarzo, sulfato de barita, carbonato de cal, etc.

En las vetas auríferas, explotadas en San Vicente cerca de Cochabamba (Bolivia), el oro se encuentra intercalado en el cuarzo, formando ho-

jillas irregulares i sutiles, así como tambien en venillas que son casi siempre inconstantes; pero en las profundidades de estas vetas se encuentra el precioso metal en capas espesas i rugosas (charques); estos ricos depósitos están generalmente colocados en el corte de dos vetas de cuarzo aurífero (vetas auríferas de San Vicente). En las arenas procedentes de los aluviones i destruccion de las rocas, el oro se manifiesta en su estado nativo; este metal, á consecuencia de su peso específico, es arrastrado por la corriente de los rios en las profundas quebradas donde se presenta á profusion separado de sus impurezas, (riachuelos auríferos de San Vicente, rio de Cotacajes, Choquecamata) (Bolivia).

El lavado del oro se hace mecánicamente en las regiones auríferas de los Estados Unidos, Australia, etc., pero en los lugares desprovistos de comunicaciones, solo se emplean platos cilíndricos de madera ó bien tablas inclinadas i forradas en paño i dispuestas de una manera especial, las que tienen por objeto separar las partículas reducidas de oro, sin impedir libre paso á las im-

purezas. Despues de esta operacion que requiere mucha práctica, se termina la separacion de la arena que acompaña al oro, añadiendo al conjunto seis partes de mercurio : resulta de esta operacion una amalgama que se exprime en cueros de gamuza, i se destila en retortas de hierro con el objeto de separar el mercurio.

Dichas retortas construidas de un modo especial están divididas en dos fracciones que se juntan herméticamente por medio de tornillos sólidamente ajustados, de manera que despues de la destilacion podrá el operador obtener inmediatamente el depósito de oro, tan luego como divida ambas fracciones.

Son consideradas como explotables las vetas de sulfuro de hierro que contienen $\frac{1}{200}$ milésimos de oro, queremos decir que es necesario sacar de la mina doscientos mil quilógramos de mineral (400,000 L.) para extraer un quilógramo (2 L.) de oro. En California donde la explotacion se hace por medios poderosos, se lavan arenas mucho mas pobres ; pero en Bolivia donde los lava-

deros de oro abundan por todas partes, i sobre todo en el Oriente, no se benefician las gangas de cuarzo aurífero que contienen en su mayor parte pequeñas lentejas, i con frecuencia venillas i ramificaciones de oro nativo, como hemos visto sacar de las minas de San Vicente, i la atencion de los explotadores positivos se dirige tan solo al depósito de oro que les halaga.

Antes del año 1830 los aluviones del Brasil (Minas-Geraes, Matto-Grosso, etc.) producian la mayor cantidad de oro. Despues del Brasil, Colombia, Chile, México, Perú i Bolivia, cuya verdadera riqueza metalífera es la plata.

Despues del mismo año los lugares auríferos se han multiplicado considerablemente, i por consiguiente aumentado la produccion del oro. Existen tres nuevas regiones que son : la Siberia, la California i la Australia. Es en Siberia en donde comenzó la inmensa explotacion de las ricas arenas auríferas que ocupan las pendientes de los montes Urales, las cuales fueron descubiertas desde 1830, i pocos años despues produjeron una suma comparable á la produccion del mundo

entero á principios de nuestro siglo, ó sean 24,000 quilógramos de oro (16,497,600 soles). En 1848 se descubrieron las célebres minas auríferas de California, cuya riqueza sorprendente i difícil de calcular, sobrepasó en poco tiempo á la de las regiones siberianas. Los informes que circulan en Europa atestiguan que una sola compañía organizada en 1851 ha extraido en California una suma de oro equivalente á 100,000 quilógramos (68,740,000 soles), i se debe notar que esta cantidad representa la trigésima parte del oro explotado en toda la América en espacio de tres siglos i medio, despues de su descubrimiento, i mas del triple de la produccion actual de Siberia. Cálculos exactos aseguran que cuatro años despues de su descubrimiento, California ha producido 274 millones de duros.

En fin, las minas de oro de Australia se descubrieron en 1851 i produjeron hasta el año 1856 una suma de 500 millones de pesos : esta cantidad tan considerable de oro fué figurada en la exposicion universal de Lóndres en 1862 por un obelisco de 21 metros de alto i 3 metros de base.

El valor del quilógramo de oro es de 687 pesos 40 centavos, i el de la plata de 44 pesos 11 centavos, de manera que á pesos iguales el oro vale quince veces mas que la plata.

En Europa se explotan poquísimas minas de oro. Las principales son las de Hungría i Transilvania; en los demas minerales el oro se encuentra como parte accidental, en las minas de plata.

La Francia no tiene ninguna mina de oro que merezca la pena de explotarse; no obstante, existe una veta de cuarzo aurífero en el Dauphiné; pero es tan sumamente pobre, i tan difícil la explotacion, que ha obligado á abandonar el trabajo.

El Africa i el Asia poseen algunas minas i lavaderos mui importantes, i sobre todo Africa, cuyas arenas auríferas forman, por decirlo así, el principal ramo del comercio. Por ignorar la produccion exacta de cada una de las Repúblicas americanas, nos limitamos á enumerar algunas de las minas mas importantes. Entre otras, en el Brasil, los lavaderos de Minas-Geraes, célebres por los diamantes, platina, etc. Las minas de Ca-

rabaya en el Perú. En Chile los lavaderos de Andacollo, Casa-Blanca, Punitaque, Casuto, etc. De las innumerables minas i veneros que posee Bolivia, solo indicaremos los célebres lavaderos de Tipuani, Mapuri, Suches, mui conocido por la fineza de su oro, San Juan de Chuquiamonas, Rio de los Cajones, Solocama, Chuquiaguillo, de mucha nombradía por el volúmen de sus pepitas. La extensa meseta de Chiboi (Oriente), poco conocida hasta ahora, ofrece una inmensa explotacion; pues hemos tenido ocasion de admirar una cantidad considerable de oro mui fino, extraido en pocas horas i sin otro instrumento que el plato i el cuchillo del cascarillero. En el cerro de San Simon el oro se halla irregularmente diseminado en toda la cadena. Los ricos veneros de oro de Choquecamata, cerca de Cochabamba en Cocapata, abandonados por mucho tiempo, han entrado otra vez en un trabajo activo, gracias á la emigracion de capitales extranjeros. Los Estados Unidos de Colombia i México poseen igualmente importantísimas minas de oro. En la primera todo Antioquía produce oro i hierro; Santa Ana i el

Páramo de Frías, plata; Moniquirá i Neiva, cobre; Ubaté i Guasca, plomo; Pacho tiene una gran fundicion de hierro. Muzo es la célebre mina de esmeraldas, única en el mundo hoi.

En algunos lavaderos del Brasil se ha encontrado un polvo de oro mezclado con diamantes i platina, i en otros de Siberia oro mezclado con platina, diamantes, zafiros i otras piedras preciosas.

Los minerales de oro en cuarzo, en los que este metal se halla en forma de láminas, ramificaciones ó lentejas irregulares intercaladas en el criadero, pueden beneficiarse de la manera siguiente: Primeramente conviene moler el metal i cerner los polvos en cedazos de pequeñas aberturas; á continuacion se procede al lavado con el objeto de separar las partes desprovistas de oro. El beneficio, ó sea la purificacion del oro, puede tener lugar, bien sea por medio de la fusion ó bien por amalgamacion. En el primer caso; queremos decir, si se trata de obtener el oro por fusion, nada será mas fácil que fundir el mineral lavado i seco en un horno fuertemente calen-

tado; esto es, despues de haber añadido una cierta cantidad de plomo, cuyo peso dependerá de la cantidad mayor ó menor de mineral que se trata de purificar. El resultado de la fusion será un depósito metálico compuesto de plomo aurífero, el cual es sometido á la accion de la copela para oxidar el plomo i obtener el oro que queda como residuo sobre la copela. Si se trata de conocer lo fino del oro, se procede á la encuartacion i se opera el refinamiento por medio de los ácidos. (Véase el ensaye de oro natural ó procedente de las ligas.)

El método que se prefiere i está generalmente en uso, es la amalgamacion, de que ya hemos hablado; dicho procedimiento, mas fácil para el beneficio del oro que de la plata, evita el empleo de las piritas (magistral) i de la sal marina, que son indispensables para la amalgamacion de la plata. Ademas, este método tiene la ventaja de no dejar escapar ni aun las partículas mas reducidas de oro, i presenta este metal tan puro como el oro obtenido por medio de la fusion, ó únicamente ligado con la plata, pues el mer-

curio no puede ligarse sino con los dos metales citados.

COMBINACIONES DEL ORO CON EL OXÍGENO I CON EL CLORO I CARACTÉRES DE LAS DISOLUCIONES DE LAS SALES DE ORO.

Son dos las combinaciones que forma el oro con el oxígeno; la primera el protóxido Au^2O, i la segunda el peróxido Au^2O_3; i segun la opinion de algunos químicos existe otro óxido intermediario que tiene por fórmula Au^2O^2.

El protóxido es de un color violeta oscuro, insoluble en el agua é inalterable á la luz. Calentado á 250° se descompone, el oxígeno se desprende i queda el oro metálico. El ácido hidroclórico lo convierte en protocloruro de oro, i produce un depósito de oro metálico.

Se da el nombre de ácido áurico al peróxido de oro, á causa de la propiedad que tiene de combinarse con las bases alcalinas; i por esta razon se le puede considerar como un verdadero ácido.

Tiene un color amarillo más ó ménos oscuro, insoluble en el agua; pero se descompone á una temperatura de 250° que separa el oxígeno del oro. Bajo la influencia de los rayos del sol puede igualmente reducirse el ácido áurico. El carbon, el óxido de carbon, i casi todos los ácidos orgánicos, reducen el peróxido de oro al estado metálico.

El oro forma con el cloro dos combinaciones ó cloruros diferentes: 1° El protocloruro Au^2Cl. 2° El percloruro Au^2Cl^3.

El primer cloruro Au^2Cl, que es de un color amarillo verdoso, no es permanente. Con poco calor i aun á los rayos del sol se descompone i se trasforma en percloruro i en oro metálico.

El percloruro Au^2Cl^3 es rojo oscuro, cristaliza muy difícilmente, pero es soluble en el agua i aun en el alcohol.

Se descompone á los rayos del sol, en cloro i en protocloruro, i si la temperatura es elevada, el cloro se desprende i el oro queda reducido.

Las disoluciones concentradas de las sales de oro tienen un color amarillo rojizo.

Los reactivos químicos presentan los precipitados siguientes :

Una mezcla de protocloruro i de bicloruro de estaño forma un precipitado rojo (púrpura de Casio), (Au^2O, SnO^2), (SnO, SnO^2), 4 HO. (Figuier i Berzélius.)

La disolucion potásica presenta un precipitado oscuro (óxido de oro); esto es, á condicion que la disolucion aurífera sea concentrada y calentada á 50° poco más ó ménos.

El amoniaco en contacto con la disolucion de oro, precipita este metal de color amarillo (oro fulminante).

Con el hidrógeno sulfurado se obtiene un precipitado negro (sulfuro de oro).

El protocloruro de antimonio, el ácido arsenioso i el ácido sulfuroso reducen el oro al estado metálico, i sobre todos, recomendamos el primero i los dos últimos reactivos.

PLATINO

Caractéres, estado natural, produccion i beneficio del platino.

Este metal dúctil i maleable es infusible á la temperatura de un horno incandescente; pero se funde por la accion de la llama del soplete de oxígeno é hidrógeno. El platino no se oxida á ninguna temperatura por mas elevada que sea. Los ácidos sulfúrico, nítrico é hidroclórico, no ejercen influencia alguna sobre él; pero la mezcla de estos dos últimos, disuelve el metal i lo convierte en bicloruro $PtCl^2$. Es mas infusible que el oro: existe en la naturaleza al estado metálico, ligado con otros metales; generalmente se encuentra en forma de pequeños granos pesados é irregulares, que están diseminados en los terrenos procedentes de los aluviones; otras veces se hallan lentejas ó pepitas más ó ménos grandes esparcidas en las arenas auríferas de los montes Urales, en Matto-Grosso i en los Estados

Unidos de Colombia. Bajo esta última forma contiene hasta 85 por 100 de platino, i una cantidad mayor ó menor de oro.

La produccion de la platina es mui limitada. Los lavaderos de los montes Urales i los del Chocó (Colombia), que son los principales, i por consiguiente los que proveen el mercado de la mayor cantidad de mineral, producen apénas de ocho á diez mil quilógramos (20.000 L.) anuales.

El platino, así como el oro, está asociado á otros metales, i el principal es el iridio. El rodio, el osmio i el paladio intervienen casi siempre en pequeñas cantidades; el hierro se encuentra en mayores proporciones aún que el cobre.

El exámen verificado por nuestro profesor Deville de una muestra de mineral de platina, procedente de los montes Urales, le ha indicado su composicion de :

Platino, 76 gramos, 4 milígramos. Paladio, 1 gramo, 4 milígramos. Rodio, 3 milígramos. Iridio, 4 gramos, 4 milígramos. Osmiuro de Iridio, 5 milígramos. Hierro, 11 gramos 7 milígra-

mos. Cobre, 4 gramos, 1 milígramo. Oro, 4 milígramos; i arena, 1 gramo, 4 milígramos.

La intervencion de los metales extraños en la platina, i la necesidad de separarlos, ha sido la principal causa para que la metalurgia del metal que nos ocupa haya sido ántes de ahora una de las industrias químicas mas difíciles; en efecto, si ademas de la rareza del mineral se considera que la fusion del platino es, por decirlo así, un descubrimiento nuevo, se comprenderá por qué sus aplicaciones en las artes i en la industria han sido tan limitadas, á pesar de sus preciosas cualidades. La metalurgia del platino ha sido notablemente mejorada por los asiduos estudios de los Sres. Deville i Debray, pues en la actualidad la fusion de este metal es una operacion fácil de ejecutarse, i por esta razon se multiplican considerablemente sus empleos sin que por esto disminuya el precio elevado del metal precioso.

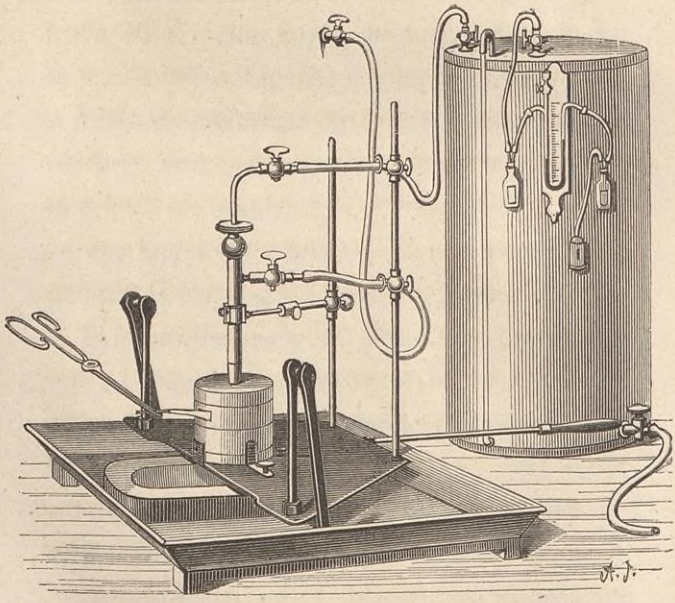
Cualquiera que sea el sistema que se prefiera para eliminar el platino, ó bien para separar el metal del mineral, es indispensable retirar por

medio del lavado las impurezas que se introducen.

El método por el cual los Sres. Deville i Debray obtienen una liga compuesta de platino, de iridio i de rodio, cuyas propiedades en várias aplicaciones son superiores á las del platino puro, consiste en trasformar en óxidos ó en productos oxidados los metales que se encuentran en la platina; esto es, sometiendo el conjunto á la accion de una atmósfera oxidante, i á una temperatura que pueda efectuar la fusion del platino.

El horno destinado al efecto, es parecido al que se emplea para fundir los metales refractarios, i cuya larga descripcion no nos es permitido detallar, por no ser este el objeto de nuestro propósito; sin embargo, indicaremos que los referidos hornos construidos de un modo especial, están calentados por la temperatura elevada que desarrolla la mezcla de los gases oxígeno é hidrógeno.

Para efectuar la fusion del platino en dichos hornos, el ensayador calentará éstos por medio del soplete, i hará una mezcla de 200 ó 250



Soplete Deville i Debray á gas oxígeno é hidrógeno para la fusion industrial de la platina, construido por Wiesnegg.

(Pag. 173).

gramos de mineral de platina, con 4 1/2 ó 5 por ciento de cal viva reducida en pequeños fragmentos, i colocará el conjunto sobre una copela igualmente de cal viva. Terminadas estas operaciones se eleva la temperatura del horno hasta el máximum que pueda producir la combustion de los gases. Con la referida temperatura el mineral de platina se funde, i la oxidacion se manifiesta en la superficie. Si se prolonga la operacion con un exceso de oxígeno, se obtendrá una liga de platino, de iridio i de rodio relativamente mas pura, así como lo demuestra el análisis siguiente :

Platino, 91 gramos, 5 miligramos. Iridio, 5 gramos, 9 miligramos. Rodio, 5 miligramos. Cobre, 8 miligramos. Hierro, 5 miligramos.

Si se trata de purificar esta liga, se la somete á una segunda fusion que tiene por objeto volatilizar las últimas porciones de cobre y de hierro.

De los diversos procedimientos que hoi se emplean para eliminar el platino, daremos á conocer en pocas palabras el método generalmente en uso que consiste :

1° En disolver la aleacion en el agua régia;

2° En precipitar el platino bajo la forma de cloruro de platino i de amoniaco ó esponja de platino;

3° En comprimir el metal esponjoso en moldes de acero, i soldar las moléculas del metal mediante una temperatura elevada.

Conviene advertir que la disolucion de la liga se hace en vasos figulinos i dispuestos de una manera especial, debiendo el agua régia ser preparada en términos que disuelva el platino, sin descomponer el osmiuro de iridio. Para evitar en cuanto sea posible la disolucion de este último, tomará estrictamente el operador 15 partes de ácido hidroclórico diluidos en igual volúmen de agua destilada, i 4 partes de ácido nítrico. El resultado de este tratamiento que se hace á 100 grados, es una disolucion compuesta en su mayor parte de CLORURO DE PLATINO, la misma que se debe convertir en CLORURO DOBLE DE PLATINO I DE AMONIACO (NH^3HCl, $PtCl^2$), mediante una disolucion concentrada de hidroclorato de amoniaco (NH^3, HCl). Si se lava el precipitado amarillo de NH^3HCl, $PtCl^2$, i se calcina en un crisol de plom-

bagina á la temperatura de un rojo oscuro, se obtendrá una esponja de platino poco coherente que facilita las manipulaciones.

Para convertir esta materia esponjosa en un metal coherente i maleable, nada será mas fácil que cerner dicha esponja, separar por el lavado las partes groseras de metal, comprimir la masa en moldes de acero, i exponer el cono que resulta á la accion de una temperatura elevada que pueda soldar las moléculas del metal.

