

CAPÍTULO X.

PLATA—SALES DE PLATA.

- Plata—Símbolo = Ag; Equivalente = 108; Densidad = 10.474.
Óxido de plata—Símbolo = AgO; Equivalente = 116.
Cloruro de plata—Símbolo = AgCl; Equivalente = 143.5.
Yoduro de plata—Símbolo = AgI; Equivalente = 234.36.
Bromuro de plata—Símbolo = AgBr; Equivalente = 188.
Sulfuro de plata—Símbolo = AgS (ó AgAz); Equivalente = 124.
Cianuro de plata—Símbolo = AgCy; Equivalente = 134.
Azoato ó Nitrato de plata—Símbolo = AgO, NO⁵ (ó AzO⁵, AgO; Equivalente = 170.
Hiposulfito de plata—Símbolo = AgO, S²O² (ó Az²O², AgO); Equivalente = 164.
Sulfato de plata—Símbolo = AgO, SO³ (ó AzO³, AgO); Equivalente = 156.
Nitrito de plata—Símbolo = AgO, NO² (ó AzO², AgO); Equivalente = 154.

Plata.

La plata, lo mismo que el oro, existe en estado nativo; se presenta también como una aleación que contiene oro, el cual se precipita en estado de óxido de oro, cuando se disuelve la plata en ácido nítrico. El arsénico y el antimonio suelen encontrarse aleados con la plata; la cual es contenida en muchos de los minerales de plomo y de cobre.

El mineral de plata más abundante es el sulfuro; y se encuentra en estado nativo el cloruro (ó *luna cornea*), como también el carbonato en pequeña cantidad.

La plata nativa, y la que se halla en el sulfuro nativo se

separan en un caso de la ganga, y en el otro del azufre, por un procedimiento á que se da el nombre de *amalgamacion*. Quebrantados los minerales y la ganga, se tuestan en un horno de reverbero, con un diez por ciento de cloruro de sodio, el cual convierte la plata en cloruro de plata. En seguida se echa la masa pulverulenta en toneles horizontales á que se comunica un movimiento rotatorio por medio de máquinas convenientes; y se la mezcla con agua, hierro y mercurio. Merced al movimiento rotatorio, en que se mantienen los toneles durante diez y ocho á veinte y cuatro horas, el cloruro de plata es descompuesto por el hierro, formándose así cloruro de hierro y quedando en libertad la plata, que se amalgama con el mercurio. La amalgama se hace salir de los toneles liquidando el contenido de estos, y haciéndoles girar lentamente. Hecho esto se echa la amalgama en mangas ó sacos de piel de gamuza, la cual deja pasar por sus poros el mercurio líquido, y detiene la amalgama. Por destilación se puede separar el mercurio del residuo de plata. Trátanse del mismo modo los minerales de plomo y de cobre que contengan plata.

Esta se encuentra en corta cantidad en ciertos minerales de cobre y de plomo, con los cuales se funde, separándose por amalgamación. Si la cantidad es bastante grande, se separa la plata por copelación, que es el procedimiento por el cual en las casas de moneda se ensayan metales que contienen plata. Las copelas son cápsulas porosas hechas con cenizas de huesos, humedecidas con un poco de agua y comprimidas en moldes de hierro que les dan la forma de una taza. El diámetro de dichos moldes puede variar desde una á tres ó más pulgadas, y su espesor desde un cuarto á tres cuartos de pulgada. Después de haberse desecado por un calor suave, como el de una estufa, están listas las copelas para usarlas. La aleación de plata y cobre con un gran exceso de plomo, que se ha de ensayar, ó la plata que ha de afinarse, se introducen en las copelas, y estas se colocan en una mufla dispuesta convenientemente en un horno, y con agujeros en sentido de su longitud para que se establezca en la mufla una corriente de aire muy oxidante. A los cortos instantes se funden los metales, se oxidan el plomo y el cobre por el contacto

del aire, cubriendo la superficie con una película que van absorbiendo las paredes de las copelas á medida que se forma. A proporcion que desaparecen los óxidos, la aleacion forma en cada copela un glóbulo ó boton. El momento en que cesa por completo la oxidacion, y en que concluye por consiguiente la copelacion, se manifiesta por una sucesion rápida de fenómenos ópticos que se llama *relámpago*, y es debida á que la película del baño brillante, tan luego como se han oxidado los últimos restos de plomo, se va adelgazando, presentando sucesivamente los colores del iris, como las ampollas de jabon, hasta que al fin se rasga como una gasa, y deja descubierta la superficie del metal.