Segun Bolzani, la liga compuesta de tres partes de platino i trece de cobre, se asemeja al oro en el color, brillo é inalterabilidad. La aleacion del platino con el oro, ofrece segun Percy una resistencia particular á la accion de los álcalis. El agua régia no ejerce casi ninguna influencia en una aleacion compuesta de 78 gramos, 7 miligramos de platino, i 21 gramos, 3 miligramos de iridio; ademas esta liga es mas dura i mas maleable que el platino puro (Deville).

El platino forma con el oxígeno dos combinaciones ú óxidos diferentes que son: 1° el protóxido cuya fórmula es PtO; 2° el bióxido PtO^2. El

calor descompone ambos óxidos; en este caso el oxígeno se desprende, i el platino queda reducido al estado metálico. Para preparar el protóxido i el bióxido de platino, basta descomponer el bicloruro de este metal por medio de una disolucion de potasa cáustica.

Tambien existen dos cloruros: el primero es el protocloruro PtCl, i el segundo el bicloruro $PtCl^2$. El primero, cuyo color es de un verde oscuro, es insoluble en los ácidos nítrico i sulfúrico; pero se disuelve en el ácido hidroclórico que lo trasforma en bicloruro, i en platino metálico.

El segundo cloruro, es decir el bicloruro $PtCl^2$, que tiene la forma de una masa oscura incristalizable, es soluble en el agua i en el alcohol; se le prepara disolviendo el platino en el agua régia, i evaporando el exceso de los ácidos.

CARACTÉRES DE LAS DISOLUCIONES DE LAS SALES DE PROTÓXIDO DE PLATINO.

Producen con los reactivos químicos las reacciones siguientes:

Precipitado verde con el amoniaco.

Precipitado oscuro con el carbonato de potasa.

Precipitado negro con el hidrógeno sulfurado i el nitrato de protóxido de mercurio.

El ioduro de potasio forma una coloracion roja, i una coloracion oscura el protocloruro de estaño.

LAS DISOLUCIONES DE LAS SALES DE BIÓXIDO.

Con la disolucion potásica producen un precipitado amarillo compuesto de cloruro de platino i de potasio (KCl, $Pt\ Cl^2$).

Mediante el amoniaco se obtiene igual precipitado de cloruro de platino amoniacal que se disuelve en un exceso de reactivo i produce por la calcinacion la esponja de platino.

El carbonato de amoniaco i de potasa forman precipitados amarillos semejantes á los que producen el amoniaco i la disolucion de potasa; pero el carbonato de sosa no da ninguno.

Un precipitado amarillo rojizo ocasiona el nitrato de protóxido de mercurio.

Precipitado de sulfuro de platino, el hidrógeno sulfurado.

El ioduro de potasio, un precipitado amarillo (ioduro de platino).

Todas las sales de platino se descomponen á una temperatura elevada, i dejan como residuo el platino metálico.

COBRE

Propiedades, aleaciones i beneficio del cobre.

Es mas dúctil que el hierro i se le puede estirar en alambres incomparablemente mas finos; por otra parte se lamina en hojas tan sutiles como el papel. El cobre es fusible, i aunque maleable en menor grado que el hierro, despues de éste es el mas tenaz i el mas duro de todos los metales.

Expuesto á una temperatura elevada, absorbe con rapidez el oxígeno i se trasforma en protóxido rojo (Cu^2O), que pasa al estado de bióxido negro (CuO), pero la temperatura normal no altera el cobre; no sucede así cuando se le expone al aire húmedo; en este caso se forma una capa verdosa, compuesta de carbonato de cobre hidratado.

El ácido nítrico disuelve el cobre i lo convierte en nitrato:

$$3\,Cu + 4\,NO^5 = NO^2 + 3\,CuO,\ NO^5;$$

igual disolucion tiene lugar con el ácido sulfúrico, pero en este caso se obtiene sulfato de cobre i ácido sulfuroso :

$$Cu + 2\,SO^3 = SO^2 + CuO,\ SO^3.$$

En razon de la dureza del cobre que es una de las propiedades mas importantes que posee este metal, se le puede laminar en hojas mui delgadas que no se deforman fácilmente; ademas, á causa de su ductilidad, toma detalles de impresion bajo la accion del volante. I estas son sin contradiccion las propiedades por las cuales los pueblos antiguos i modernos han empleado i emplean todavía el cobre como metal monetario.

El cobre se liga fácilmente con la mayor parte de los metales, i las aleaciones que resultan, cuyas propiedades particulares son más ó ménos análogas á las del cobre, se emplean de preferencia en la industria, no solamente porque sus valores son inferiores, sino tambien porque las calidades resistentes de estas ligas son las mismas que las del cobre.

La liga que forma el cobre con el estaño, deno-

minada bronce, es mas dura i mas tenaz que el cobre; i por otra parte es fácil aumentar la dureza con adicion de hierro.

Existen várias especies de bronce, i solo indicaremos las principales : 1° El bronce de campanas contiene 78 partes de cobre i 22 de estaño. 2° El bronce de cañones, que está formado de 91 partes de cobre i 9 de estaño. 3° La liga de estatuas, la de Enrique IV colocada en el Puente-Nuevo en Paris, es una aleacion compuesta de 89 gr. 62 m. por ciento de cobre, 4,20 de zinc, 5,70 de estaño, i 0,48 de plomo.

La aleacion del cobre con el zinc, en la cual este último metal forma la tercera parte, conocida bajo el nombre de laton ó cobre amarillo, es tambien ménos cara que el cobre puro, i sus propiedades son poco más ó ménos las mismas, i por esta razon el empleo de esta liga en las artes i en la industria adquiere mayor importancia cada dia. El color de dicha aleacion varia necesariamente segun las cantidades de los metales que la componen ; se puede imitar exactamente el color del oro, en cuyo caso la liga tiene el nombre

de similor. El metal llamado del Príncipe Roberto, i oro de Mannheim, son aleaciones de cobre i de zinc, cuyos colores se asemejan al del oro. Las monedas de cobre que se fabrican en Suecia, tienen la misma composicion que las monedas de vellon de Francia; contienen 95 por 100 de cobre, 4 de estaño i 1 de zinc, pero las de Dinamarca, que no tienen la misma lei, están compuestas de 90 por 100 de cobre, 5 de estaño é igual cantidad de zinc. En la actualidad se acuñan en la América del Norte las monedas de vellon, con una aleacion compuesta de 88 por 100 de cobre i 12 de níquel. Las monedas de cinco, diez i veinte céntimos de Suiza contienen plata, cobre, zinc i níquel, i las proporciones de los dos primeros metales aumentan ó disminuyen segun la importancia de la pieza: así, por ejemplo, la moneda de 20 céntimos contiene 150 por 1,000 de plata, 500 por 1,000 de cobre, 250 de zinc i 100 de níquel; i la de 5 céntimos, solo tiene 50 por 1,000 de plata, i 600 de cobre, 250 de zinc i 100 de níquel. La composicion de estas mismas monedas en Bélgica no es tan complicada:

todas están acuñadas con una liga de 750 por 1,000 de cobre, i 250 de níquel.

Fuera de otras aleaciones que forma el cobre, este metal se liga al oro i á la plata; aumenta considerablemente la dureza, sin alterar ni el valor, ni las propiedades de los metales preciosos; i como por otra parte, rara ó ninguna vez se emplean estos metales en estado de pureza, contienen casi siempre una cierta cantidad de cobre, el cual, como sabemos, determina el fino de las monedas de oro i de plata, cuyas leyes tienen generalmente fijado el límite de $\frac{900}{1000}$, sobre un décimo de cobre.

El reino mineral presenta el cobre al estado nativo, i bajo esta forma se encuentra en abundancia en las minas del Lago Superior (América del Norte), en Chile, i en Corocoro (Bolivia), de donde se exporta la rica arenilla de cobre á las grandes industrias de Inglaterra. Al estado de pureza se halla con ménos frecuencia que combinado con otros minerales cobrizos; se le encuentra por ejemplo en grandes cantidades, é irregularmente diseminado en el seno de las masas de

calizo, en las cuales el cobre metálico separado i barrido por las aguas aparece entre las arenas, de donde se le recoge por medio del lavado.

Los principales minerales de los cuales se extrae cobre son los siguientes :

1° El carbonato de cobre, ó sea la combinacion del óxido de cobre con el ácido carbónico $CuO\ CO^2$.

2° El sulfuro que resulta de la combinacion del cobre con el azufre CuS.

Dichas combinaciones presentan diversas variedades, á saber :

1ª La malaquita, ó carbonato verde que está formada de dos moléculas de óxido de cobre, de una molécula de ácido carbónico, i una molécula de agua, i contiene 60 por 100 de cobre. Este mineral es fusible, se disuelve en el ácido nítrico, i produce una efervescencia por la cual se le puede conocer. Calentando la malaquita sobre el carbon, i con la llama del soplete se logra un grano de cobre metálico.

2ª La azurita, ó carbonato azul, que está compuesta de la combinacion de tres moléculas

de óxido de cobre, dos moléculas de ácido carbónico, i una molécula de agua, contiene poco más ó ménos 56 por 100 de cobre; se reduce á la llama del soplete, i cuando se añaden polvos de borax, produce una perla verde i trasparente; ademas es soluble en el ácido nítrico.

3ª El carbonato de cobre anhidro, contiene una molécula de óxido de cobre, i una de ácido carbónico. Como se notará, esta variedad está privada de agua i es rara en estado de pureza, porque casi siempre está asociada á las variedades precedentes.

La extraccion del cobre cuando está combinado con el oxígeno (óxido de cobre), ó con el ácido carbónico (carbonato de cobre), es sumamente fácil; basta en efecto calentar el mineral con adicion de carbon para obtener inmediatamente el cobre metálico. En esta reaccion el carbon se une al oxígeno del mineral, i produce ácido carbónico, quedando el cobre separado al estado metálico:

$$2\,CuO + C = 2\,Cu + CO^2.$$

Si el mineral es un carbonato, se le calienta

igualmente con carbon para obtener el resultado que demuestra la ecuacion siguiente :

$$2\ CuO,\ CO^2 + C = 2\ Cu + 2\ CO^2.$$

Por lo que acabamos de exponer consta que esta purificacion es mui fácil, i no hai duda que el valor del cobre rivalizaria con el valor del hierro, si los minerales precedentes fueran mas abundantes; pero son raros, i por esta razon casi todo el cobre, existente en el comercio, proviene de la explotacion i beneficio de los minerales sulfurosos, i especialmente de las piritas cobrizas.

Los minerales en los cuales se encuentra el cobre combinado con el azufre, son designados bajo los nombres de :

1° Cobre vítreo, ó protosulfuro de cobre (Cu^2S).

2° Cobre piritoso, ó pirita cobriza ($Cu^2S + Fe^2 S^3$, ó sea $Cu\ Fe\ S^2$).

3° Cobre gris.

A continuacion podemos colocar el rico mineral llamado Atacamita ($3\ Cu\ H^2\ O^2 + Cu\ Cl^2$),

que contiene 56 por 100 de cobre, i que se exporta en grandes cantidades de las minas de Cobija (Bolivia).

El cobre sulfuroso, ó cobre vítreo, está compuesto de dos átomos de cobre, i un átomo de azufre, i en peso contiene de 77 á 80 por 100 de cobre metálico. Tiene un color gris de plomo, otras veces negro violáceo, i es tan fusible, que se funde á la llama de la vela. Se puede decir que el cobre vítreo es uno de los minerales cobrizos mas importantes, que aunque forma rara vez el total de la composicion de las vetas, se encuentra en mucha abundancia en las vetas cobrizas actualmente explotadas en Sajonia, i aun en Hungría.

La pirita cobriza resulta de la combinacion del sulfuro de cobre con el sulfuro de hierro ($Cu\,S + Fe\,S$); contiene ménos cobre que la precedente, esto es, apénas $34^{gr}6^{m}$ por 100, i esta cantidad disminuye considerablemente á causa de las proporciones mayores de sulfuro de hierro. El color es de un amarillo de laton, i el corte presenta el brillo del oro. La superficie se altera

con frecuencia i presenta un hermoso color semejante al pecho de paloma. Las variedades que contienen mucho sulfuro de hierro, son mas duras i producen fuego al choque del acero; sus colores son tambien mas claros, i por estas propiedades se les puede distinguir de los minerales mas puros. A consecuencia del precio elevado del cobre, cuya produccion apénas basta para las exigencias de la industria moderna, se explotan las piritas de cobre que contienen tan solo 2 por 100 de metal.

En el exámen de unas piritas cobrizas de color tornasol procedentes de las minas de Lipes (Bolivia) hemos encontrado :

1° Cobre puro,	31gr	18m	por	100.
2° Cobre »	28	80	»	»
3° Cobre »	21	95	»	»

El cobre gris es una combinacion mas variable i complicada; se compone de cobre, hierro, azufre, arsénico, plata i antimonio, pero generalmente los sulfuros de cobre i de hierro son los que forman la mayor cantidad del conjunto; de manera que, bajo el punto de vista industrial,

podemos considerar el cobre gris como una pirita cobriza impura.

La explotacion de este mineral es mas ventajosa, no solo por la cantidad de cobre que se extrae i cuya lei varia entre 20 i 40 por 100, sino tambien por la plata, que combinada con el azufre ó con el antimonio se encuentra algunas veces en cantidades, si no considerables, al ménos satisfactorias.

A la llama del soplete origina unas veces vapores de antimonio, i otras de arsénico, i su composicion varia constantemente segun las proporciones de antimonio, arsénico i de hierro con que se encuentra mezclado.

Análisis de cobre gris, procedente de las minas de Chororque (Bolivia), pertenecientes al señor Ovando, han dado el siguiente resultado :

1er análisis.	Cobre	25gr	78m	por	100.
2°	»	»	23	15	»
3°	»	»	22	98	»
4°	»	»	18	10	»

Ademas de los minerales expuestos existen otros que contienen cobre, i entre ellos citaremos

los arseniatos, los fosfatos i cromatos, pero son tan raros que no se pueden considerar como minerales explotables.

A causa de la mucha afinidad que tiene el azufre por el cobre, la separacion de estos dos cuerpos ofrece mas de una dificultad, i estas circunstancias contribuyen en gran manera al precio elevado que tiene el cobre.

El beneficio de los minerales en los cuales el cobre se encuentra combinado con el azufre, tiene por objeto separar el azufre por medio de la tuesta i convertir el cobre en estado de óxido; logrado este resultado, las manipulaciones metalúrgicas se reducen á eliminar el oxígeno del metal, mediante el carbon, exactamente como si el mineral fuese un óxido ó un carbonato.

Como complemento de la metalurgia de la plata, indicamos en resúmen el procedimiento que se observa en Sajonia para beneficiar los minerales argentíferos mezclados con las piritas cobrizas.

El tratamiento de los minerales de cobre, si

bien se funda sobre reacciones bien lógicas, no por esto deja de ser mui complicado.

Las operaciones tienen dos objetos diferentes : 1° eliminar el hierro; 2° eliminar igualmente el azufre.

Se obtiene el primer resultado tostando el mineral sulfuroso al contacto del aire de manera á trasformar una parte de los sulfuros en óxidos i en sulfatos; logrado este resultado, que es el que en mayor grado ofrece mas de una dificultad, se funde la materia obtenida con ácido silícico.

Las reacciones que tienen lugar son las siguientes : como el cobre tiene mayor afinidad, por el azufre, que el hierro, i al mismo tiempo, el óxido de hierro tiene mayor afinidad por el ácido silícico que el óxido de cobre, resulta : que el óxido de cobre que se formó en el trascurso de la tuesta descompone i oxida el sulfato de hierro i lo convierte en óxido, el cual, combinado con el ácido silícico, forma un silicato fusible que se mezcla con la escoria. El sulfuro de cobre, así separado de una gran parte del hierro con que estaba combinado, es sometido á una segunda i

tercera operacion semejante, hasta la completa eliminacion del hierro.

Para eliminar igualmente el azufre, es necesario calentar al contacto del oxígeno del aire atmosférico el sulfuro de cobre con una cierta cantidad de óxido de cobre; en este caso, el oxígeno del óxido de cobre se combina con el azufre del sulfuro, con el cual forma ácido sulfuroso, i el cobre impuro queda eliminado.

Las reacciones descritas sirven de base en el tratamiento metalúrgico del cobre en el país de Gales, donde todas las operaciones son exactamente las mismas, i solo varia la disposicion de los hornos, que son más ó ménos complicados.

REFINAMIENTO.

El resultado de las operaciones anteriormente indicadas es el cobre negro ó cobre bruto. Para purificar esta materia impura se la funde con adicion de carbon en un horno destinado al objeto, i donde penetra una corriente de aire producida por un fuelle. Durante la fusion, el azufre, el

arsénico i el antimonio se volatilizan; el peróxido de hierro i demas óxidos no volátiles se combinan con el ácido silícico i forman la escoria. Resulta de este refinamiento i de un análisis prolijo, una barra de cobre que acusa 90 por 100 de lei.

El total de cobre metálico que produce anualmente todo el mundo, asciende á la suma de 130.000,000 de libras.

En esta cantidad está comprendida la Inglaterra por una suma de 35.000,000 de libras; Rusia 13.000,000; Austria 6.000,000; Estados Unidos 20.000,000 de libras; Chile, Bolivia, Perú i Cuba 35.000,000 de libras.

La importancia de los otros lugares donde se explota el cobre, como en Sajonia, Bélgica i Prusia, no es comparable á las cifras indicadas; pero la produccion de las minas de España i Suecia puede ascender anualmente al total de 4.000,000 de libras.

Calculada dicha produccion al precio actual del cobre, ella representa una suma de 32.500,000 pesos anuales.

COMBINACIONES DEL COBRE CON EL OXÍGENO, I CARACTÉRES DE LAS DISOLUCIONES DE LAS SALES DE COBRE.

El cobre forma con el oxígeno tres combinaciones que son :

1ª el subóxido, ó protóxido Cu^2O : 2ª el bióxido CuO : 3ª el peróxido de cobre CuO^2.

1ª El subóxido ó cobre rojo llamado por los mineralogistas oxídulo de cobre, i que es el cobre en el mínimum de oxidacion, se halla diseminado en masas irregulares, en agujas i cristales que tienen la forma de octaedros regulares. Cuando no está acompañado por el hierro ó por una cantidad mayor de una costra de carbonato de cobre que frecuentemente altera á los cristales, contiene 89 gramos por 100 de cobre. Al soplete se reduce fácilmente, i los ácidos hidroclórico i nítrico lo disuelven sin ninguna dificultad. El subóxido de cobre constituye la mayor parte de los minerales oxígenados, en los cuales se halla mezclado con el oxídulo de hierro.

Puede prepararse artificialmente el protóxido,

calentando en un crisol 100 partes de bióxido de cobre con una cantidad semejante de cobre metálico.

2ª El bióxido de cobre CuO es amorfo, pulverulento, i de un color negro oscuro. Se le prepara calentando fuertemente el cobre al contacto del aire.

3ª El peróxido $Cu\ O^2$ que es de un color amarillo oscuro, se descompone á una temperatura mediana i se convierte en bióxido de cobre. En los laboratorios se obtiene descomponiendo el hidrato de bióxido de cobre por el agua oxigenada.

CARACTÉRES DE LAS DISOLUCIONES DE LAS SALES DE PROTÓXIDO DE COBRE.

Las sales de protóxido de cobre son generalmente incoloras, ó ligeramente amarillas, i las disoluciones producen con los reactivos químicos las reacciones siguientes :

Con la disolucion potásica, un precipitado amarillo oscuro de hidrato de protóxido de cobre (insoluble en un exceso de reactivo).

El carbonato de sosa ó de potasa produce un precipitado amarillo compuesto de carbonato de protóxido de cobre.

Precipitado oscuro, el hidrógeno sulfurado.

El hierro i el zinc descomponen las disoluciones de protóxido, i eliminan el cobre metálico.

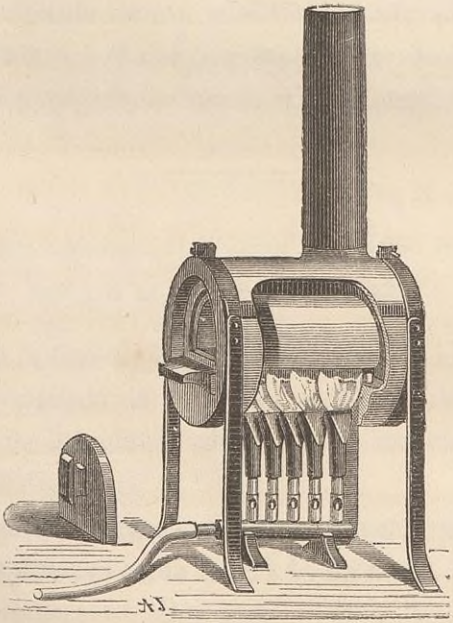
LAS DISOLUCIONES DE LAS SALES DE BIÓXIDO PRESENTAN LOS SIGUIENTES CARACTÉRES :

Con la disolucion de potasa ó de sosa, forman un precipitado de color azul compuesto de hidrato de bióxido de cobre, que es insoluble en ambos álcalis.

El amoniaco ocasiona un precipitado verdoso que se disuelve en un exceso de amoniaco, i produce un hermoso color azul.

Con el carbonato de potasa se obtiene un precipitado azul de carbonato de cobre.

La disolucion de la sal de bióxido, produce con el carbonato de amoniaco un precipitado verdoso que se disuelve en un exceso de reactivo.



Horno calentado á gas para calcinaciones i tuestas, construido por Wiesnegg.

(Pag. 199.)

Precipitado blanco verdoso de oxalato de cobre, con el ácido oxálico.

Precipitado negro, el hidrógeno sulfurado (sulfuro de cobre).

Precipitado blanco, el ioduro de potasio (ioduro de cobre).

Precipitado rojo oscuro, el cromato de potasa (cromato de cobre).

Mediante el hierro se precipita el cobre al estado metálico.

El reactivo que se prefiere i que recomendamos especialmente es el cianoferruro potásico, que produce, aun en las disoluciones débiles de cobre, un precipitado de un color rojo oscuro. Si no se contare con dicho reactivo, se recurrirá á un alambre de hierro, el cual se cubrirá de una película de cobre; pero si la cantidad fuese tan pequeña, en términos de hacer dudar de su existencia, para salir de la duda, el ensayador bañará el alambre de hierro en una disolucion de una sal amoniacal, i expondrá dicho alambre á la llama del alcohol : si hai cobre en la disolucion, el color verde de la llama descubre el metal.

PLOMO

Minerales de plomo.

Las principales propiedades del plomo son :

1ª La ductilidad.

2ª La fusibilidad.

El plomo del comercio, esto es, el plomo refinado, es de un color gris claro característico, i su corte brillante que se empaña al contacto del aire, se cubre de una película gris que se supone sea un subóxido de plomo Pb^2O. A una temperatura elevada, absorbe el oxígeno i se convierte en protóxido.

El plomo metálico es mui blando i basta una ligera presion para deformar piezas de un volúmen i peso considerables ; á causa de la mucha ductilidad i maleabilidad que posee, se lamina en hojas sumamente delgadas, que son aquellas que se emplean en los ensayes de las ligas monetarias, para envolver las aleaciones microscópicas ántes de pasarlas á la copela.

Por lo expuesto al principio de este tratado, consta que el metal de que tratamos es fusible i fácilmente oxidable : su óxido tiene la propiedad de disolver el de cobre, i esta propiedad facilita el medio de separar este último metal del oro ó de la plata.

Fuera del interes que ofrece el plomo á causa de su mucha fusibilidad, debemos recordar otra de sus propiedades no ménos importantes; queremos decir la fluidez, en virtud de la cual describimos, aunque rápidamente, la fabricacion de los tipos de imprenta, así como tambien otras aleaciones útiles que forma dicho metal.

Antes de ahora, la poca tenacidad i mucha blandura del plomo eran graves inconvenientes, porque los tipos fabricados con este metal, se aplastaban fácilmente bajo las acciones repetidas de la prensa; pero en la actualidad no sucede otro tanto; pues se ha reparado el mal, ligando el plomo con una cierta cantidad de antimonio; i los tipos fabricados con una aleacion compuesta de 800 gramos de plomo i 200 de antimonio, no solo tienen la dureza exigida, sino tambien son

capaces de resistir á mas de 200 mil impresiones. No considerando el plomo mas que en esta sola aplicacion, podemos decir sin alejarnos de la verdad, que es el metal que presta los servicios mas eminentes á la civilizacion; en efecto, este metal que, bajo la forma de proyectiles, decide de los destinos de una nacion, bajo otra forma ejerce una influencia no ménos poderosa por la propagacion del pensamiento.

A continuacion acompañamos las diferentes aleaciones que se emplean para fabricar los tipos de imprenta.

LIGA DE LETRAS GRANDES.

I

Plomo.....	9, 0	10 partes i 1/2.
Antimonio.....	1, 0	
Arsénico.....	0, 5	

II

Cobre.....	8, 0	10 partes i 1/2.
Estaño.....	2, 0	
Bismuto.....	0, 5	

LETRAS MUI PEQUEÑAS.

I

Plomo	9	13 partes.
Antimonio	2	
Bismuto	2	

II

Plomo	16	25 partes.
Antimonio	4	
Estaño	5	

LIGA PARA GRABADOS DE IMPRENTA.

I

Plomo	60, 0	100 partes.
Estaño	37, 5	
Antimonio	2, 5	

II

Plomo	42	100 partes.
Estaño	56	
Antimonio	2	

LIGA PARA SOLDAR EL PLOMO.

Plomo.....	200	300 partes.
Estaño.....	100	

LIGA PARA SOLDAR LA LATA.

Plomo.....	100	200 partes.
Estaño.....	100	

Esta liga se distingue de la precedente por ser sumamente inestable; calentada á una temperatura elevada se inflama, i se convierte en estanato de plomo.

De las diversas aleaciones que forma el plomo, indicaremos aquellas que ofrecen mayor interes á causa de su punto de fusion.

LA LIGA FUSIBLE Á 94°, 5ᶜ ESTÁ COMPUESTA DE:

Plomo.....	50	160 partes.
Estaño.....	30	
Bismuto.....	80	

LA LIGA FUSIBLE Á 91°, 66ᶜ CONTIENE:

Plomo.....	30	100 partes.
Estaño.....	20	
Bismuto.....	50	

LIGAS DE D'ARCET FUSIBLES Á 100 GRADOS CENTÍGRADOS.

I

Plomo.....	20	100 partes.
Estaño.....	30	
Bismuto.....	50	

II

Plomo.....	40	160 partes.
Estaño.....	40	
Bismuto.....	80	

Las últimas ligas se liquidan fácilmente á la temperatura de 100 grados centígrados.

Se preparan en la industria otras aleaciones fusibles, sin que en ellas entre el bismuto, i las principales son las siguientes :

I

LIGA FUSIBLE Á 167 GRADOS CENTÍGRADOS.

Plomo.....	200	500 partes.
Estaño.....	300	

II

ALEACION FUSIBLE Á 500 GRADOS.

Plomo.....	400	500 partes.
Antimonio.....	100	

Disminuyendo las proporciones del bismuto, en las ligas que forma con el plomo i el estaño, se pueden preparar aleaciones fusibles á diferentes grados de calor, i estas ligas, descubiertas por D'Arcet á fines del siglo XVIII, evitan las continuas explosiones á que estaban expuestas las máquinas á vapor, cuyos constructores deben, por decirlo así, á las propiedades fusibles del bismuto, la confianza con que hoi calientan las calderas; pues no hai duda que si la presion del vapor es superior á la fuerza de la caldera, la ruptura de esta es inevitable; de donde resultan males casi siempre irreparables, fáciles de evitar de la manera siguiente : se hace una abertura en la caldera i se la tapa herméticamente con una plancha de una aleacion de bismuto, plomo i estaño, preparada en términos de que entre en fu-

sion á una temperatura determinada, de manera que tan luego como la presion del vapor traspasa el límite de fusion á que está calculada la liga, ésta se funde, i el vapor se escapa sin causar el menor mal.

Al estado de combinacion, i bajo diversos nombres que disfrazan su presencia, el plomo forma parte en un gran número de preparaciones útiles á la medicina i á las artes. La sal de saturno no es otra cosa que el plomo oxidado i unido al ácido acético. Al estado de carbonato, produce el color blanco mas hermoso que posee la pintura; oxidado ó al estado de óxido forma el minio ó rojo de saturno, i con una proporcion menor de oxígeno, se obtiene el litargirio ó protóxido de plomo fundido, precioso reactivo oxidante que se emplea casi exclusivamente en los ensayes de los sulfuros que contengan plata ú oro.

Rara vez se encuentra el plomo nativo; pero con frecuencia combinado con el azufre en el sulfuro de plomo ó galena. La molécula de galena está formada de un átomo de

plomo i de un átomo de azufre. Contiene en peso :

Plomo...	$86^{gr}\ 55^{m}$	100,00 = Pb S.
Azufre..	13 45	

Hemos tenido ocasion de examinar várias muestras de galena mandadas de la República de Bolivia, i solo indicaremos las propiedades físicas de aquella, que por su forma cristalina i composicion ofrece mayor interes.

La muestra es de un color gris de plomo con ligeros asomos de manchas azules; la forma cristalina deriva del cubo : es poco dura i frágil á la percusion. Calentada con la llama del soplete, sobre el carbon emite vapores de ácido sulfuroso i produce plomo metálico. Contiene $75^{gr}\ 89^{m}$ por ciento de plomo. Existen dos especies de galena ; la primera es la galena cristalizada en cubos ú octaedros, ó en masas compuestas de hojas que se cruzan generalmente en tres direcciones que forman ángulos rectos; i la segunda la galena de grano menudo semejante al grano de acero. Bajo esta forma, hemos encontrado en la galena boliviana $55^{gr}\ 80^{m}$ por ciento de plomo.

El sulfuro que nos ocupa, aunque ménos abundante que el mineral de hierro, se encuentra en las minas de Inglaterra i Alemania. Las montañas de las Alpujarras, i las minas de Linares en Andalucía (España) gozan de mucha reputacion por la abundancia i riqueza de sus minerales.

La combinacion del plomo con el ácido carbónico, carbonato de plomo ($PbOCO^2$), ó plomo blanco, es frágil, se reduce fácilmente á la llama del soplete, i se disuelve produciendo efervescencia en ácido nítrico.

Debemos distinguir tres variedades de esta especie : 1ª el carbonato de plomo de cristales opacos ; 2ª el carbonato que cristaliza en agujas ó en prismas; 3ª las variedades de formas compactas ó terrosas.

Los carbonatos mas ricos que hemos analizado, i que provienen de Chile, han presentado al ensaye 70 por ciento los unos, i los otros 74^{gr} 5^{m} por ciento de plomo; contienen la mayor parte pequeñas cantidades de carbonato de cobre, arseniato de plomo, i cantidades inapreciables de óxido de zinc.

La combinacion del plomo con el ácido sulfúrico ó sulfato de plomo ($PbOS^3$) es mui rara en estado cristalino; tiene un color blanco, ó blanco mate; es insoluble, ó difícilmente soluble en el ácido nítrico; pero se funde y se reduce á la llama del soplete.

El fosfato de plomo, ó plomo verde 3 ($Ph^2 O^5$, 3 Pb O), cristaliza en prismas hexagonales regulares. La llama del soplete no lo reduce sobre el carbon; pero se funde i produce una perla que se cristaliza al enfriarse. Contiene poco más ó ménos de 5 á 10 por ciento de cloruro de plomo (Pb Cl).

El cromato de plomo ó plomo rojo ($Pb CrO^4$), cuyos cristales no son comunes, se halla en Siberia i en el Brasil. Los cristales de estas localidades, presentan la forma de ajugas prismáticas, que pueden ser fundidas i reducidas como el sulfato de plomo. Calentado el cromato con polvos de borax, produce una perla de un hermoso color esmeralda; ademas se disuelve sin efervescencia en una cantidad suficiente de ácido hidroclórico; en cuyo caso el cloruro de plomo se se-

para, i el líquido toma un color verde esmeralda.

Llámase burnonita un mineral compuesto de los metales siguientes :

Plomo.....	41gr 77	100,00.
Cobre.....	12, 76	
Antimonio.....	26, 01	
Azufre.....	19, 46	

i que corresponde á la fórmula

$$(3\ Cu^2S,\ Sb^2\ S^3) + 2\ (3\ Pb\ S,\ Sb^2\ S^3).$$

Dichas cantidades varian constantemente; pero se puede calcular con corta diferencia de 40 á 42 por ciento la cantidad de plomo; de 11 á 13 la del cobre; de 19 á 28 el antimonio, i el azufre de 16 al 20 por ciento.

La explotacion i beneficio de los minerales sulfurosos, ofrece en el continente europeo doble interes; pues ademas del plomo que se explota, tambien se extrae con ventaja la plata que interviene; de suerte que muchas veces el mineral tiene mas valor como mineral argentífero que como mineral de plomo; i si fuera de esto se

considera por una parte el poco costo que ocasiona el beneficio, i por otra el valor de la plata con relacion al del plomo, se comprenderá por qué, en la extraccion de la galena argentífera, el valor del metal precioso es algunas veces la principal causa para la explotacion i beneficio de los minerales sulfurosos. Casi nunca se encuentra la galena en estado de pureza, porque siempre está mezclada con sulfuro de antimonio, sulfuro argéntico, i pirita cobriza; otras veces la plata metálica la acompaña tambien.

El tratamiento de los minerales en los cuales está el plomo combinado con el ácido carbónico; queremos decir de los carbonatos, no presenta dificultad alguna, i las manipulaciones se reducen á descomponer el carbonato por medio del carbon, para obtener inmediatamente el plomo metálico, así como lo indica la fórmula siguiente:

$$2\ Pb\ O\ Co^2 + C = 2\ Pb + 2\ Co^2.$$

El beneficio de los sulfuros es mas complicado, i la naturaleza de la ganga da lugar á dos trata-

mientos metalúrgicos, fundados sobre dos reacciones químicas diferentes.

El método empleado en Inglaterra i despues en Francia i en España está fundado sobre las dos reacciones siguientes :

1ª Un equivalente de sulfuro de plomo i dos equivalentes de óxido de plomo producen despues de la fusion, un equivalente de ácido sulfuroso i tres equivalentes de plomo metálico.

$$Pb\,S + 2\,Pb\,O = SO^2 + 3\,Pb.$$

2ª Un equivalente de sulfuro de plomo i un equivalente de sulfato de plomo producen igualmente dos equivalentes de ácido sulfuroso i dos equivalentes de plomo metálico.

$$Pb\,S + Pb\,O,\,SO^3 = 2\,SO^2 + 2\,Pb.$$

Con el fin de obtener el óxido i el sulfato de plomo, necesarios para las dos reacciones, se quema el sulfuro de plomo al contacto del aire, para que en el trascurso de la tuesta se produzca una cierta cantidad de ambos, i se cierra despues las puertas del horno con el objeto de elevar la

temperatura que debe efectuar las reacciones descritas.

Cuando la galena contiene mucho silicato, se funde el mineral con una sustancia cuya afinidad por el azufre sea mayor que la del plomo, por ejemplo con el hierro. Si se calienta el sulfuro de plomo con el hierro metálico, se obtendrá por una parte el sulfuro de hierro, i por otra el plomo metálico.

$$(Pb\,S + Fe = Fe\,S + Pb).$$

Cada átomo de azufre se separa del átomo de plomo con que estaba combinado, i se une con un átomo de hierro, con el cual forma el sulfuro de hierro, i el plomo queda desulfurado. No cabe duda de que este procedimiento es mas expeditivo, i solo presenta un inconveniente i es el valor del hierro que se pierde en las reacciones; pero como el átomo de hierro es poco más ó ménos cuatro veces ménos pesado que el átomo de plomo, resulta que una libra del primer metal encierra tantos átomos cuantos contienen cuatro libras del segundo, siendo por consiguiente sufi-

ciente una parte de hierro para eliminar cuatro de plomo.

Sobre este principio está fundada la explotacion de los minerales de plomo sulfuroso en el Hartz (Alemania).

La pureza del plomo que se extrae de los minerales, está casi siempre alterada por una cantidad mayor ó menor de cobre, de antimonio i de óxido de plomo; otras veces por el arsénico i el zinc, i rara vez por el hierro.

La cantidad de cobre que se extrae de los lugares donde se explota este metal, es mui variable; pero la produccion de Inglaterra i España, que son los países que ocupan el primer puesto, puede calcularse como sigue:

Inglaterra...	70,000	toneladas anuales.
España.....	60,000	

COMBINACIONES DEL PLOMO CON EL OXÍGENO, I CARACTÉRES DE LAS DISOLUCIONES DE LAS SALES DE PLOMO.

El plomo se combina con el oxígeno en tres proporciones diferentes, i forma los óxidos siguientes:

1° El subóxido de plomo..... Pb^2O
2° El protóxido de plomo..... PbO
3° El bióxido ó ácido plúmbico... PbO^2

El primer óxido ó subóxido Pb^2O, es aquel polvo negro que se depone cuando se expone el plomo al contacto del aire húmedo; i se le puede preparar artificialmente, descomponiendo el oxalato de plomo á una temperatura de 250 á 300 grados.

La temperatura alevada, así como tambien los ácidos i los álcalis diluidos, pueden descomponer el subóxido i trasformarlo en protóxido i plomo metálico.

La segunda combinacion PbO, tiene un color amarillo más ó ménos rojizo; se le prepara en los laboratorios calcinando el nitrato ó el carbonato de plomo, ó bien sea calentando el plomo metálico al contacto del aire : si la temperatura es mui elevada i asciende á un rojo oscuro, el óxido entra en fusion i cristaliza al enfriarse bajo la forma de pequeñas escamas (litargirio ó protóxido de plomo fundido).

Segun las observaciones del Sr. Leblanc, el

litargirio fundido al contacto del aire, disuelve, como la plata, una cierta cantidad de oxígeno, si bien lo abandona al enfriarse.

El tercer óxido, llamado ácido plúmbico PbO^2, que tiene un color negruzco, es insoluble en el agua, pero se descompone á una temperatura elevada i se convierte en *minio*.