Para afinar la plata hay otro procedimiento mas comun entre los fotógrafos, y que consiste en disolver en ácido nítrico puro la plata del comercio ó de la moneda. Tómense de plata en láminas delgadas, ó de limaduras de plata, una onza, una onza flúida de ácido nítrico, y dos onzas de agua destilada. Mézclense el ácido y el agua en una vasija de porcelana vidriada ó de vidrio; añádase la plata, y colóquese la vasija en un baño-maría, al cual se aplicará un color suave. A los pocos momentos la plata desaparecerá en la disolucion; una parte del ácido nítrico oxida la plata poniendo en libertad el peróxido de azoe, y la otra se combina con dicho óxido dando nitrato de óxido de plata. Si, como es de presumir, el metal fuere impuro, y contuviere cobre, la disolucion se teñirá de azul; y el color será tanto mas subido cuanto mayor cantidad de impureza contenga aquella. Si hubiere cobre en la disolucion, una gota de esta que se deje caer de la punta de una varilla de vidrio bastará para teñir de un azul brillante una copita de agua que contenga un poco de amoniaco; y se cubrirá con una capa de cobre una aguja de acero, como las que se usan para hacer medias, si se sumerge un momento en dicha disolucion.

Cuando se ha determinado la presencia de cobre en aquella, se lo separa del modo siguiente. Añádese á la disolucion de nitrato otra de una pequeña cantidad de sal comun en agua, teniendo cuidado de verterla por gotas; al punto se precipitará cloruro de plata que se agrega fácilmente formando copos; y se continúa echando la disolucion de sal hasta que cese el precipi-

tado, abandonando este á sí mismo para que se asiente, ó vertiéndolo desde luego en un filtro y desechando el líquido que contiene el cobre. Lávase en seguida el precipitado con agua caliente, repitiendo esta operacion hasta que una gota del agua no tiña de azul una disolucion de agua y amoniaco; y entónces se pone á desecar el cloruro. Hecha esto, se pesa el cloruro, se hace fundir en un crisol un peso dos veces mayor de carbonato de potasa; y se le añade por pequeñas porciones el cloruro de plata desecado, el cual se descompone, lo mismo que el carbonato de potasa. El potasio se apodera del cloro de la plata formando cloruro de potasio; escapan el ácido carbónico y el oxígeno; y queda la plata mezclada con la masa. Por una elevacion de temperatura la plata cae al fondo del crisol, y sobrenada el cloruro de potasio en fusion. En seguida se echa la masa en un cubo lleno de agua, ó sobre una piedra ahuecada. La plata que se obtiene por este método está exenta de cobre y de todo metal extraño excepto plomo ó mercurio, los cuales es posible se hallen presentes. La presencia del primero de estos en el nitrato se manifiesta dando un precipitado con ácido sulfúrico; y la del segundo cubriéndose con una capa de mercurio un trozo de alambre de cobre que se sumerja en el nitrato en disolucion.

Puede prepararse tambien la plata del cloruro de plata, fundiendo este con un setenta por ciento de greda, ó creta, y como un cinco por ciento de carbon vegetal.

Para reducir el cloruro hay un tercer método, muy cómodo para las personas que carezcan de hornos y demas facilidades para fundir minerales. Se humedece el cloruro con ácido clorhídrico diluido en agua, y se inmerge en la masa un pedazo de zinc, que se deja durante algunas horas. Poco á poco sobreviene la descomposicion, depositándose la plata, y formándose cloruro de zinc soluble. Despues de descompuesto por completo el cloruro, se separa el zinc restante, y se lava el precipitado con ácido clorhídrico, hasta que la adiccion de amoniaco ó de sulfuro de amonio no dé lugar á precipitado alguno en el líquido decantado. Lávase todavía el precipitado con agua caliente, y no hay mas que disolverlo en el ácido nítrico.