El ácido plúmbico no se combina con los ácidos, pero se une á las bases con las cuales forma sales cristalizables; así, por ejemplo, con la potasa produce el plumbato de potasa, que tiene por fórmula $KO, PbO^2, 3\ HO$.

Se prepara el bióxido de plomo calentando cuatro partes de protóxido de plomo con una parte de clorato potásico, i tambien descomponiendo una sal de plomo, mediante una corriente eléctrica.

El minio, ó sea plumbato de óxido de plomo, es una combinacion del protóxido con el bióxido de plomo ($2\ PbO\ PbO^2$).

CARACTÉRES DE LAS DISOLUCIONES DE PLOMO.

El protóxido de plomo es el solo óxido que se une á los ácidos para formar sales.

Las sales de plomo no tienen color, si el ácido que las constituye es incoloro; son dulces al sabor, i venenosas como las sales de cobre.

Los reactivos químicos producen los fenómenos siguientes:

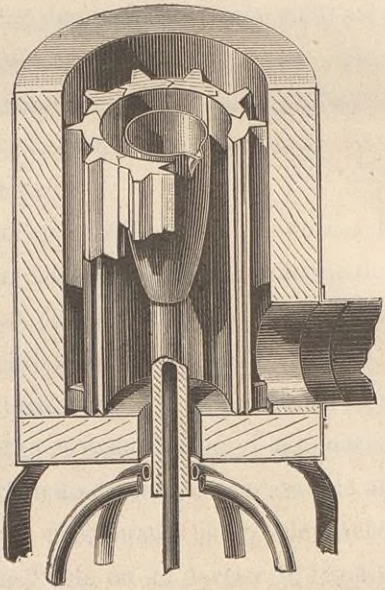
La disolucion potásica origina en las disoluciones de las sales de plomo un precipitado blanco, compuesto de hidrato de protóxido de plomo, que es soluble en un exceso de reactivo.

El amoniaco produce un precipitado igualmente blanco, que es insoluble en el amoniaco.

El carbonato de sosa, de potasa i de amoniaco, forman un precipitado blanco de carbonato de plomo, insoluble en un exceso de reactivo.

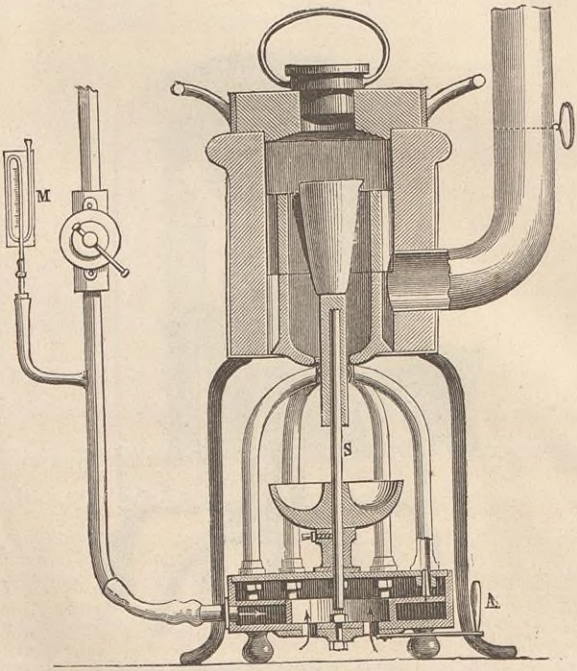
El sulfidrato de amoniaco i el hidrógeno sulfurado, ocasionan un precipitado negro, insoluble en un exceso de ambos reactivos.

El ácido sulfúrico i los sulfatos solubles, forman un precipitado blanco compuesto de sulfato



Interior del horno de Perrot.

(Pag. 223 bis.)



Horno à gas de Perrot para la fusion de metales construido por Wiesnegg.

(Pag. 223.)

de plomo; este precipitado, que es insoluble en el agua, se disuelve con los álcalis i en el ácido hidroclórico.

En las disoluciones concentradas de plomo, el ácido hidroclórico da un precipitado blanco de cloruro de plomo.

Las sales de plomo se precipitan con el ioduro de potasio i el cromato de potasa, i producen precipitados amarillos de ioduro i cromato de plomo.

El zinc, el hierro i el estaño, precipitan las disoluciones de las sales de plomo i producen una cristalizacion compuesta de láminas brillantes.

Si se introduce en una disolucion de acetato neutro de plomo una barrita de zinc, sostenida por una espiral de laton, se observará que el alambre metálico se cubre de una hermosa vegetacion, á la cual se da el nombre de árbol de Saturno; i si se desea obtener dicho precipitado de un hermoso aspecto, deberá añadirse á la disolucion una pequeña cantidad de ácido acético, á fin de evitar la precipitacion del carbonato de plomo, que se produce por la accion del ácido carbónico del aire sobre la sal básica de plomo.

CUARTA PARTE

FABRICACION DE MONEDAS

La fabricacion de monedas i medallas.

En las oficinas de cambio nacionales no se permite la compra de las barras de plata ó plata piña ni del oro natural ó procedente de las ligas, sino bajo la condicion de que dichos metales se hallen previamente reconocidos, reducidos en barra i garantizados con el punzon de un ensayador titulado.

La mayor parte de la plata que se emplea para la acuñacion de la moneda francesa, proviene de los diversos establecimientos de afinacion que se encuentran en la capital; donde no solamente se

benefician las barras de plata i oro, sino tambien las grandes cantidades de moneda acuñada que se remiten por las diversas repúblicas americanas, especialmente por las del Perú, Chile i Bolivia. Elaboradas las barras i marcadas con el sello del *Ensayador de la garantía*, la administracion de la casa de monedas las rescata con sujecion á la tasa fijada por la lei francesa de 8 de Abril del año 1845, la misma que creemos indispensable trascribir al fin como un complemento á nuestro tratado.

Las tarifas reconocen el oro desde mil milésimos fino hasta quinientos milésimos, i en la plata de mil á ciento sesenta; de suerte que las barras de una lei inferior no pueden ser materia de rescate por no existir precio determinado en las tarifas.

Por los repetidos ensayes que se hacen de las barras compradas, se llega á conocer cual sea la cantidad de plata que se debe agregar siendo su lei inferior á nueve décimos fino, ó de cobre siendo su lei superior.

Determinada la lei de las barras i calculada la

cantidad de cobre i de plata, con relacion á la moneda que se debe acuñar, se someten ambos metales á fusion en un crisol de hierro batido, capaz de contener hasta 200 libras de metal, con el objeto de preparar una aleacion al límite legal de $\frac{900}{1000}$ ó 9 décimos fino, para lo cual se eleva la temperatura del horno hasta el estado incandescente, procurando la mezcla mas completa de la plata i del cobre, para que la aleacion sea homogénea i el fino igualmente repartido en toda la masa. Para este fin son indispensables por lo ménos cinco horas, al cabo de las cuales se procede á vaciar el metal en reileras aceitadas. Las láminas que así llegan á vaciarse tienen regularmente el ancho de la moneda que se quiere acuñar, i un largo de 50 centímetros; pero como ellas presentan erizaciones en sus bordes laterales, se las corta por medio de un instrumento ó cortador especial. Esta operacion se hace mui rápidamente, exponiéndose las láminas por sus cuatro costados al punto de reunion de dos discos de acero, que giran en sentido inverso sobre dos planos paralelos. Y para que las láminas adquie-

ran el coto de la moneda, se las pasa várias veces por el cilindro del laminador, i se las recoce con el objeto de dilatar los poros.

Hemos observado que las láminas destinadas para los pesos fuertes, deben ser pasadas por lo ménos doce veces consecutivas por el cilindro del laminador, i una ó dos veces sometidas á la accion del fuego.

Las reileras producen barras que pesan mil quinientos gramos: tienen cincuenta centímetros de largo por uno de coto; i la fuerza de las prensas es tal, que cada vez que las láminas pasan por los cilindros se estiran por término medio 10 centímetros; pero el largo total que adquieren no pasa de un metro 70 centímetros, i bajo estas dimensiones pueden producir hasta cuarenta discos ó rodajas, i esto á condicion de que las láminas se encuentren enteras, i no rajadas ni deformadas por la accion de los cilindros. Las piezas así cortadas se las cierra en paquetes por medio de un instrumento especial, i se las coloca en un horno sobre una placa circular de hierro, i despues que hayan adquirido una temperatura

roja, se las enfria sobre planchas de cobre. Esta operacion es de suma importancia, i tiene por objeto restituir al metal la maleabilidad perdida á consecuencia de las compresiones sucesivas ocasionadas por la presion de los laminadores. Ademas el recocido permite estirar el metal nuevamente en el trascurso de las últimas laminaciones.

Tratándose de las monedas divisionarias, se emplean reileras mas pequeñas, i las laminaciones varian proporcionalmente tanto en el espesor cuanto en su largo.

Para la fabricacion de las monedas de oro, las operaciones son exactamente iguales á las arriba indicadas, i solo se diferencian en el esmerado cuidado i precauciones que se toman en las laminaciones á fin de que adquieran el espesor matemático que deben tener las monedas.

La fabricacion de las medallas tampoco tiene diferencia alguna á la de la moneda circulante, pero en cuanto á su peso i diámetro no se observa ninguna exactitud, por no existir leyes que hubieran reglamentado la materia.

Cuando las láminas han adquirido el coto conveniente, se las corta con un cortador, en forma de discos ó tejuelos. El corte de los discos ántes se hacia por mano del hombre, pero ahora se emplea la fuerza mecánica. En uno ú otro caso, ántes de cortar los discos, un obrero tiene el cuidado de comprobar el peso de una rodaja tomada discrecionalmente, i solo cuando en el resultado hai exactitud rigorosa, se continúa i se da fin con la operacion. Habiendo exceso ó defecto en el peso se repite la fundicion i elaboracion de las láminas. Cortados los discos se les pesa todavía uno por uno, i aquellos que acusan diferencia por defecto vuelven otra vez á la fundicion, i los que tienen diferencia por exceso son reducidos al peso legítimo por medio de una lima, ó por un cepillo que corta las virutas mas finísimas.

Despues pasan los tejuelos al taller de acuñacion, donde previamente son acordonados i blanqueados. El objeto de la primera operacion es reparar las irregularidades que hubiesen quedado despues del corte i levantar ligeramente los bor-

des para obtener fácilmente las impresiones; el de la segunda es dar á las piezas un color blanco mate, que contribuye al mayor brillo de la moneda.

Para la primera operacion los discos son recocidos en cilindros de hierro colocados en un horno calentado á la temperatura roja, lo cual produce el efecto de dilatar los poros i de volver su maleabilidad á la plata. Este procedimiento no está sujeto á regla alguna, i el buen éxito depende únicamente de la práctica del operador: por esta circunstancia resultan muchas veces piezas muy *quemadas*, que son aquellas que han quedado al fuego mas tiempo que el necesario, las cuales estando como están mui oxidadas, pierden su peso al contacto del agua acidulada, i se distinguen de las demas por tomar imperfectamente el color blanco mate.

Por el contrario cuando la dilatacion ha sido mui considerable, los letejuelos se abotagan, i en este caso no se las puede acuñar, sin remitir otra vez á la fundicion.

Por lo expuesto, se comprende que debe te-

nerse mucho cuidado en el recocido, retirándose las piezas en cierto grado de calor, que solo la experiencia enseña. Sin embargo, hemos observado que la temperatura conveniente es de un color rojo cerezo conservado durante una hora i media.

La plata se blanquea en un baño acidulado compuesto de dos libras de ácido sulfúrico i 200 de agua. Para el oro se emplea el ácido nítrico diluido, que marque 4 ó 5 grados al pesa ácido. Este ácido tiene una accion mas eficaz sobre el cobre que el ácido sulfúrico, i tiene la propiedad de no disminuir ó comprometer el peso del oro. Tanto el oro como la plata deben permanecer en el baño por diez minutos, durante los cuales deben ser removidas las piezas de manera que la superficie de ellas se halle siempre en contacto con el líquido. En seguida se las lava con agua natural repetidas i prolongadas veces, hasta que el ácido sea totalmente eliminado.

Preparados así los tejuelos, se les pone en un cilindro de bronce calentado á vapor, i que contiene ademas cierta cantidad de serrin. Un

obrero los mueve en este estado miéntras que pierdan la humedad. Luego se separa el serrin por medio de unos cedazos, i se secan los tejuelos uno por uno.

Finalmente, se hace un nuevo exámen de los tejuelos, i se separan los que son manchados, abotagados, i en general todos aquellos que son defectuosos por alguna causa. Los que quedan son verificados nuevamente en su peso, i entregados despues al verificador de la oficina de acuñacion, quien es responsable de las últimas operaciones, hasta entregarlos al verificador de monedas del Estado.

Son obligaciones del verificador de la oficina :

1° Hacer constar en los registros el peso de los canastos de discos que han entrado á su poder.

2° Hacer la verificacion de la acuñacion.

Solo despues de cumplidas estas condiciones con exactitud rigurosa, pueden pasar los discos á los obreros para que éstos procedan á la acuñacion.

La acuñacion se hacia en la casa de monedas

de Paris hasta el año 1845 por medio de volantes, movidos por la mano del hombre, pero desde esta época se emplean prensas mecánicas movidas á vapor, cuya superioridad sobre las primeras, probada por la experiencia de treinta años, es incontestable. La fuerza de estas prensas se puede graduar tanto como se quiera, i es por esta razon que se obtienen las mas hermosas impresiones.

Son dos los cuños que se emplean para la impresion ; el uno para el reverso i el otro para la faz.

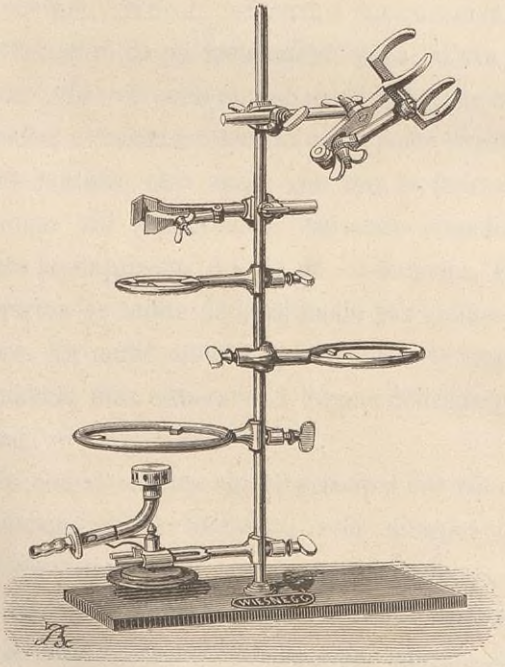
Estos cuños se trabajan del modo siguiente : se toman dos barras de acero templado, i en las extremidades se forman especie de pirámides mediante cortes laterales i con la base estrictamente necesaria para el diámetro de la moneda ; en seguida se destempla al calor rojo, i en este estado se las imprime el sello, aplicándose los cuños tipos que existen preparados de antemano en acero bien templado, i con grabado en relieve. Obtenida la impresion se vuelve á templar los enunciados cilindros con el cuidado posible, i se-

guidamente se hace el bruñido para que la superficie quede perfectamente alisada.

El obrero acuñador coloca de 25 á 30 discos en un tubo vertical, los cuales sucesivamente i por la accion de un instrumento especial van pasando sobre el cuño que sirve de base, en cuya posicion el volante colocado en la parte superior i que contiene otro cuño, cae con la fuerza de cuarenta mil quilógramos, causando inmediatamente la impresion ó sello de la moneda. Esta operacion se sepite de igual modo para todos los discos. Es inútil advertir que en ello se emplea el cuidado mas esmerado, i la mas delicada prolijidad.

No siendo nuestro objeto principal describir el mecanismo de la máquina, solo diremos que cualquiera que sea el sistema que se emplee, todas repiten iguales movimientos para cada uno de los discos; esto es, 40 veces por minuto para los pesos fuertes, 50 para la moneda de 20 centavos, i 65 para las monedas divisionarias.

El resultado diario de la acuñacion de la moneda de Paris es el siguiente :



Supports. (Pag. 237.)

Oro de 800,000 á 80,000 pesos.
Plata, de 80,000 á 20,000.

Ordinariamente se acuña en oro una suma de 800,000 pesos.

Terminada la acuñacion, las monedas son pesadas i contadas: despues, se las pone á disposicion del Comisario de monedas, quien en presencia del Director i Verificador del Estado, toma indistintamente seis ú ocho piezas del conjunto, i las remite á su vez al laboratorio de ensayes. En esta oficina los empleados del Gobierno comprueban la lei de las monedas; i si alguna no tiene el fino legal, vuelven todas á la fundicion, i se repite la amonedacion nuevamente; si son exactas, la administracion previene al Comisario que todas las piezas se pesen una á una, á fin de separar aquellas que tienen un peso mayor ó menor ó defecto en la impresion.

Las monedas que tienen el peso justo se ponen á disposicion del Director, quien las envia al Banco para su circulacion.

CUADRO

de aleaciones en las diversas monedas de oro, plata i cobre, i en otras aplicaciones industriales.

LEI DE LAS MONEDAS DE ORO

Lei legal.

Oro.....	900^{m}	1,000^{m}
Cobre.....	100	

Lei elevada.

Oro.....	902^{m}	1,000^{m}
Cobre.....	98	

Lei baja.

Oro.....	898^{m}	1,000^{m}
Cobre.....	102	

Estas ligas se funden en grandes crisoles de plombagina ó de hierro batido, que pueden contener hasta 50 libras de materia. La primera fundicion dura una hora i cuarto, poco más ó ménos : las demas operaciones, que se hacen en

los mismos crisoles calientes, duran apénas tres cuartos de hora.

Siendo sumamente difícil preparar una aleacion exacta al límite de nueve décimos fino, la lei concede una tolerancia de dos milésimos en más ó en ménos; de manera que los finos de las monedas de oro varian de 902 milésimos á 808 milésimos.

De conformidad con la convencion monetaria de 1866, el peso, la lei, la tolerancia y el diámetro de las monedas de oro que se acuñan en Francia, Italia, Suiza i Bélgica, están sujetos á las leyes siguientes :

ORO.

Denominacion de las piezas de monedas de oro.		Peso de las monedas. Gramos.	Mil.	Tolerancia en el peso. Miligramos.	Lei de las monedas. Miligramos.	Tolerancia en la lei. Miligramos.	Diámetro de las monedas.
Oro	de 20 pesos	32	258	1	900	2	35mm
	de 10 »	16	129				28 »
	de 4 »	6	452	2			21 »
	de 2 »	3	226				19 »
	de 1 »		613	3			17 »

LIGA DE MEDALLAS DE ORO

Lei legal.

Oro.....	916^{m}	1,000^{m}
Cobre.....	084	

Lei elevada.

Oro.....	918^{m}	1,000^{m}
Cobre.....	082	

Lei baja.

Oro.....	914^{m}	1,000^{m}
Cobre.....	086	

Dichas ligas se preparan en las mismas condiciones que las precedentes.

LIGA DE ALHAJAS DE ORO.

Conforme á las disposiciones legales del año 1799 los plateros pueden hacer uso de tres alea-

ciones diferentes para las alhajas de oro, i de dos para las de plata, á saber :

Oro	1° 902	milés.	ó 22	quilates	poco	más	ó ménos
	2° 840	»	ó 20	»	»	»	»
	3° 750	»	ó 18	»	»	»	»

LIGA DE ALHAJAS DE PLATA

Plata	1° 950	milésimos.	Cobre	050	milésimos.
	2° 800	»		200	»

La tolerancia para el oro es de 3 milésimos, y de 5 para la plata.

LIGA PARA SOLDAR EL ORO AL FINO

DE 750m ó 18 QUILATES.

Oro	666.66	100.000
Cobre limado	166.66	
Plata.....	166.68	

A fin de obtener un buen resultado, es necesario introducir el cobre laminado, cuando el oro

se encuentra en completa fusion. A continuacion se adiciona la plata i se vacia el metal en forma de láminas tenues.

AMALGAMA DE DORADORES.

Mercurio puro.....	900^{m}	1.000^{m}
Oro puro.....	100^{m}	

PLATA.

LIGA DE MONEDAS DE PLATA.

Lei legal.

Plata.....	900^{m}	1.000^{m}
Cobre.....	100^{m}	

Lei elevada.

Plata.....	902^{m}	1.000^{m}
Cobre.....	098^{m}	

Lei baja.

Plata.....	898^{m}	1.000^{m}
Cobre.....	102^{m}	

La tolerancia es de 2^{m} para los pesos.

Las monedas de plata de Francia, Italia, Suiza i Bélgica, están sujetas á las reglas siguientes:

Denominacion de las monedas de plata.		Peso de las monedas.	Tolerancia en el peso.	Lei de las monedas.	Tolerancia en la lei.	Diámetro de las monedas.
Pesos.....	1	25 gr.	3m	900m	2m	37mm
Mil. de id....	0.400	10	5	835	3	27
»	0.200	5				23
»	0.100	2,50	7			18
»	0.040	1	10			16

LIGA DE MEDALLAS DE PLATA.

Lei legal.

Plata..... ... 950m
Cobre.... ..... 50m } 1.000m

Lei elevada.

Plata..... 953m
Cobre..... 047m } 1.000m

Lei baja.

Plata..... 947m
Cobre..... 053m } 1.000m

La tolerancia es de 3 milésimos.

LIGA DE VAJILLA DE PLATA.

Lei legal.

Plata.....	950m	1.000m
Cobre.....	50m	

Lei elevada.

Plata.....	955m	1.000m
Cobre.....	045m	

Lei baja.

Plata.....	945m	1.000m
Cobre.....	055m	

Tolerancia 5 milésimos.

LIGA PARA SOLDAR LA PLATA.

Plata.....	666.67	1.000,00m
Cobre.....	233.33	
Zinc.....	100.00	

Se prepara esta aleacion en las mismas condiciones que la liga para soldar el oro.

AMALGAMA DE PLATEROS.

Mercurio.....	850m	1.000m
Plata.....	150m	

Puede prepararse dicha liga á la temperatura normal, pero se prefiere la intervencion del calor.

LIGA QUE IMITA LA PLATA.

Cobre.....	620m	1.000m
Zinc.....	230m	
Niquel.....	150m	

COBRE.

LIGA DE MONEDAS DE COBRE.

Cobre.....	950	1.000m
Estaño.....	040	
Zinc.....	010	

MEDALLAS DE BRONCE.

Antes de ahora se empleaba la aleacion siguiente :

Cobre rojo.....	920^{m}	1.000^{m}
Estaño.....	080^{m}	

Las medallas que resultan de esta aleacion son mas duras que las de cobre, pero tienen el inconveniente de romper los moldes de los cuños de acero, i por esta razon las medallas que se acuñan en la actualidad contienen tan solo cobre rojo.

LIGA PARA SOLDAR EL COBRE.

Cobre.....	500^{m}	1.000^{m}
Zinc.....	500^{m}	

A causa de la volatilizacion del zinc, será necesario añadir un 5 por 100 mas de este metal, é introducirlo cuando el cobre se encuentre en completa fusion.

TABLA DEL VALOR DE LAS MONEDAS.

Hemos creido conveniente agregar á nuestro tratado un cuadro completo del valor de las monedas de oro de las principales naciones de Europa i América, con mas la indicacion de su peso i lei, con vista de las disposiciones dictatoriales de 28 de setiembre i 3 de octubre del año 1876 del gobierno de la República del Uruguay, i con exámen del cuadro general que regla el valor de las monedas en Francia.

Valor de las Monedas de Oro.

	Peso — Gram. Milig.	Lei. — Milésimos.	Diámetro.	Valor en la República del Uruguay. Pesos.	Valor en la República del Uruguay. Centavos.	Valor en Francia. Pesos.	Valor en Francia. Milés.
Onza de Oro	»	»	»	15	12	»	»
Media onza	»	»	»	7	56	»	»
Cuarto de id.	»	»	»	3	78	»	»
Octavo de id.	»	»	»	1	89	»	»
100 francos de Francia	32.258	900	35mm	18	66	20	000
50 id. de id.	16.129		28 »	9	33	10	000
20 id. de id.	6.452	900	21 »	3	74	4	000
10 id. de id.	3.226		19 »	1	86	2	000
20 id. de Italia	6.452		21 »	3	73	4	000
20 id. de Suiza	6.452	900	21 »	3	73	4	000
20 id. de Bélgica	6.452		21 id.	3	73	4	000
20 pesos colombiana	32.258			18	66	20	000
20 soles Peruana	32.258	900		18	66	20	000
20 Pesos de Venezuela	32.258			18	66	20	000
Doble águila de 20 doll. de E. Unidos	33.436			19	32	20	730
Aguila de 10 dollars de id.	16.718	900		9	66	10	366
Media águila de 5 dollars de id.	8.359			4	83	5	182
Cuarto de águila de 2 1/2 dollars de id.	4.179	900		2	41	2	590
Un décimo de águila de id.	1.672			0	96	1	036
20,000 reis del Brasil	17.926			10	56	11	320
10,000 reis de id.	8.963	916		5	28	5	660
5,000 reis de id.	4.481			2	64	2	830
Corona de 10,000 reis de Portugal	17.735	916		10	45	11	200
Condor de 10 pesos de Chile	15.253			8	82	9	456
Medio condor de id.	7.627	900		4	76	4	728
Quinto de condor de id.	3.050			1	76	1	891
Doblon de 100 rs. ó de 18 esc. de España	8.387			4	82	5	200
4 escudos de id.	3.355	900		1	93	2	080
2 escudos de id.	1.677			0	96	1	040
20 marcos de Alemania	7.965			4	60	4	938
10 marcos de id.	3.982	900		2	30	2	470
5 marcos de id.	1.991			1	15	1	234
Libra de 20 schelings de Inglaterra	7.988			4	70	5	044
Media libra de 10 schelings	3.994	916.66		2	35	2	522
10 francos de Italia, Suiza i Bélgica	3.226	900	19mm	1	86	2	000
5 id. de Francia, Italia, Suiza, etc.	1.613		17 »	0	93	7	000
8 florines de Austria	6.452	900		3	73	4	000
4 florines de id.	3.226			1	86	2	000

TABLA DEL VALOR DE LAS MONEDAS.

Hemos creido conveniente agregar á nuestro tratado un cuadro completo del valor de las monedas de plata de las principales naciones de Europa i América, con mas la indicacion de su peso i lei, con vista de las disposiciones dictatoriales de 28 de setiembre i 3 de octubre del año 1876 del gobierno de la República del Uruguay, y con exámen del cuadro general que regla el valor de las monedas en Francia.

Valor de las Monedas de Plata.

	Peso. — Gram. Milig.	Lei. — Milésimos.	Diámetro.	Valor en la República del Uruguay. Pesos.	Valor en la República del Uruguay. Centavos.	Valor en Francia. Pesos.	Valor en Francia. Milés.
Dollars de Estados Unidos	27.215			1	00	1	088
Medio dollar de id.	12.500	900		0	50	0	500
Cuarto dollar de id.	6.250			0	25	0	250
Peso fuerte ó duro español	25.960	900		1	00	1	038
Medio peso id. de id.	12.980			0	50	0	520
1 escudo	12.980	900		0	50	0	520
Cuarto peso id. id. id.	6.740			0	25	0	260
5 pesetas de España	25.000	900		1	00	1	000
2 pesetas de id.	10.000	835		0	40	0	372
1 peseta de id.	5.000			0	20	0	186
2.000 reis del Brasil	25.000	900		1	00	1	000
1.000 reis de id.	12.500	835		0	50	0	464
500 reis de id.	6.250			0	25	0	232
5 francos de Francia	25.000		37mm	0	96	1	000
5 id. de Italia (liras)	25.000	900	37 »	0	96	1	000
5 id. de Suiza	25.000		37 »	0	96	1	000
5 id. de Bélgica	25.000		37 »	0	96	1	000
2 id. de Francia, Italia, Bélgica, etc.	10.000	835	18 »	0	38	0	400
1 id. de id., id., id.	5.000		16mm	0	19	0	200
Peso de Colombia i Venezuela	25.000	900		0	96	1	000
Medio peso id.	12.500			0	48	0	500
Cuarto id.	06.25	835		0	24	0	250
Pesos Mexicanos	27.730	903		0	80	1	112
Pesos Chilenos	25.000			0	80	1	000
Soles del Perú i Boliviano	25.000	900		0	80	1	000
Medio peso ó 50 cents. de Chile i el Perú.	12.500			0	40	0	500
Cuarto id. id.	06.25	900		0	20	0	250
5 tostones de Portugal (500 reis)	12.500			0	50	0	510
2 id. de id. (200 reis)	5.000	916.66		0	20	0	204
1 id. de id. (100 reis)	2.500			0	10	0	102

HORNOS DE COPELACION

Los hornos de copelacion, que se asemejan por su construccion á aquellos que se llaman de reverbero, sirven para los ensayes del oro i de la plata. En el interior se coloca horizontalmente una pequeña pieza semi-circular llamada mufla. Calentando la mufla con carbones incandescentes se puede verificar en ella las operaciones de calcinacion, tuestas, copelaciones, etc., operaciones que requieren un exceso de aire i que no pueden efectuarse al contacto del carbon. Los hornos de copelacion tienen generalmente la forma de una columna cuadrada de 36 centímetros,

poco más ó ménos de ancho en su parte interior, i 34 centímetros de alto ; pero estas dimensiones varian segun el tamaño del horno, y la mufla que corresponde al que acabamos de describir puede contener hasta 20 copelas. Están construidos de arcilla refractaria, i sólidamente ajustados con fajas de hierro, lo que muchas veces no impide que se destrocen en la primera vez que se les expone á la accion de una temperatura elevada.

El horno que nos ocupa se compone de tres piezas principales que son :

1ª La parte inferior, llamada cenicero, que es la parte mas ancha del horno, que le sirve de base, i que contiene una puerta por donde circula el aire necesario para la combustion del carbon.

2ª El hogar es donde se coloca la mufla, i la abertura que está exactamente adaptada á la puerta del horno sirve para introducir las copelas. Al mismo nivel del plan horizontal de la mufla hai un borde de arcilla suficientemente prolongado, que permite retirar i descansar la puerta del horno en el trascurso de las operaciones.

3ª La cúpula, que está adaptada al hogar, termina por un cilindro de hierro destinado para establecer la aspiracion, i por consiguiente, para producir una temperatura elevada. La cúpula tiene una abertura por donde se introduce el carbon, en pequeños fragmentos, á causa de que el espacio de los costados laterales de la mufla tiene apénas 6 centímetros más ó ménos; por cuya razon los carbones de mucho volúmen, calentarian tan solo la parte superior de la mufla, quedando el plan horizontal á una temperatura insuficiente para la copelacion de la plata.

Los hornos de grandes dimensiones, queremos decir, semejantes á aquellos que se emplean en la casa de monedas de Paris, i que pueden contener hasta tres muflas, son mucho mas complicados: tienen la puerta de la cúpula en la parte posterior de la puerta principal del horno, i esta disposicion es sumamente cómoda para el ensayador.

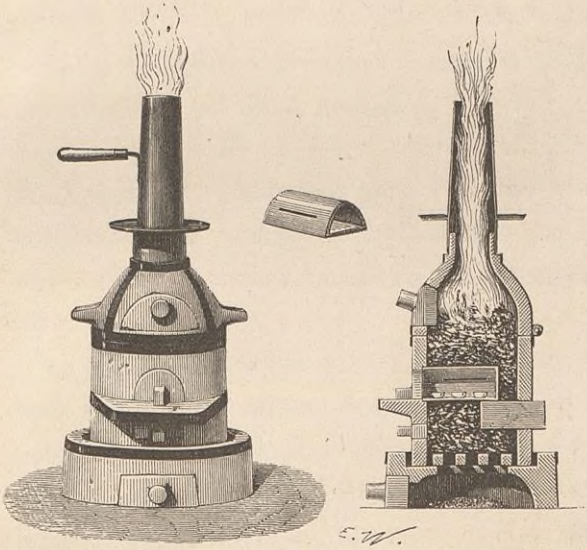
Los hornos de hierro con paredes interiores de arcilla, tienen en verdad la ventaja de durar mucho tiempo; pero el inconveniente de no po-

derlos calentar fácilmente, i de no conservar el calor tan bien como los hornos de arcilla, ha hecho renunciar su empleo, antiguamente en uso en Francia. Sin embargo, segun la opinion de los ingleses, las ventajas de los hornos de hierro rivalizan con las de los de arcilla refractaria.

Muchos químicos emplean para sus cortas operaciones pequeños hornillos, cuyas dimensiones no pasan de siete pulgadas. Las muflas apropiadas á estos hornos tienen unas dos pulgadas apénas de profundidad i estas no pueden contener mas de una copela, i en otras, que son de cuatro pulgadas, pueden entrar hasta dos copelas.

En Lion, en Burdeos, i aun en Paris, los ensayadores particulares prefieren los hornos de arcilla calentados por el gas de alumbrado. Nuestro amigo Wiesnegg, el hábil constructor de aparatos de laboratorio, nos ha presentado varios modelos de hornos de arcilla construidos de una manera especial. La rapidez con que hemos calentado estos hornos, mediante la llama del petróleo, la comodidad de poder mantenerlos á

una temperatura determinada, i la exactitud que hemos encontrado en las copelaciones, nos ha hecho reconocer su superioridad á los hornos ordinarios.



Horno de arcilla para copelaciones. Mufla. Seccion perpendicular.

(Pag. 256.)

MUFLAS

Se da el nombre de muflas á unos vasos de tierra cocida i que están destinados á recibir las copelas. Estos vasos, de forma semi-circular, están formados de una bóveda baja, i de una área horizontal. Las muflas están fabricadas con la misma materia (arcilla), que sirve para construir los crisoles.

La primera condicion que se requiere para el buen éxito de las muflas, es la solidez con que deben resistir á las rápidas variaciones de la temperatura á que deben someterse, i no se exige que sean mui refractarias. Las muflas tienen una estrecha abertura, por donde penetra el aire que desaloja los vapores de plomo que se desprenden en el trascurso de las copelaciones.

Es de todo rigor que la área de la mufla esté bien horizontal, i nivelada, si fuera posible, á fin

de que la absorcion de los óxidos sea igualmente repartida en los poros de la copela, i que el grano de plata quede al centro de ésta. Es tambien necesario para el buen éxito de la operacion, que ántes de elevar la temperatura se empolve la área horizontal de la mufla con polvos de fosfato de cal, operacion que tiene por objeto impedir que las copelas se peguen entre ellas con los óxidos, que con frecuencia atraviesan los poros.

COPELAS

Antes de describir la fabricacion de estos vasos porosos, permítasenos poner en evidencia lo que hemos tenido ocasion de decir sobre las propiedades que tienen las copelas de absorber en sus poros el óxido de plomo fundido, así como tambien las propiedades notables de dichos vasos, de no absorber los metales inoxidables. En efecto; si en una cápsula porosa se somete un grano de limadura de cobre á la accion de la temperatura elevada, producida por una mufla incandescente, se notará que el metal se oxida, i como este óxido infusible no puede liquidarse, la operacion quedará terminada, i por consiguiente, será inútil elevar la temperatura ó verificar una modificacion análoga. Ahora bien, si en vez de cobre se emplea el plomo en el experimento, ¿qué resultará en este caso? El plomo se fundirá

primeramente, se oxidará despues, i este mismo óxido refundido será rápidamente absorbido por los poros de la copela, quedando en la superficie un grano de plata, si el plomo contuviese el precioso metal (plomo argentífero).

Por lo que acabamos de decir, consta que el plomo fundido es absorbido por la copela; pues bien, ¿qué sucederá si se repite el ensaye con poco cobre i mucho plomo? Ambos metales se fundirán i se oxidarán; el óxido de cobre, bien que infusible, será disuelto por una cantidad relativamente mayor de óxido de plomo fusible, i será conducido á los poros de la copela, i ambos desaparecerán rápidamente, dejando la copela embebida con sus óxidos. Probado esto ¿cuál será el resultado de la copelacion de un gramo de liga monetaria? Evidentemente ninguno, porque en este caso no tendrá lugar la oxidacion completa; pero si se adiciona á esta liga 8 gramos de plomo, entónces se formará una liga fusible, porque el plomo disolverá, por decirlo así, el óxido de cobre, i ambos óxidos fundidos desaparecerán en la copela, dejando la plata metálica,

cuyo peso por diferencia del peso primitivo acusará el fino de la liga monetaria.

Una de las condiciones indispensables, i de todo rigor para el buen resultado de la copelacion, es la pureza del plomo, i aconsejamos al operador examinar atentamente este metal con el objeto de apreciar las cantidades mas reducidas de metal precioso existentes en el plomo. Si se emplea el plomo argentífero para copelar las ligas monetarias, el resultado del ensaye no podrá considerarse como exacto i por consiguiente la liga sometida al análisis, acusará despues de la copelacion una lei tanto mas elevada, cuanto que el plomo empleado contuviese mayor cantidad de plata. Para evitar estos errores que muchas veces puede no apercibir el ensayador, deberá despues del ensaye verificar la pureza del plomo. Con este objeto copelará otros tantos gramos de plomo, que serán totalmente absorbidos por la copela, la cual presentará en su superficie un grano metálico de plata. Este peso disminuido del fino tributado por la copelacion de la plata dará á conocer la lei exacta de la liga; lo que es lo

mismo que copelar un peso de plomo igual á aquel que se emplea para separar el cobre de la plata, i colocar el grano de plata metálica al lado de las pesas que deben determinar el fino del metal precioso; esto es, con la compensacion debida.

Hablando de copelas hemos dicho que éstas son unas cápsulas porosas de forma especial, que tienen por objeto retener en sus poros los óxidos de los metales fusibles. La construccion de estos vasos, compuestos de huesos calcinados (fosfato de cal) se reduce : 1° á calcinar los huesos de los animales ; 2° á pulverizar el resultado de la calcinacion en morteros ú otros aparatos análogos; 3° á cerner los polvos en cedazos de una abertura determinada, teniendo cuidado de que el polvo sea mui regular, porque su irregularidad podria acarrear serios inconvenientes. Los aparatos que sirven para lavar dichos polvos, purificacion necesaria, que tiene por objeto separar las materias salinas solubles, consisten simplemente en unos toneles de madera con sus respectivas llaves que permiten decantar el agua em-

pleada para la disolucion de las sustancias impuras. Se repite este lavado dos ó mas veces, hasta la expulsion completa de las sustancias salinas, i de esta manera se obtiene una pasta bastante sólida, i susceptible de tomar la forma i dimensiones que se le quiera dar. Los moldes que se emplean para formar las copelas, son de bronce, i se componen de tres piezas principales que son: 1ª Un segmento de cono. 2ª Un fondo móvil, cuyos bordes están cortados por el mismo ángulo de inclinacion de las paredes interiores del segmento en que está apoyado. 3ª Un molde interior de forma hemisférica con un borde que le permite descansar sobre el segmento de cono.