En lugar de precipitar la plata en forma de cloruro para separarla del cobre, se evapora la disolución hasta sequedad, calentando el residuo casi al rojo. Por este procedimiento la plata se funde; pero no experimenta ningún cambio químico; al paso que el nitrato de cobre se descompone dando peróxido de azoe y oxígeno, y dejando el óxido de cobre insoluble mezclado con el nitrato de plata en fusión. Debe mantenerse el mismo grado de calor hasta que se descomponga completamente el nitrato de cobre, lo cual se reconoce sacando con la extremidad de una varilla un poco de la materia, disolviéndola en agua, y echando en la disolución filtrado un exceso de amoníaco: si el líquido no se tiñe de azul, es seguro que todo el nitrato de cobre se ha descompuesto. No falta más que disolver la materia en agua pura, separar el óxido de cobre por filtración, evaporar y cristalizar el nitrato de plata.

También puede emplearse el óxido de plata para precipitar el de cobre que existe en disolución. Después de haber evaporado hasta sequedad la disolución de los nitratos, para desalojar el exceso de ácido, se trata la materia por el agua. Tómase una $\frac{1}{2}$ parte próximamente de este líquido, y se lo trata en frío por un exceso de potasa cáustica, que precipita los óxidos de plata y cobre; se lavan estos con agua fría, y luego se hacen hervir con los otros $\frac{1}{2}$ del líquido. El óxido de cobre es precipitado completamente por el de plata, y solo queda en disolución el nitrato de este último metal. El depósito abundante de óxido de cobre suele retener una cortísima cantidad de óxido de plata. No falta más que separar la disolución del residuo, evaporar y cristalizar.

Por último, la disolución de los nitratos puede tratarse por láminas de cobre, que precipitan la plata en estado muy dividido, la cual se recoge por filtración, se lava perfectamente, y se disuelve en ácido nítrico, evaporando la disolución hasta sequedad. En fin se disuelve de nuevo, y no falta más que evaporar y cristalizar.

Cuando el nitrato de plata obtenido del modo que acabamos de manifestar se ha de emplear en fotografía, es menester disolver en agua los cristales perfectamente desecados, y cristalizar

nuevamente; ó puede hacerse hervir la disolución de los cristales durante algún tiempo en una cápsula de vidrio que contenga unos fragmentos de plata metálica ó un poco de óxido de plata bien lavado. (Ya llevamos indicado el modo de obtener este óxido.) Operando de esta manera, la plata, evaporada y cristalizada, se presenta en estado perfectamente neutro.

Después de haberse separado los cristales, las aguas madres se evaporan hasta sequedad, se hace fundir el residuo y se lo echa en moldes cilíndricos ó rieleras del grueso del cañon de una pluma de ave. En esta forma el nitrato de plata se llama *pedra infernal*, y se emplea principalmente en cirugía para cauterizar. Ocurre advertir que el nitrato de plata preparado por este procedimiento no siempre se consigue bastante puro para el fotógrafo; suele alterarse baja la acción de la luz; al paso que el nitrato cristalizado puro no sufre alteración alguna al exponerla á aquella. Además de las impurezas orgánicas, suele contener *nitrito* de plata, debido á la descomposición del nitrato por el calor al tiempo de fundirlo.

Propiedades.

El nitrato de plata cristaliza en forma de láminas incoloras; es anhídrido, y preparado debidamente, se puede obtener perfectamente neutro. Esta sal puede fundirse, como ya hemos manifestado para formar la *pedra infernal*; pero á temperaturas muy elevadas se descompone dando nitrito de plata y poniendo en libertad el oxígeno; y si se aumenta aun el calor, se separa todo el ácido nítrico, y solo queda plata metálica. El nitrato de plata es soluble en un peso de agua fría igual al suyo; y en la mitad solamente á la temperatura de la ebullición de este líquido. También se disuelve en cuatro partes de alcohol hirviendo. El óxido del nitrato de plata se precipita por cualquiera de los álcalis ó tierras alcalinas. Si en un exceso de amoníaco se disuelve el nitrato y se evapora el líquido, se depositan cristales de la fórmula $AgO, AzO^3 + 2AzH^3$, á que se da el nombre de *amoníuro de nitrato* de plata.

Propiedades fotográficas del Nitrato de Plata.