Procédase á la fabricacion de la manera siguiente: introdúzcase en el cono la cantidad necesaria de materia, i apriétese con los dedos, á fin de dar á la masa la forma deseada, i la homogeneidad exigida; á continuacion se empolva la parte superior de la copelá con polvos de huesos calcinados, i se coloca sobre ella el molde interior, que introducido con ligeros golpes de mazo,

forma el recipiente de la copela; seguidamente i con una ligera presion en el fondo móvil, i sobre una columna de madera de menor diámetro, se hace salir la copela hasta que quede completamente separada del molde.

En los países húmedos, se secan las copelas sobre planchas de madera, colocadas en cuartos calentados á una temperatura que pueda evaporar la humedad, hasta que los vasos adquieran una solidez suficiente.

La fabricacion de las copelas confiada hasta ahora á la rutina, no nos da regla alguna ni sobre el GRADO DE FINEZA que deben tener los polvos, ni sobre la CANTIDAD DE AGUA necesaria para la preparacion de la pasta, de la que depende la mayor ó menor porosidad de las copelas. No obstante, creemos útil hacer algunas observaciones, que pueden guiar al operador á mejores resultados.

Como hemos insinuado, los polvos deben ser REGULARES, porque de lo contrario la pasta formaria copelas mas porosas que las que la experiencia exige. Si la masa fuese preparada con

POLVOS SUMAMENTE FINOS, los poros de la copela serian de tal manera comprimidos que la absorcion de los óxidos seria si no imposible mui difícil. LA HUMEDAD DE LA PASTA influye sobremanera para la buena calidad de las copelas, porque la presion no las haria homogéneas á causa de la falta de agua, ó serian tan compactas que no tendrian los poros suficientes con relacion al peso. El exceso de humedad es tambien nuisible, porque la exactitud con que se cierra el molde, no dejaria á las copelas arrojar el agua detenida entre sus poros, la que evaporándose originaria concavidades irregulares que podrian absorber i detener los metales preciosos; por otra parte, estas copelas serian tan frágiles que no podrian resistir á las manipulaciones.

QUINTA PARTE

LA CRISIS MONETARIA ACTUAL

No nos parece tampoco fuera de propósito, llamar la atencion de nuestros lectores sobre una cuestion que preocupa actualmente á los hombres mas eminentes de la Europa. Nos referimos á la crísis monetaria, que desde diciembre del año 1871, ha perturbado las relaciones comerciales de los mas importantes mercados del mundo, inclusive las factorías inglesas de la India. Cuando este verdadero cataclismo económico hizo sentir sus efectos, á nadie se ocultó la causa que lo habia motivado. En Europa como en América i en la India, se vió que su orígen estaba en la lei alemana que excluia de los mercados del imperio la plata como moneda circulante. Hoi el fe-

nómeno tiene una explicacion mas satisfactoria, gracias á las laboriosas investigaciones del célebre financista Enrique Cernuschi.

Segun este economista, la Europa toda experimenta una transicion en cuanto á la organizacion del sistema monetario. El bimetalismo, es decir, la circulacion tanto de la plata como del oro, habia sido el régimen constante hasta 1871. La Francia era el centro que regulaba este movimiento por una lei natural del cambio, haciendo acuñar el oro i la plata i aceptando ambos metales como moneda circulante en la relacion de *uno á quince medio*. La Inglaterra hacia acuñar oro exclusivamente, mas la plata que venia á su mercado, la enviaba á la Francia para cambiar con el oro con arreglo á la tasa expresada. La Alemania á su vez hacia amonedar plata, i el oro importado á sus Estados se cambiaba por la plata en Francia á razon de la misma tasa. Igual fenómeno pasaba en el resto del mundo, i podia decirse, que estando establecido como cosa corriente el cambio del oro i de la plata, la Francia habia impuesto en todas partes la tasa del

cambio. Mas, vino la lei de 4 de diciembre 1871, i por ella se rechazó la *plata como moneda circulante de todos los Estados del Imperio*, i sobrevino por razon mui lógica una perturbacion en el antiguo órden de cosas, ocasionando súbitamente una crísis monetaria universal. La Francia hasta entónces bimetálica colocada entre dos naciones poderosas monometálicas, ha tenido que seguir la corriente, mandando acuñar exclusivamente oro como medio circulante. I rechazada así la plata por tres naciones, que en el comercio del mundo desempeñan el papel principal, ha experimentado naturalmente una depreciacion que se ha considerado como una crísis universal, puesto que ha variado por el hecho una de las leyes del cambio, hasta entónces reconocida la relacion de 15 1/2 de plata contra uno de oro.

De aquí la cuestion que preocupa la prensa, como es la de saber, si conviene ó no al comercio universal adoptar solamente el oro como moneda circulante, en lugar del antiguo sistema bimetálico que aceptaba tanto el oro como la plata.

Las opiniones mas respetables son encontradas, i por lo que toca á nosotros, solo las daremos á conocer sumariamente, i despues expondremos nuestro juicio en lo que es relativo á los intereses americanos.

Entre dos naciones que tienen una misma moneda, es indiferente hacer los pagos en letras ó en metálico, porque la relacion del cambio no varia. Sucedia esto precisamente entre la Inglaterra i la India miéntras que en la Europa se acuñaban francos bimetálicos. Los rupies corrian al lado de la libra esterlina sin riesgo de grandes pérdidas, porque llevados á Francia podian ser acuñados en francos, i despues cambiados con las libras bajo la tasa fija del 15 1/2. De esta manera con el bimetalismo, siendo comun la moneda en la India como en Europa, el nivel del cambio se habia mantenido siempre á la altura que ántes. Pero desde que ha sobrevenido la crísis, no ha sucedido así, porque los 150.000.000 de rupies que ántes se cambiaban por 15.000.000 de libras, hoi se cambian por 12.000.000, es decir, hai un quebranto de 3.000.000, quebranto que

mas adelante puede subir á mayor suma. Hé aquí las consecuencias de la crísis en la India, i esto sin traer á cuenta los desórdenes ocasionados en su presupuesto i en su administracion.

Por lo que respecta á la América del Sud, donde se venden gran parte de las mercaderías europeas, es cierto que los pagos se hacen todavía en plata, pero ya con notables quebrantos, porque entre las pérdidas probables se ha calculado tambien la que puede tener lugar en el cambio ó pago.

Los mismos estados de la América del Norte tienen necesidad para sus relaciones comerciales de que se dé valor al dollar de plata, aceptándose como moneda en las aduanas, porque de otra manera la desmonetizacion de la plata en Europa llegará á ser un obstáculo para que el comercio de dichos Estados pueda hacer sus pagos en moneda americana.

Porque han visto que estos males serán graves i desastrosos para el comercio se ha pensado en el remedio. Unos están por la inaccion esperando

que las leyes naturales arreglen por sí solas las cosas; otros creen que seria bueno introducir el monometalismo en la India, aumentar sus impuestos i no hacer acuñar mas rupies; pero todos estos expedientes parciales ó sin resultados inmediatos no alcanzan á remediar el mal.

Debe tenerse presente, por otra parte, que los medios propuestos no salvan los intereses americanos. Las consecuencias desastrosas de la crísis se han dejado sentir mas notablemente en esta parte del mundo. Desde que se ha puesto en práctica el monometalismo europeo, el comercio de los países sud-americanos ha paralizado hasta cierto punto. Todos ellos saldaban una parte de sus deudas con la plata que producian sus minas, i desde que este metal ha sido rechazado como moneda circulante, el cambio ha subido extraordinariamente causando pérdidas considerables. Epoca ha habido en que el precio del cambio se calculaba sobre una pérdida del 50 0/0. Ante semejante expectativa, las mercaderías han aumentado de valor, i los pedidos han disminuido, por la sencilla razon de haberse hecho mui difíciles

los pagos. Muchos comerciantes i varios capitalistas se han cuidado de hacer mas pedidos por no soportar las pérdidas consiguientes.

Las fábricas han reducido sus trabajos en París : las casas de consignacion venden ménos que ántes, i en la misma proporcion hai obreros sin ocupacion. Es que el comercio extranjero ha limitado sus pedidos; es que los capitalistas han creido conveniente suspender sus negocios, i en igual escala, el mal se ha dejado sentir en Paris i en todas las demas capitales. Y ¿qué sucederá si el sistema monometálico llega á plantarse definitivamente? ¿Qué aplicacion tendrá la plata que se exporta de América? ¿y hasta qué punto llegará á despreciarse este artículo? En nuestro concepto, limitado el comercio en Sud América, las fábricas limitarán sus producciones i los trabajos disminuirán en la misma medida. Los males del monometalismo de rechazado vendrán á hacerse sentir en la misma Europa.

Hé aquí lo que el citado financista dice sobre el particular en pocas palabras : « Respecto á los paises sud-americanos, es evidente que no po-

drán pagar las deudas que tienen en Europa, si la plata producida por sus minas no tiene curso legal en el antiguo mundo. » Prevision mui exacta á nuestro juicio i que va comprobándose con hechos que actualmente se desenvuelven en el comercio de la Europa i de América.

En semejante situacion i cuando se tiene convencimiento de que los desastres del comercio irán en progresion creciente, i cuando se ve que cada dia se hace mas difícil el cambio entre la América i la Europa, nada parece mas prudente que volver al sistema bimetálico. El financista cuyas consideraciones hacemos conocer, se expresa así sobre este punto : « Si se abrogasen todas las leyes monetarias dictadas en Europa desde 1871, es indudable que la plata recobraria su valor, que el cambio indiano volveria á su antiguo nivel, i que los 15.000.000 de bills indianos serian vendidos sin pérdida. Pero no es posible reconstruir lo pasado tal cual era ; la Alemania no puede vender su oro para hacerse monometálica con la plata, i la Francia sola no puede soportar las pérdidas consiguientes á la acuñacion.

El bimetalismo no puede ser rehabilitado sino por el concurso de todos los estados, inclusive la India. No se puede abandonar el mal organizado monometalismo sin constituir un bimetalismo mas perfecto que el bimetalismo frances: el bimetalismo universal. I respecto á la Francia, no pueden esperar las naciones que de su cuenta i gratúitamente pudiera encargarse de hacer acuñar el oro para retirar la plata, ó la plata para retirar el oro. Haria pagar necesariamente una pequeña prima sobre el metal que se importase, i esta suma se agregaria á los gastos de trasporte i acuñacion. Con el bimetalismo universal todos estos gastos serian economizados. No siendo ningun estado monometálico, el oro i la plata circularian en todas partes simultáneamente. La Francia no seria el único dock bimetálico del mundo. ¿I despues quién pensaria mas en ofrecer el oro por la plata ó recíprocamente cuando los dos metales fueran moneda legal en todas partes en la relacion del 15 1/2?

Contra esta opinion tan fundada i manifiestamente útil para todos los países, se han opuesto

objeciones, que afortunadamente no destruyen las ventajas del sistema.

Se ha dicho :

Que las libras esterlinas perderian su valor si la plata fuese admitida á circular como moneda legal de un modo ilimitado. El autor de la doctrina « bimetalismo universal, » ha mostrado el error que encierra la objecion, manifestando de que este temor solo habria podido realizarse en el caso de que el oro hubiese sido única moneda circulante en el mundo ; pero que desde que la concurrencia de la plata redujo su valor, no es de temer ya mayor reduccion con la adopcion del bimetalismo universal. I como prueba, se ha exhibido el ejemplo de que el oro inglés no ha valido jamas mas que el oro frances, circulando simultáneamente al lado de la plata.

Otras objeciones han sido propuestas, tales como aquellas de que el oro es la moneda de los pueblos ricos, que la plata es mas pesada, que el valor del oro es mas estable, i que por consiguiente es la mejor moneda. Cuestiones todas que no afectan el fondo de la materia.

Se ha alegado finalmente que la reforma es costosa; pero se les ha mostrado á los enemigos del bimetalismo que esta reforma no costaria nada; puesto que todo estaria reducido á dejar circular el oro i la plata en la relacion de 15 1/2 0/0.

Como se habrá notado, la reforma consiste en adoptar definitivamente el bimetalismo universal, estableciéndose la relacion del oro i de la plata en la proporcion de 15 1/2 á 1. ¿Seria preciso cambiar esta relacion? Hé aquí el punto mas delicado de la reforma, i por ello trascribimos la opinion del autor. « No, dice Enrique Cernuschi, ó la relacion es irrevocable ó el bimetalismo no puede tener lugar. Si la lei francesa de 1803, hubiese prescrito que el peso del franco de oro pudiera variar mas tarde i que solo el de la plata permaneciese invariable, el franco de oro no habria tenido crédito i se habria tomado la precaucion de contratar en plata. Comprometido solamente en Francia el bimetalismo, tampoco habria tenido influencia fuera de ella i el valor relativo de los dos metales en ninguna parte seria fijo.

Pero se insiste : Prometer la irrevocabilidad del 15 1/2 es prometer que dos mercaderías á pesar de la lei de la oferta i del pedido conserven siempre entre ellas el mismo valor relativo ; esto es prometer lo imposible. Responde el mismo autor : « Esto es confundir la moneda con la mercadería ; quien dice mercadería, dice concurrencia, oferta i pedido, venta, compra i precio ; quien dice moneda no puede decir otro tanto. Que se produzca poco ó mucho, con ganancias ó pérdidas, ningun minero no podrá jamas vender su metal moneda ni mas caro ni mas barato que los otros mineros, por la simple razon de que el metal moneda no se vende ni se compra ; su precio es el mismo. Ni ofrecido ni pedido, desde que sale de las minas, el metal entra de pleno derecho en la circulacion i su cualidad pagadora es idéntica á la del metal circulante con el que va á confundirse. Así es que no hai competencia, no hai compra venta, no hai precio.

» Tales son las inmunidades inherentes al metal monetario. El oro i la plata participan necesariamente de todas ellas cuando la lei monetaria es

bimetálica. Por consiguiente ninguna competencia es posible entre el productor del oro i de la plata; no hai compra ni venta, ni rebaja ni precio entre un metal i el otro; pues sin oferta ni pedido, la circulacion los absorbe á la par legal. Cuando la lei monetaria es bimetálica, sea en estado de numerario ó sea en estado de barra, ni el oro ni la plata son mercaderías; ellos son moneda. Todo el secreto está en esto.

» Que el color sea diferente, que el peso sea diferente, que la produccion sea diferente, nada importa; siendo idéntica la cualidad pagadora ninguna depreciacion, ninguna competencia es posible entre ambos metales; por consiguiente la relacion entre el peso de la última cantidad de oro i de la plata no tiene necesidad de ser cambiada.

» El legislador de 1803 sabiendo que esto tendria lugar perpetuamente, se ha cuidado de decir que el 15 1/2 seria provisorio i sujeto á estipulacion. El 15 1/2 no ha sido modificado, i durante tres cuartos de siglo ha reglado en el mundo entero el valor relativo del oro i de la plata.

Corresponderá al Congreso internacional, declararlo universal i darle así una estabilidad absoluta. Este seria un grande beneficio para todas las naciones. »

Tal es la reforma importantísima que interesa al comercio de todos los países, particularmente á aquellos que son productores de manufacturas.

La plata que se explota en muchas minas de la América, ha sido el medio por el cual el comercio ha saldado gran parte de sus cuentas. Desterrarlo de la circulacion seria entorpecer estas relaciones con detrimento de la riqueza pública. La Europa, con su sistema monometálico, si no vuelve al antiguo sistema, se habrá hecho mucho mal á sí misma; porque, limitado el comercio, sus aduanas rentarán ménos, sus fábricas reducirán sus producciones, i el comercio de exportacion bajará en la misma escala.

Felices nosotros, si popularizando las ideas que acabamos de exponer, pudiéramos contribuir á la solucion de los intereses del comer-

cio universal. Habríamos prestado un pequeño servicio á la humanidad, á la América, i mui especialmente á nuestra querida patria, Bolivia.

SEXTA PARTE

GENERALIDADES

SOBRE LA PREPARACION DE LOS ÁCIDOS SULFÚRICO NÍTRICO, HIDROCLÓRICO I AGUA RÉGIA

ACIDO SULFURICO ANHIDRO

SO^3

Puede prepararse bajo tres formas diferentes, á saber :

1ª El ácido sulfúrico anhidro, SO^3.

2ª El ácido sulfúrico de Nordhausen,

$2\ SO^3, HO$.

3ª El ácido sulfúrico ordinario, $SO^3\ HO$.

PROPIEDADES QUE CARACTERIZAN EL ÁCIDO SULFÚRICO ANHIDRO.

Es sólido, blanco, i su aspecto sedoso lo asemeja al amianto : su afinidad es tal por la humedad atmosférica, que es imposible conservarlo sin tomar sérias precauciones : en efecto, al contacto del aire se liquida fácilmente i presenta una coloracion oscura debida á la absorcion i carbonizacion de las materias orgánicas que constantemente flotan en la atmósfera. Se le puede preparar de tres modos diferentes : 1° destilando el ácido de Nordhausen $2\ SO^3\ HO$ á una temperatura de 180° en una retorta de vidrio que tenga comunicacion con un matrazito colocado en un baño de hielo. Como en esta operacion los vapores del ácido sulfúrico anhidro deben condensarse en las paredes frias del receptáculo, será preciso impedir su contacto con la humedad atmosférica i con las materias orgánicas, soldando inmediatamente toda comunicacion exterior : 2° destilando como en el caso precedente el sulfato ácido de sosa, mui seco, ó bien sea bi-sulfato sódico,

Las reacciones que se efectúan á una temperatura poco elevada, están representadas en la fórmula siguiente :

$$NaO, 2\,SO_3 = NaO\,SO_3 + SO_3\,;$$

lo que quiere decir, que el bi-sulfato sódico, que contiene dos equivalentes de ácido sulfúrico, por un equivalente de sosa, se descompone por la accion del calor, que separa un equivalente de ácido, trasformándolo en sulfato neutro NaO, SO_3 : 3° la combinacion directa del ácido sulfuroso SO^2, i el oxígeno O, al contacto de una esponja de platino incandescente, efectúa la formacion del ácido sulfúrico :

$$SO^2 + O = SO^3.$$

Durante las operaciones, deberá evitarse el contacto del ácido con las materias orgánicas que pueden resultar del empleo de los corchos.

ÁCIDO SULFÚRICO DE NORDHAUSEN

$2\,SO_3\,HO$

Este ácido es una disolucion del ácido sulfúrico anhidro en el ácido sulfúrico ordinario, ó sea

una combinacion de dos equivalentes de ácido anhidro con un equivalente de agua. Es un líquido oscuro que desprende abundantes humos blancos al contacto del aire. Ademas tiene la propiedad de descomponer i carbonizar fácilmente las materias orgánicas.

Llámase pirita de hierro el bi-sulfuro de hierro $Fe\,S^2$, esto es, á la combinacion del azufre con el hierro. Oxidada la pirita á una temperatura elevada se descompone i se trasforma en sulfato de hierro. Esta reaccion está expresada por la fórmula :

$$Fe\,S^2 + 6\,O = SO^2 + Fe\,O,\,SO^3.$$

I calcinado el sulfato de hierro seco en retortas de barro, destila el ácido sulfúrico, i no deja al fin de la operacion otro cuerpo que el sesquióxido de hierro :

$$2\,Fe\,O,\,SO^3 = SO^2 + Fe^2O^3 + SO^3.$$

En Francia se ha intentado preparar el ácido de Nordhausen de una manera mas económica, haciendo pasar una corriente de ácido anhidro, sobre el ácido sulfúrico ordinario; pero como este

procedimiento ha presentado en la práctica sérias dificultades, ha sido preciso renunciarlo.

La disolucion, ó sea la explicacion teórica de la reaccion, está expresada por la fórmula:

$$SO^3 + SO^3, HO = 2\ SO^3, HO.$$

ACIDO SULFÚRICO ORDINARIO Ó MONOHIDRATADO

$SO^3\ HO$

Esta es la mas importante de las combinaciones que forma el azufre con el oxígeno. Sus principales propiedades son: formar con las sales solubles de barita, un precipitado blanco insoluble en los reactivos químicos, i no desprender vapores al contacto del aire, aunque bien es cierto, que á una temperatura elevada, desarrolla los vapores blancos que le son peculiares. Es mui corrosivo i carboniza las materias orgánicas vegetales á causa de la mucha afinidad que tiene por el agua. Mezclado con mil partes de este líquido, tiene ademas la fuerza de enrojecer el papel vegetal.

Un gran número de metales ejercen sobre el ácido sulfúrico una accion más ó ménos diferente ; así por ejemplo, el zinc descompone el equivalente de agua contenida en el ácido, i se trasforma en sulfato con desprendimiento de hidrógeno :

$$Zn + SO^3, HO = ZnO, SO^3 + H.$$

El cobre i la plata á una temperatura no mui elevada, descomponen una parte del ácido sulfúrico, i trasformándolo en ácido sulfuroso, se unen á la parte no descompuesta i se convierten en sulfatos.

$$Cu + 2\ (SO^3, HO) = CuO, SO^3 + 2\ HO + SO^2.$$

El ácido sulfúrico forma parte de la categoría de los ácidos llamados bi-básicos, i con la potasa produce dos sales, la sal neutra

$$KO, SO^3, KO, SO^3 = KO, KO, 2\ SO^3.$$

ó sea

$$KO, SO_3,$$

i la sal ácida

$$KO, SO^3, HO^3\ SO = KO, HO + 2\ SO^3,$$

ó lo que es lo mismo,

$$KO\ (2\ SO^3), HO.$$

El ácido sulfúrico, aunque mui diluido, se encuentra al estado natural en las aguas provenientes de Aix-la-Chapelle (Francia). Tambien existe en disolucion en algunos lagos de la América Meridional en las proporciones de 4 gramos 30 por mil. En el rio Vinagre se ha encontrado hasta 11 por mil de ácido sulfúrico, con igual cantidad de ácido hidroclórico. I segun cálculos de Busengault, puede ascender á 15.000.000 de kilógramos el ácido que anualmente arrastra la corriente, lo que equivale á la cuarta parte del ácido que se fabrica en Francia, i por consiguiente al valor de muchos millones.

El mismo ácido unido con las *bases* constituye un gran número de sulfatos naturales que se encuentran en abundancia; tales como el sulfato de cal, de alumina, de barita manganesa i otros.

Se obtiene el ácido sulfúrico por la oxidacion del ácido sulfuroso mediante el ácido nítrico, i el ácido sulfuroso por la combustion del azufre al contacto del aire. Vamos á demostrar este principio.

Tómese un receptáculo que contenga aire i agua, i que en su cuello tenga cuatro comunicaciones; dos de ellas con el aire exterior; la tercera con un pequeño matraz, donde se preparará el ácido sulfuroso por la accion del ácido sulfúrico sobre el carbon

$$2\ SO^3\ HO + C = 2\ SO^2 + CO^2 + 2\ HO;$$

i la cuarta con un frasco donde se formará el óxido nítrico, mediante el ácido nítrico diluido i el cobre:

$$4\ NO^5,\ HO + 3\ Cu = NO^2 + 3\ CuO,\ NO^5 + 4\ HO.$$

Las reacciones serán las siguientes:

1° El óxido nítrico cuya fórmula es NO^2, en contacto con aire, absorbe dos equivalentes de oxígeno, i se trasforma en ácido hiponítrico NO^4, que se presenta bajo la forma de vapores rojos:

$$NO^2 + 2\ O = NO^4.$$

2° El ácido hiponítrico así formado, se trasforma inmediatamente bajo las influencias del agua, en óxido nítrico i ácido nítrico:

$$3\ NO^4 + 2\ HO = NO^2 + 2\ NO^5\ HO.$$

3° Del ácido nítrico, el sulfuroso (ya existente) absorbe un equivalente de oxígeno, i pasa al estado de ácido sulfúrico, quedando aquel convertido en ácido hiponítrico :

$$NO^5, HO + SO^2 = SO^3, HO + NO^4.$$

4° Esta última sustancia, en contacto con el aire, se trasforma nuevamente en ácido nítrico i óxido nítrico. I en fin, este mezclado con otras porciones de ácido sulfuroso, podrá operar las mismas reacciones, i producir nuevas cantidades de ácido sulfúrico; de manera que, con una misma cantidad de óxido nítrico, se puede repetir la operacion indefinidamente reemplazando tan solo el agua i el oxígeno absorbidos en las reacciones.

Puesta en evidencia la accion recíproca del óxido nítrico, ácido sulfuroso, agua i aire, i sin alejarnos de nuestro propósito, solo diremos algunas palabras de la preparacion industrial de este importante producto, cuya descripcion vasta, no es fácil hacerla sin acompañar los dibujos de las cámaras de plomo.

Antes de ahora, la fabricacion del ácido sulfúrico se hacia en instrumentos de vidrio, cuyas dimensiones, aunque se aumentaban segun las necesidades, no alcanzaban sin embargo á proveer con sus productos á las exigencias de la industria; mas en la actualidad, la fabricacion de este ácido se ha desarrollado de una manera prodigiosa, pues en una sola cámara se pueden preparar diariamente millones de libras.

Aquellos aparatos han sido sustituidos con grandes cuartos forrados con plomo, que se comunican entre ellos por cañerías dispuestas de una manera especial. En estos cuartos, el ácido sulfúrico industrial se prepara por el procedimiento siguiente. El azufre, ó sean las piritas (sulfuro de hierro), se quema en un horno, cuidándose al propio tiempo de poner en ebullicion el agua que debe contener un cilindro colocado en la parte superior de la llama, á fin de que sus vapores contribuyan á las reacciones de oxidacion en las cámaras de plomo. El ácido sulfuroso resultante, i el aire pasan á la primera cámara, i poniéndose en contacto con los vapores nitrosos,

ya existentes, i con el vapor de agua que suministra otro conducto, da por resultado la formacion de cierta cantidad de ácido sulfúrico. En seguida los gases pasan á la segunda cámara, donde una fuente de ácido nítrico, cayendo á manera de cascada, forma una gran superficie al contacto del ácido sulfuroso. En esta cámara abunda el vapor, i es aquí que se elabora el ácido sulfúrico por consecuencia de los fenómenos de oxidacion que hemos indicado en la teoría. En la última cámara el vapor causa sus últimas reacciones, i el ácido sulfúrico que resulta, es condensado, purificado i concentrado. En las cámaras descritas, se consumen 1.000 quilógramos de azufre en 24 horas : 48 ó 50 quilógramos de ácido nítrico, i 1.150 quilógramos de agua que se convierte en vapor; todo lo cual da por resultado como 3.000 quilógramos de ácido sulfúrico.

Parte de los enunciados vapores nitrosos quedan despues de la operacion. Este sobrante se perdia ántes sin aplicacion ninguna; pero en la actualidad se le disuelve haciendo que los vapores pasen á un cilindro provisto de carbon cok,

humedecido por el ácido sulfúrico concentrado. Bajo esta forma se les conduce nuevamente á la primera cámara, donde su presencia opera reacciones análogas á las ya indicadas. Esta ingeniosa modificacion, que es debida á Gay-Lusac, economiza la consumacion del ácido nítrico.

Finalmente; haremos notar que Berzélius ha hecho el importante descubrimiento del Selenio, i Lamy, los interesantes estudios sobre el Talio, aplicando á la industria las piritas de hierro en lugar del azufre.

El ácido sulfúrico que resulta de las cámaras de plomo, es un líquido que tiene de 50 á 55 grados al areómetro de Baumé. La concentracion se hace en unos depósitos de plomo, hasta que el ácido marque 60 grados, i se termina en alambiques de platino. De esta manera se obtiene el ácido sulfúrico á 66 grados.

El ácido del comercio es impuro, i contiene sulfato de plomo, proveniente de la accion del ácido sulfúrico sobre los vasos de plomo (donde se ha verificado la concentracion). Ademas con-

tiene ácido arsénico ó ácido arsenioso, toda vez que la preparacion se hace por medio de las piritas que son siempre arsenicales, i en fin, compuestos nitrosos.

Estas impurezas seria fácil conocerlas por medio de los reactivos químicos que las caracterizan; así por ejemplo, si el ácido sulfúrico contiene sulfato de plomo, se conoce este metal añadiendo agua al ácido sulfúrico, en cuyo caso el sulfato de plomo se precipita, i toma inmediatamente un color negro que le comunica el hidrógeno sulfurado.

El arsénico se conoce neutralizando el ácido sulfúrico con el carbonato potásico ó sódico, i haciendo pasar al traves del líquido ligeramente ácido, una corriente de hidrógeno sulfurado, hasta que resulte un sulfuro de arsénico de color amarillo anaranjado.

Los productos nitrosos, casi siempre en pequeñas cantidades, se les conoce: con el sulfato de protóxido de hierro en polvo, que goza de la propiedad de tomar un color rosa: con el del añil, pues este pierde su color en contacto con

los vapores nitrosos; i con el cobre metálico que origina vapores hiponítricos.

Por la destilacion se puede separar el sulfato de plomo, i las sustancias fijas. Buchner purifica el ácido sulfúrico arsenical, haciendo pasar á traves del ácido sulfúrico caliente, una corriente de ácido hidroclórico. En este caso, el arsénico se volatiliza al estado de cloruro de arsénico.

$$AsO^5 + 5\ HCL + 5\ HO + As\ Cl^5.$$

Segun Dupasquier, se purifica el ácido sulfúrico arsenical por medio del sulfuro de bario, que forma un precipitado de sulfato de barita i sulfuro de arsénico insoluble. En seguida se destila el ácido. Este procedimiento se ha puesto en práctica i con resultados satisfactorios en los establecimientos industriales de Lion.

Si los reactivos químicos manifiestan la presencia de productos nitrosos (NO^3, NO^4, ó NO^5), se destila el ácido sulfúrico con una pequeña cantidad de sulfato de amoniaco. Sucede entónces que el hidrógeno del amoniaco, combinándose

con el oxígeno de los productos nitrosos, ó del ácido nítrico, produce agua i el gas nitrógeno se desprende.

$$NO^3 + SO^3\,HO + NH^3\,SO^3\,HO = N^2 + SO^3,\,5\,HO.$$

Este último modo de purificacion se emplea en un gran número de industrias.

La destilacion requiere gran cuidado i precauciones, porque la densidad i la violencia de la ebullicion pueden ocasionar la ruptura de la retorta. Este inconveniente se evita introduciendo en el ácido sulfúrico una espiral de platino, que tiene por objeto regularizar la ebullicion.

A causa de la importancia del expresado ácido, nos permitiremos indicar algunas de sus numerosas aplicaciones.

Sirve para la preparacion del sulfato sódico, potásico, etc., i de los ácidos nítrico, hidroclórico, carbónico, tartárico, cítrico, fosfórico, estérico i oléique, i para los ensayes de la plata sulfúrea. Con el mismo ácido se trabajan los sulfatos de cobre, de hierro, quinina, i otros sulfatos minerales i vegetales no ménos importantes.

La Francia produce algo mas de 70.000.000 de quilógramos de ácido sulfúrico; pero la Inglaterra produce mucho mas, puesto que una sola de sus fábricas puede dar diariamente 42.000 quilógramos. Estos datos harán comprender la importancia del ácido en cuestion.

ACIDO NITRICO

NO^5

De los cinco compuestos que forma el oxígeno con el nitrógeno, el ácido nítrico es el mas importante. Hai dos especies; el ácido nítrico anhidro NO^5, i el ácido nítrico hidratado NO^5 HO. El primero es sólido i blanco, cristaliza en forma de prismas romboidales, que de 37° á 40° entran en ebullicion, i á mayor temperatura se descomponen en ácido hiponítrico i en oxígeno. Se prepara este ácido *descomponiendo* por medio de una corriente de cloro gaseoso seco, el nitrato argéntico igualmente seco, i sometido á 80 grados poco más ó ménos. En esta reaccion el cloro se combina con la plata i forma el cloruro argéntico, el ácido nítrico del nitrato argéntico condensándose cristaliza en las paredes frias del receptáculo, i el oxígeno del óxido argéntico se desprende. Todo lo cual está representado por la fórmula siguiente:

$$AgO, NO^5 + Cl = AgCl + NO^5 + O.$$

Debe tenerse presente que esta operacion es mui delicada, á causa de que el ácido nítrico anhidro se descompone á un grado de calor superior al de su formacion (Deville).

ÁCIDO NÍTRICO HIDRATADO

NO^5, HO

El ácido hidratado contiene un equivalente de agua, i constituye el ácido nítrico MONOHIDRATADO, líquido incoloro, cuando es puro, i amarillo cuando contiene ácido hiponítrico en disolucion. Bajo esta última forma el ácido es humeante, hierve á 86 grados i la ebullicion lo descompone dando por resultado un ácido mas débil.

El ácido nítrico del comercio contiene casi siempre cuatro equivalentes de agua, por cuya razon se le llama *cuadrihidatado*, i su fórmula es: NO^5 4 HO. Es líquido, corrosivo i ligeramente humeante al aire; enrojece el papel azul vegetal, tiñe en amarillo la piel i las sustancias orgánicas, i aun las destruye si su accion es prolongada.

Muchos metales, á excepcion del oro i el pla-

tino, descomponen el ácido nítrico i forman nitratos metálicos; otros pasan al estado de ácidos insolubles como el estaño i el antimonio que se trasforman en ácidos estánico i antimónico; aunque algunas veces sucede lo contrario, porque se forma tan solamente un óxido, que, unido á la parte no descompuesta del ácido, se trasforma en nitrato con desprendimiento de óxido nítrico.

La plata no es atacada por un ácido que sea de concentracion inferior á la del *comercio*, NO^5 4 HO. Los ácidos puros i concentrados envuelven el metal de una capa gris que impide la reaccion; pero el ácido ordinario á la temperatura de 100 grados, ataca vigorosamente el metal i lo convierte en nitrato argéntico:

$$4\ NO^5\ HO + 3\ Ag = 3\ AgO,\ NO^5 + NO^2 + 4\ HO.$$

El ácido nítrico se prepara con el nitrato potásico, que se encuentra generalmente en los países cálidos, como en Egipto, la India, Italia, España, Sud América, i especialmente en Chile, México i Bolivia. Esta sal se cree que resulta

de la combinacion de la potasa natural con el ácido nítrico formado por la accion de las tempestades.

Para confeccionar el ácido nítrico, se calienta en una retorta una mezcla de ácido sulfúrico i nitrato potásico, i como el primer ácido se combina con la potasa, el segundo destila.

$$KO, NO^5 + 2\ SO^3, HO = NO^5\ HO + KO, 2\ SO^3\ HO.$$

Cuando se calienta la retorta la materia se funde, i en los primeros momentos se presentan vapores rojos de ácido hiponítrico, que vuelven á perderse en la mayor parte del tiempo que dura la operacion, quedando sustituidos por los vapores blancos de ácido nítrico que se destilan en el receptáculo. Verificada la destilacion en su mayor parte, reaparecen los primeros vapores rojos hiponítricos, i la materia líquida se abotaga, indicando el término de la operacion. La explicacion de estos fenómenos es fácil : los primeros vapores son debidos á la descomposicion de las primeras porciones de ácido nítrico bajo la influencia del ácido sulfúrico que predomina; in-

mediatamente el ácido sulfúrico descompone al ácido nítrico, lo convierte en oxígeno i forma ácido hiponítrico :

$$SO^3, HO + NO^5, HO = SO^3\ 2\ HO + O + NO^4.$$

La reaparicion de los vapores rojos, se debe á la descomposicion de las últimas porciones de sal, descomposicion que no puede efectuarse sino á una temperatura capaz de mantenerla en fusion; es á esta temperatura que el ácido sulfúrico descompone el ácido nítrico sobrante i origina el ácido hiponítrico.

Para obtener el ácido nítrico lo mas concentrado posible, es necesario emplear el ácido sulfúrico á 66 grados i el nitrato potásico mui seco; porque de otro modo, el operador siempre estará expuesto á tener por resultado el ácido de cuatro equivalentes de agua. El ácido preparado como hemos indicado anteriormente, será el ácido monohidratado, líquido de color amarillo, conteniendo el ácido hiponítrico en disolucion, é incoloro en caso contrario.

La preparacion que acabamos de explicar á

primera vista parece ser mui fácil; sin embargo, exige algunas condiciones, á saber: el ácido sulfúrico forma, como hemos dicho, con la potasa dos combinaciones; la primera neutra SO^3 KO, i la segunda ácida 2 SO^3 KO, HO, i en la reaccion es siempre el sulfato ácido de potasa que toma nacimiento, cualesquiera que sean las proporciones de las materias combinadas. Si se hace uso de equivalentes iguales, el ácido sulfúrico descompondrá únicamente la mitad del ácido nítrico contenido en el nitrato potásico, segun lo comprueba la fórmula:

$$2\ SO^3HO + 2\ KO,\ NO^5 = KO,\ 2\ SO^3,\ HO + NO^5,\ HO + KO,\ NO^5;$$

Para evitar esto i obtener siempre una completa descomposicion, debe emplearse dos equivalentes de ácido por uno equivalente de sal.

Hé aquí la fórmula:

$$2\ (SO^3,\ HO),\ + NO^5,\ KO = 2\ SO^3,\ KO,\ HO + NO^5,\ HO.$$

El ácido de que tratamos se elabora en el comercio en un gran cilindro de hierro de capacidad de 250 ó más quilógramos, que comunica

con una serie de depósitos separados unos de otros por tubos guarnecidos interiormente de una capa de loza, siendo de advertir que cada uno de aquellos depósitos puede recibir 250 quilógramos de ácido. En estos cilindros se introducen 150 quilógramos de nitrato sódico ó potásico i 80 por 100, poco más ó ménos, de ácido sulfúrico, á 62 grados al areómetro de Baumé, i el calor de los hornos efectúa la descomposicion en la manera que hemos indicado.