El colodion yodurado con una disolucion de yoduro de plata en el yoduro de potasio, no produce, mediante la exposicion y desarrollo ordinarios, imágen alguna; y del mismo modo, una capa de colodion sensibilizada por una inmersion en el baño de nitrato de plata, y lavada en seguida con cuidado, en el cuarto oscuro, dista mucho de ser tan sensible á la accion actínica, ó química, como si no se hubiese lavado; al ménos no forma imágen por medio de los desarrolladores comunes. No es, pues, el yoduro *solo* el que recibe la impresion actínica, sino el yoduro con el nitrato de plata, ó el nitrato de la nueva base, y probablemente con ácido nítrico libre tambien, el cual se descompone, quedando libre el oxígeno para producir ó dar lugar á otras descomposiciones. Sea cual fuere la verdadera naturaleza de la impresion fotográfica sobre los yoduros y bromuros, ora física, ora química, eléctrica ó mixta, esto es físico-química, etc., una cosa es cierta, y es que nadie hasta el presente ha sabido explicar el principio íntimo del *actinismo*, ó accion química, sobre una superficie ó sustancia cualquiera: es un misterio cuyo velo ni los experimentos prácticos han bastado á romper. Es inútil por lo tanto extendernos en una larga disertacion sobre una cuestion que no pasa de ser una mera hipótesis. Pero sabemos, si no de cierto, al ménos con cierto grado de certeza, qué condiciones son las que, en el baño de nitrato de plata, dan los mejores resultados en las placas de colodion yodurado, haya ó no en el yoduro algun bromuro. Por ejemplo, un colodion que, entre otros ingredientes, contenga yodo libre, puede sensibilizarse en un baño de plata *neutro* ó aun *algo alcalino*; al paso que para un colodion nuevo, sin yodo ni bromo libre, incoloro, se necesita, al contrario, un baño *algo acidulado*. Sabido es que los ácidos *retardan* la marcha del desarrollo, haciendo que dicho fenómeno no se verifique mas que en las partes que han recibido la accion actínica, ó química, lo cual estorba que la imágen salga borrosa ó anublada. Sábese, además, por repetidos experimentos, que importa poco que el colodion ó el baño de plata estén algo acidulados; el resultado ha de ser siempre el mismo, es decir: una

imágen clara y nítida, si bien con la desventaja de ser mas tardla la marcha del desarrollo. Pero se ignora hasta aquí qué condiciones deben reunir el colodion y el baño para proporcionar siempre aquella nitidez en su grado mayor, y en el tiempo mas corto, sin excepcion alguna.

El yoduro de plata, sea producido por la descomposicion del yoduro de cadmio, de litio, ó de otra cualquiera base, es probable que tenga siempre igual grado de sensibilidad; pero háse averiguado que esta experimenta una importante modificacion por la presencia de la otra sal en la descomposicion. Gran número de experimentos demuestran que el mayor grado de sensibilidad puede obtenerse cuando el colodion contiene *yoduro de hierro*, lo cual es debido á la poca estabilidad del protonitrato de hierro, y la facilidad con que se descompone. Con semejante yoduro, sin embargo, no tardaria en deteriorarse el baño de plata, por la introduccion continua de una materia desarrolladora; de suerte que hay que tener en cuenta multitud de circunstancias ántes de indicarse condiciones normales, ó sacarse conclusiones lógicos.

Preparacion de otras Sales de Plata.

Sulfato de Plata.

Obtiénese esta sal disolviendo plata en ácido sulfúrico concentrado, por la accion del calor; ó bien por la doble descomposicion de nitrato de plata con sulfato de sosa. El sulfato de plata es soluble en un volúmen de agua hirviendo cuyo peso es igual á ochenta y tres veces el suyo, y cristaliza al enfriarse. Es anhidro, como el nitrato del mismo metal, y como este se combina con el amoniaco formando cristales de la fórmula $\text{AgO}, \text{SO}^3 + 2\text{AzH}^3$.

Hiposulfito de Plata.

Prepárase esta combinacion mediante la doble descomposicion de un hiposulfito alcalino y el nitrato de plata. Por ejemplo, si se trata una disolucion de hiposulfito de sosa por otra de nitrato de plata, fórmosse un precipitado que no tarda en disol-

verse y saturarse por el hiposulfito, dando una sustancia de color pardo, que es hiposulfito de plata aislado. Pero el hiposulfito de sosa contiene tambien una cantidad considerable de dicho metal, resultando así una doble sal soluble de un sabor azucarado. El ácido hiposulfuroso tiene una afinidad poderosa con la plata; y el ácido clorhídrico no produce ningun precipitado con la doble sal de hiposulfito de plata y sosa en disolucion; de suerte que el modo mas eficaz de recoger aquel metal cuando se halla en gran cantidad en la disolucion, es hacer pasar por esta una corriente de ácido hiposulfuroso, el cual precipita la plata en forma de sulfuro. El hiposulfito de plata se descompone espontáneamente en sulfato del mismo metal, cuya circunstancia explica la presencia del copioso residuo negro (ó sulfuro de plata) en el baño fijador. Este sulfuro, cuando de él se ha acumulado una cantidad suficiente, es reducido por el calor en ácido sulfuroso y plata metálica.

Yoduro de Plata.

Hállase esta sal en estado nativo, y algunas veces en forma de prismas hexagonales. Puede obtenerse tambien exponiendo láminas de plata á los vapores del yodo, como se verifica en el procedimiento del daguerreotipo; ó bien por doble descomposicion. Echando una disolucion de yoduro de potasio en otra que contenga un exceso de nitrato de plata, se obtiene un precipitado blanco amarillento de yoduro de plata; si el yoduro de potasio se hallara en exceso, el precipitado seria casi blanco, por motivo de ser disuelta su parte amarilla por el yoduro alcalino; pero el precipitado amarillento es mas apropiado para la fotografía. Es insoluble en agua y en ácido nítrico, y casi insoluble en el amoniaco; y es ménos alterable á la luz que el cloruro. Lo disuelven en proporcion considerable los yoduros alcalinos, como tambien el cianuro de potasio y el hiposulfito de sosa, y evaporando la disolucion se forman cristales de yoduro doble $\text{AgI} + \text{KI}$. Si se disuelve plata en el ácido yodhídrico, se obtienen cristales de yoduro de plata por evaporacion espontánea. Puede prepararse el yoduro de plata por medio del zinc, lo mismo que el cloruro; y el ácido clorhídrico lo convierte en

cloruro de plata. Lo descomponen el bromo y el cloro, los cuales ponen en libertad yodo. Es algo soluble en una disolucion de nitrato de plata.

Yoduro de Plata para el Baño de Plata.

A una pequeña cantidad de yoduro de potasio en disolucion, se añade otra algo mayor de nitrato de plata tambien en disolucion, dejando que se asiente el precipitado amarillento, y decantando el líquido. Lávase otra vez y se decanta, repitiendo varias veces ámbas operaciones, las cuales deben verificarse en el cuarto oscuro. Del precipitado amarillento se añade al baño de nitrato de plata cuanto este pueda disolver, filtrando en seguida la disolucion.

Bromuro de Plata.

Hállase nativo en algunas minas de Méjico y de Bretaña, ora en estado amorfo, ora en cristales de un amarillo verdoso. Puede prepararse artificialmente, bien exponiendo láminas de plata á los vapores del bromo, bien descomponiendo el nitrato de plata por un bromuro alcalino ó cualquier bromuro soluble. El precipitado, blanco al principio, en breve se pone amarillo. El bromuro de plata es muy alterable á la luz; pero su color entónces es muy diferente de el del cloruro. Lo disuelven el amoniaco fuerte y el cloruro de este, como tambien el hiposulfito de sosa y el cianuro de potasio. El cloro descompone los bromuros, poniendo en libertad el bromo; y este se separa echando éter en la disolucion, que se agita, decantando en seguida el bromo que sobrenada.

Cloruro de Plata.