Casi en todas las industrias se emplea el nitrato sódico en vez del nitrato potásico, por la razon sencilla, de que el precio del primero es inferior al del segundo; i ademas, porque produce una cantidad mayor de ácido nitrico. Esto último tiene lugar por ser el peso del equivalente de la sosa 387, menor que el de la potasa 589. Las proporciones que ponemos á continuacion, harán comprender mejor las ventajas del nitrato sódico :

1ª Con 100 quilógramos de nitrato potásico de Bolivia se obtiene de 60 á 62 quilógramos de ácido nitrico á 36 grados del areómetro deBaumé.

2ª 100 quilógramos de nitrato sódico producen de 126 á 130 quilógramos de ácido nítrico á 36 grados, i 85 quilógramos de sulfato sódico.

El ácido obtenido por este procedimiento i cuando está purificado es incoloro, tiene 1,510 por densidad en su mayor grado de concentracion, i hierve 86 grados.

El ácido nítrico del comercio, es casi siempre impuro, contiene : cloro que proviene de las impurezas de los nitratos del comercio ; ácido sulfúrico, que es conducido durante la destilacion mecánicamente, i los productos nitrosos que le comunican su olor i color amarillo.

Para la purificacion del ácido se le adiciona nitrato argéntico i nitrato de barita ; el primero forma un precipitado de cloruro argéntico, i el segundo separa el ácido sulfúrico i produce sulfato de barita.

A los vapores nitrosos se les trasforma en ácido nítrico, verificando la destilacion con una sal oxidante como el bi-cromato potásico.

El ácido nítrico bien purificado es incoloro, i calentado sobre una lámina de platino no deja

residuo ninguno. Ademas, no debe dar precipitado ni con el nitrato argéntico ni con el de barita.

Se emplea este ácido en las ligas monetarias para disolver las aleaciones de plata i en la industria para la preparacion del agua régia. Se hace uso tambien del mismo ácido para grabar el acero i el cobre, para preparar el fulminante de mercurio i el ácido arsenioso; i en fin, por la propiedad que tiene de descomponer ciertas materias colorantes se le emplea tambien para imprimir el color amarillo en el fondo de las telas.

Con el ácido arsénico se trabaja la fuschisna ó rosalina, i con la nitrogliserina la dinamita.

ACIDO HIDROCLORICO

HCl

Este es un gas incoloro, de olor fuerte, esparce humos blancos al contacto del aire, apaga los cuerpos en combustion, i enrojece el papel azul vegetal. A causa de su mucha afinidad por el agua, produce un compuesto que se precipita inmediatamente bajo la forma de una nube. No es permanente. Faraday lo ha liquidado á una presion de cuarenta atmósferas, i á una temperatura de 10 grados; segun el mismo autor, puede tambien liquidarse bajo la presion de una sola atmósfera, i de un frio intenso producido por una mezcla de éter i de ácido carbónico sólido, colocados en la máquina neumática. Es mui soluble en el agua, i este liquido á una temperatura de 0 á 4 grados, puede disolver 480 veces su volúmen, poco más ó ménos las tres cuartas partes de su peso. La absorcion es instantánea, i se verifica con tanta rapidez, que cuando se sumerge en el agua una campana llena de gas, el choque de la

columna de líquido que le reemplaza, es tan violento, que puede hacer saltar el receptáculo con peligro del operador. I este fenómeno será suficiente para hacer comprender la solubilidad de aquel gas.

ÁCIDO HIDROCLÓRICO LÍQUIDO.

El ácido hidroclórico puede contener agua en tres porciones diferentes, á saber :

$$HCl,\ 6\ HO$$
$$HCl,\ 12\ HO$$
$$HCl,\ 16\ HO$$

La disolucion acuosa del ácido hidroclórico, llamada ácido hidroclórico líquido, tiene las mismas propiedades que el gas: es incoloro cuando es puro, tiene por densidad 1,21 i contiene 42 por 100 de agua, que corresponde á seis equivalentes de agua ó sea HCl, 6 HO.

Ningun metaloide tiene accion sobre el ácido hidroclórico á excepcion del oxígeno que á una temperatura elevada lo trasforma en cloro i agua :

$$HCl + O = Cl + HO.$$

A la temperatura de 15 á 20 grados, muchos metales descomponen el ácido hidroclórico, i se convierten en cloruros en union con el cloro, con desprendimiento de hidrógeno, ejemplo :

$$HCl + Zn = ZnCl + H.$$

Se prepara el ácido hidroclórico descomponiendo el cloruro de sodio ó sal marina por medio del ácido sulfúrico.

Para ello, se introduce en un matraz seis partes de sal marina i cinco de ácido sulfúrico, i se comunica el calor ligeramente : en este estado se desarrolla el gas ácido hidroclórico, i como en el trascurso de la operacion adquiere ácido sulfúrico, se le purifica conduciéndole desde luego á una botella que contenga agua destilada, i despues á una campana llena de mercurio. Vamos á explicar las reacciones. El agua del ácido sulfúrico se descompone : en hidrógeno que uniéndose al cloro del cloruro de sodio forma el ácido hidroclórico; i en oxígeno que con el sodio constituye el protóxido de sodio NaO : el ácido

sulfúrico combinado con el protóxido da por resultado el sulfato sódico.

$$NaCl + SO^3 HO = NaO, SO^3 + HCl.$$

En los laboratorios generalmente se emplea el ácido hidroclórico líquido. Esta preparacion se hace por un procedimiento igual al anterior, con la sola diferencia, de que el gas se conduce á una serie de botellas dispuestas como en el aparato Wolf, i en las que se disuelve al contacto del agua que deben contener.

Como es posible que el gas ácido hidroclórico contenga ácido sulfúrico ó cloruro de sodio, es indispensable purificarlo, conduciéndole primeramente á una otra botella intermediaria provista de agua. De este líquido que tiene la propiedad de desalojar las materias impuras, el gas purificado pasa á las demas botellas en las que se disuelve á causa de la mucha afinidad que tiene por el agua.

La preparacion industrial de este ácido se hace de la misma manera. No obstante es preciso advertir que en ella se descompone la sal marina

con el ácido sulfúrico, i que la mezcla se calienta en cilindros de carburo de hierro. En estos cilindros puede trabajarse grandes cantidades de gas i por consiguiente de ácido hidroclórico.

El aparato se compone de un cilindro que descansa sobre un horno destinado para comunicarle calor. Por un tubo el gas sale á la botella intermediaria destinada para la separacion de las sustancias impuras, i por otro sale i pasa á las demas que están dispuestas en órden i con comunicaciones las unas con las otras. Es en estas, donde el gas se disuelve en el agua i se convierte en ácido hidroclórico. En el cilindro hai ademas un embudo por donde se introduce ácido sulfúrico i una porcion de agua, á fin de evitar la absorcion de la destinada á su disolucion. De esta manera se obtiene una disolucion que contiene 34 por 100 de ácido. (Acido hidroclórico del comercio).

El ácido del comercio es siempre impuro, i es de imperiosa necesidad purificarlo ántes de emplearlo como reactivo en los análisis. Estas impurezas consisten : en ácido sulfuroso que resulta

de la accion del ácido sulfúrico sobre las impurezas de la sal marina : en materias orgánicas ó salinas procedentes del agua comun empleada para la disolucion : en cloruro de arsénico, ácido arsenioso ó ácido arsénico de las piritas arsenicales, i en fin, en percloruro ó sesquicloruro de hierro que da al ácido un color verdoso, i que es originado por la accion que el ácido hidroclórico ejerce sobre los cilindros.

Los reactivos químicos dan á conocer estas impurezas : el cloruro de bario, produciendo un precipitado blanco de sulfato de barita insoluble, hace conocer el ácido sulfúrico : con un cuerpo oxidante como el ácido nítrico se separa el ácido sulfuroso convirtiéndolo en ácido sulfúrico, i este precipitando con el cloruro de bario.

La purificacion se hace trasformando el ácido sulfuroso en ácido sulfúrico mediante el cloro

$$SO^2 + HO + Cl = HCl + SO^3.$$

Si queda cloro en el ácido hidroclórico, se calienta este para que el primer gas se desprenda, i se separa el cloruro de hierro por medio de la

destilacion. El operador terminará la purificacion, trasformando : 1° el ácido sulfúrico en sulfato de barita por medio del cloruro bario. 2° el cloruro de arsénico en sulfuro de arsénico, por el sulfuro de bario.

Primera reaccion :

$$SO^3HO + BaCl = BaO, SO^3 + HCl.$$

Segunda reaccion :

$$As\,Cl^3 + 3\,BaS = 3\,Ba\,Cl\,As\,S^3.$$

Finalmente se termina la operacion destilando.

El ácido hidroclórico mezclado con el nítrico constituye el ácido de toque, i con el mismo ácido en otras proporciones forma el agua régia. Se le emplea como reactivo para conocer las sales de plata, i para descomponer los carbonatos i los sulfatos. Con el mismo se prepara en las artes i en la industria el cloro y los cloruros, i se extrae la gelatina de los huesos. I en fin, solo ó mezclado con el ácido nítrico se hace uso en los ensayes para disolver diferentes ligas ó metales, i formar cloruros metálicos.

AGUA REGIA

El agua régia es una mezcla de tres ó cuatro partes de ácido hidroclórico con una de ácido nítrico, á 86 grados poco más ó ménos; i se le llama así á causa de la propiedad que tiene de disolver el oro i el platino, los cuales metales no pueden ser atacados por ninguno de los referidos ácidos tomados separadamente.

En la fórmula que acompañamos, se demuestra la accion recíproca de los ácidos nítrico é hidroclórico, reaccion que da lugar á la formacion del cloro, del ácido hiponítrico i agua.

$$NO^5 + HCl = NO^4 + HO + Cl.$$

Por esta reaccion se comprenderá que se desprende el cloro; i es este gas que tiene las propiedades disolventes i oxidantes.

Debido á las interesantes investigaciones del Sr. Baudrimont, sabemos que el ácido nítrico,

obrando sobre el ácido hidroclórico, origina un ácido particular que se llama *ácido cloro-nítrico*, que corresponde á $NO^3 Cl^2$.

$$NO^5 + 2\ HCL = NO^3\ CL^2 + H^2\ O^2.$$

El ácido cloro-nítrico á la temperatura normal se presenta bajo la forma de vapores rojos, que se liquidan á una temperatura fria, i este liquido, que tiene todas las propiedades del agua régia, disuelve el oro i el platino, trasformando el primero en per-cloruro de oro

$$An^2\ Cl^3$$

el segundo en bi-cloruro de platino

$$Pt\ Cl^2.$$

VALOR DEL ORO

segun sus leyes correspondientes.

			VALOR de 1.000 gram., 1 kilog. ó sean (2 libras)	
			Pesos.	Milésimos de peso.
Oro á	$\frac{1000}{1000}$	de fino	687	400
» »	995	»	683	962
» »	990	»	680	526
» »	985	»	677	088
» »	980	»	673	652
» »	975	»	670	214
» »	970	»	666	778
» »	965	»	663	340
» »	960	»	659	904
» »	955	»	656	466
» »	950	»	653	030
» »	945	»	649	592
» »	940	»	646	156
» »	935	»	642	718
» »	930	»	639	282
» »	$\frac{925}{1000}$	»	635	844

			Pesos.	Milésimos de peso.
Oro á	$\frac{920}{1000}$	de fino	632	408
» »	915	»	628	970
» »	910	»	625	534
» »	905	»	622	096
» »	900	»	618	660
» »	895	»	615	222
» »	890	»	611	786
» »	885	»	608	348
» »	880	»	604	912
» »	875	»	601	474
» »	870	»	598	038
» »	865	»	594	600
» »	860	»	591	164
» »	855	»	587	726
» »	850	»	584	290
» »	845	»	580	852
» »	840	»	577	416
» »	835	»	573	978
» »	830	»	570	542
» »	825	»	567	104
» »	$\frac{820}{1000}$	»	563	668

			Pesos.	Milésimos de peso.
Oro á	$\frac{815}{1000}$	de fino	560	230
» »	810	»	556	794
» »	805	»	553	356
» »	800	»	549	920
» »	795	»	546	482
» »	790	»	543	046
» »	785	»	539	608
» »	780	»	536	172
» »	775	»	532	734
» »	770	»	529	298
» »	765	»	525	860
» »	760	»	522	424
» »	755	»	518	986
» »	750	»	515	550
» »	745	»	512	112
» »	740	»	508	676
» »	735	»	505	238
» »	730	»	501	802
» »	725	»	498	364
» »	720	»	494	928
» »	$\frac{715}{1000}$	»	491	490

			Pesos.	Milésimos de peso.
Oro á	$\frac{710}{1000}$	de fino	488	054
» »	705	»	484	616
» »	700	»	481	180
» »	695	»	477	742
» »	690	»	474	306
» »	685	»	470	868
» »	680	»	467	432
» »	675	»	463	994
» »	670	»	460	558
» »	665	»	457	120
» »	660	»	453	684
» »	655	»	450	246
» »	650	»	446	810
» »	645	»	443	372
» »	640	»	439	936
» »	635	»	436	498
» »	630	»	433	062
» »	625	»	429	624
» »	620	»	426	188
» »	615	»	422	750
» »	$\frac{610}{1000}$	»	419	314

			Pesos.	Milésimos de peso.
Oro á	$\frac{605}{1000}$	de fino	415	876
» »	600	»	412	440
» »	595	»	409	002
» »	590	»	405	566
» »	585	»	402	128
» »	580	»	398	692
» »	575	»	395	254
» »	570	»	391	818
» »	565	»	388	380
» »	560	»	384	944
» »	555	»	381	506
» »	550	»	378	070
» »	545	»	374	632
» »	540	»	371	196
» »	535	»	307	758
» »	530	»	364	322
» »	525	»	360	884
» »	520	»	357	448
» »	515	»	354	010
» »	510	»	350	574
» »	505	»	347	136
» »	$\frac{500}{1000}$	»	343	700

VALOR DE LA PLATA

segun sus leyes correspondientes.

	VALOR de 1.000 gram., 1 kilog. ó sean (2 libras)	
	Pesos.	Milésimos de peso.
Plata á $\frac{1000}{1000}$ de fino	44	112
» » 995 »	43	890
» » 990 »	43	670
» » 985 »	43	450
» » 980 »	43	228
» » 975 »	43	008
» » 970 »	42	788
» » 965 »	42	668
» » 960 »	42	346
» » 955 »	42	126
» » 950 »	41	906
» » 945 »	41	684
» » 940 »	41	464
» » 935 »	41	244
» » 930 »	41	024
» » 925 »	40	802
» » $\frac{920}{1000}$ »	40	582

	Pesos.	Milésimos de peso.
Plata á $\frac{915}{1000}$ de fino	40	362
» » 910 »	40	142
» » 905 »	39	920
» » 900 »	39	700
» » 895 »	39	480
» » 890 »	39	258
» » 885 »	39	038
» » 880 »	38	818
» » 875 »	38	598
» » 870 »	38	376
» » 865 »	38	156
» » 860 »	37	936
» » 855 »	37	714
» » 850 »	37	494
» » 845 »	37	274
» » 840 »	37	054
» » 835 »	36	832
» » 830 »	36	612
» » 825 »	36	392
» » $\frac{820}{1000}$ »	36	172

			Pesos.	Milésimos de peso.
Plata á	$\frac{815}{1000}$	de fino	35	950
» »	810	»	35	730
» »	805	»	35	510
» »	800	»	35	288
» »	795	»	35	068
» »	790	»	34	848
» »	785	»	34	628
» »	780	»	34	406
» »	775	»	34	186
» »	770	»	33	966
» »	765	»	33	744
» »	760	»	33	524
» »	755	»	33	304
» »	750	»	33	084
» »	745	»	32	862
» »	740	»	32	642
» »	735	»	32	422
» »	730	»	32	202
» »	725	»	31	980
» »	720	»	31	760
» »	$\frac{715}{1000}$	»	31	540

			Pesos.	Milésimos de peso.
Plata á	$\frac{710}{1000}$	de fino	31	318
» »	705	»	31	098
» »	700	»	30	878
» »	695	»	30	658
» »	690	»	30	436
» »	685	»	30	216
» »	680	»	29	996
» »	675	»	29	774
» »	670	»	29	554
» »	665	»	29	334
» »	660	»	29	114
» »	655	»	28	892
» »	650	»	28	672
» »	645	»	28	452
» »	640	»	28	232
» »	635	»	28	010
» »	630	»	27	790
» »	625	»	27	570
» »	620	»	27	348
» »	615	»	27	128
» »	610	»	26	908
» »	$\frac{605}{1000}$	»	26	688

	Pesos.	Milésimos de peso.
Plata á $\frac{600}{1000}$ de fino	26	466
» » 595 »	26	246
» » 590 »	26	026
» » 585 »	25	804
» » 580 »	25	584
» » 575 »	25	364
» » 570 »	25	144
» » 565 »	24	922
» » 560 »	24	702
» » 555 »	24	482
» » 550 »	24	262
» » 545 »	24	040
» » 540 »	23	820
» » 535 »	23	600
» » 530 »	23	378
» » 525 »	23	158
» » 520 »	22	938
» » 515 »	22	718
» » 510 »	22	496
» » 505 »	22	276
» » $\frac{500}{1000}$ »	22	056

			Pesos.	Milésimos de peso.
Plata à	$\frac{495}{1000}$	de fino	21	834
» »	490	»	21	614
» »	485	»	21	394
» »	480	»	21	174
» »	475	»	20	952
» »	470	»	20	732
» »	465	»	20	512
» »	460	»	20	292
» »	455	»	20	070
» »	450	»	19	850
» »	445	»	19	630
» »	440	»	19	408
» »	435	»	19	188
» »	430	»	18	968
» »	425	»	18	748
» »	420	»	18	526
» »	415	»	18	306
» »	410	»	18	086
» »	405	»	17	864
» »	400	»	17	644
» »	395	»	17	424
» »	$\frac{390}{1000}$	»	17	204

	Pesos.	Milésimos de peso.
Plata á $\frac{385}{1000}$ de fino	16	982
» » 380 »	16	762
» » 375 »	16	542
» » 370 »	16	322
» » 365 »	16	100
» » 360 »	15	880
» » 355 »	15	660
» » 350 »	15	438
» » 345 »	15	218
» » 340 »	14	998
» » 335 »	14	778
» » 330 »	14	556
» » 325 »	14	336
» » 320 »	14	116
» » 315 »	13	894
» » 310 »	13	674
» » 305 »	12	454
» » 300 »	13	234
» » 203 »	8	954
» » 200 »	8	822
» » 195 »	8	602
» » $\frac{160}{1000}$ »	7	058

TABLA

PROLOGO

DEDICATORIA

PRIMERA PARTE

VIA SECA.

ORO.

SEGUNDA PARTE

VIA HUMEDA.

BRONCE.

CENIZAS.

TERCERA PARTE

—

MINERALOGIA.

PLATA.

ORO.

PLATINO.

COBRE.

PLOMO.

CUARTA PARTE

—

HORNOS.

QUINTA PARTE

—

SEXTA PARTE

—

FIN.

Paris. — Imprenta de Ch. Unsinger, 83, calle del Bac.