Despues del nitrato de plata, el cloruro es tal vez la combinacion mas importante de este metal. Hállase á veces en la naturaleza cristalizado en cubos ú octaedros, de color gris de perla, siendo su densidad 5.55. Puede obtenerse, lo mismo que el bromuro y el yoduro, exponiendo láminas de plata á los vapores del cloro. Descomponiendo el nitrato, ú otra cualquiera sal de plata excepto el hiposulfito, por el ácido clorhídrico ó un cloruro soluble, se obtiene un precipitado blanco y grumoso de cloruro de plata, que se lava en muchas aguas. Debe verificarse

esta operacion en el cuarto oscuro; porque el cloruro, que es sumamente alterable á la luz, pronto tomaria una tinta violada si se lo dejase expuesto al sol ó á la luz difusa. Esta sustancia violada es un subcloruro ó oxiclururo, y puede prepararse químicamente de este modo: Sumérgese en una disolucion del sesquiclururo de hierro ó el bicloruro de mercurio una lámina de plata pulida; es soltada una parte del cloro que forma sobre la lámina (cuya superficie se tiñe de negro) una película de subcloruro de plata. El cloruro de este metal es insoluble en el agua; el amoniaco lo disuelve fácilmente en gran cantidad, y tambien el cianuro de potasio y el hiposulfito de sosa; y dejando abandonada al aire la disolucion, el gas alcalino se desprende poco á poco, y se van formando cristales octaédricos de cloruro de plata, que adquieren con frecuencia dimensiones considerables. Las disoluciones de ácido clorhídrico ó de los cloruros alcalinos, si están concentradas é hirviendo, disuelven una cantidad notable de cloruro de plata, y el líquido saturado deposita por enfriamiento pequeños cristales octaédricos de este cloruro. El ácido clorhídrico concentrado disuelve en frio una cortísima cantidad de dicho cloruro, que cristaliza por la evaporacion del ácido. A la temperatura de 500° Fahr., se funde el cloruro de plata, y forma un líquido amarillo que se solidifica en una materia traslúcida, parecida al cuerno, que se deja cortar con cuchillo: por motivo de este carácter los farmacéuticos antiguos lo llamaban *luna cornea*. No se puede volatilizar el cloruro de plata como el protocloruro de mercurio. Hemos descrito ya los diferentes métodos para reducirlo á plata metálica. (*Véase el artículo PLATA al principio de este capítulo.*) Tambien puede reducirse por una mezcla de carbonato de potasa, azúcar de caña ó almidon y agua.

Análisis.

El cloruro de plata, expuesto á la luz, toma una tinta violeta, en lo que se distingue fácilmente de todos los demas precipitados del mismo color. Puede determinarse tambien por su propiedad de ser insoluble en los ácidos, al paso que el amoniaco lo disuelve fácilmente.

Propiedades fotográficas del Cloruro de Plata.

La aplicacion del yoduro de plata tiene mucha analogía con la del cloruro; siendo el primero, en combinacion con un nitrato ó con ácido nítrico libre, un elemento esencial de la capa de colodion; miéntras que el segundo, combinado tambien con un nitrato ó con ácido nítrico libre, forma la capa sensible de la gelatina, albúmina, arurú, resina ó gutapercha, cualquiera de estas materias que se emplee sobre el papel. El papel se empapa primero en alguno de los cloruros solubles, como el de amonio ó de sodio, y entónces se deseca. En seguida se deja flotar sobre una disolucion de nitrato de plata, para convertir el cloruro en cloruro de plata, formándose al propio tiempo ciertas sales de plata orgánicas, que ora facilitan ora estorban la operacion fotográfica, y de las que hablaremos con detenimiento mas adelante, al tratar de la teoría y la practica de *imprimir positivos* sobre papel.

AGENTES REDUCTORES—DESARROLLADORES.

Como ya dejamos dicho en otro capítulo, la impresion actínica, ó química, sobre la capa de colodion preparada, es invisible ó latente. Semejante á la impresion de un dedo sobre una lámina de cobre, ó la de un trozo de metal caliente sobre un espejo, no puede descubrirse con la simple vista dónde se halla aquella; pero si se echa el aliento sobre la lámina ó el espejo, la impresion se ve al punto, cuyo fenómeno Moeser fué el primero en manifestar, y prueba que la imágen existia, si bien en estado latente ó invisible. Del mismo modo, si en la superficie de una lámina de plata bruñida se colocan figuras metálicas calientes, la impresion de estas queda invisible hasta que se la ponga de manifiesto exponiendo la lámina á los vapores de mercurio.

Además, si se expone en la cámara oscura, delante de un objeto ó modelo, el cristal del espejo ó la lámina de metal pulida; y si sobre aquel se echa el aliento, y esta se expone á los vapores de mercurio, se verá claramente el retrato: y este