

tese por espacio de unos minutos; y no tardará en formarse una masa tenaz, que se separará del fluido, y se lavará en agua caliente hasta que haya desaparecido todo vestigio de ácido. En la preparacion de esta sustancia, deben mantenerse los ácidos á una temperatura muy baja.

El colodion sensibilizado con yoduro de amonio, es el ménos estable de todos; miéntras que el yoduro de cadmio da el mas estable. Un colodion en que sea mayor la cantidad de alcohol que la de éter, tiene mas fluidez y mas estabilidad; se adhiere bien al vidrio; se extiende uniforme y perfectamente: en una palabra, no presenta ningun vicio de estructura al enfriarse.

CAPÍTULO VI.

SENSIBILIZADORES PARA COLODION—YODUROS Y BROMUROS.

LAS sales con que se sensibilizan el colodion para recibir la impresion actínica, ó química, son los yoduros y bromuros de diversos metales, como, por ejemplo, el potasio, sodio, amonio, litio, zinc, hierro, calcio, cadmio, etc.

Los yoduros y bromuros solubles en éter y alcohol son los únicos que pueden emplearse para la sensibilizacion del colodion, á fin de producir, por descomposicion en la capa, y sobre ella, un yoduro y un bromuro de plata, insolubles ámbos.

Siendo tantas y tan variadas las sales entre que escoger, difícil es determinar cuál de ellas reune mas ventajas; así, no es de admirarse que hasta el dia no se conozca ningun yoduro ni bromuro que sean superiores á todos los demas. Si fuesen todos igualmente aplicables en fotografia, desde luego concederíamos la preferencia á los mas económicos. Por ejemplo, si, en igualdad de peso, se vendieran todos los bromuros é yoduros á un mismo precio, elegiríamos aquellos cuyo equivalente es menor; pues, miéntras menor es la proporcion en que se combina una sustancia química, menor es la cantidad que de ella se requiere para producir un efecto dado. Si nos dejáramos guiar por esta última circunstancia, el yoduro y el bromuro de litio reunirían mas votos á su favor, y despues del litio se presentarian el magnesio, amonio, calcio, sodio, hierro, zinc, potasio, cadmio, etc. Otra condicion que importa tener en cuenta es la solubilidad de los respectivos cuerpos en una mezcla de éter y alcohol; y finalmente, debe examinarse el grado de estabilidad de cada uno de

ellos en la solución etérea. Los yoduros y bromuros alcalinos son solubles todos, de modo que el litio tal vez no sea inferior á ninguno, en lo relativo á esta propiedad; el yoduro de potasio no es tan soluble en el alcohol absoluto como el yoduro de amonio; pero este se descompone con mas facilidad que aquel, merced á cuya circunstancia es considerado como sensibilizador mejor y mas rápido, aunque por este último motivo es algo inestable, y sujeto á la descomposición espontánea. El yoduro de amonio es, como el anterior, algo caprichoso.

El bromuro de plata es sensible á la luz, como lo son tambien el yoduro y cloruro de plata; pero los rayos del espectro no poseen una influencia tan enérgica sobre estas tres sales. Es invisible ó latente la impresión química, ó actínica, sobre el yoduro y el bromuro de plata, siendo menester un agente revelador para poner de manifiesto el efecto de la luz; al paso que en el cloruro de plata, la impresión es mas ó ménos clara segun la mayor ó menor intensidad y duración de la luz. La imagen fotografiada del espectro solar se presenta mas ancha en la película del bromuro de plata que en la del yoduro; con el primero, los colores que producen efecto químico, ó actínico, son el morado, el azul oscuro, el azul claro, y en algun grado el verde; pero con el segundo, el azul no se representa mas que parcialmente. Hacia el morado, y exceptuando este, porciones iguales producen una impresión igual en ambas películas. La capacidad mayor de la película bromurada ha hecho que los fotógrafos atribuyan al bromo ciertas cualidades favorables á la fotografía de paisajes, donde el verde ocupa un lugar tan preferente. Por motivo de haberse dado en emplear bromuros en los colodiones, juntamente con yoduros, se han suscitado debates acalorados sobre cuál sea el efecto particular de los primeros. Hay colodiones que se mejoran por efecto de ciertos baños cuando en el sensibilizador ha entrado un bromuro: se suaviza la imagen; aparecen mas marcadas las medias tintas; y es mas perfecta y mas agradable la degradación de las medias tintas que si al yoduro no se le uniese un bromuro. Seria tal vez por esta razon que muchos fotógrafos han atribuido á los bromuros la propiedad de aceleradores, es decir sustancias que aumentan la

sensibilidad del colodion á la luz; cuya propiedad, sin embargo, no poseen. Antes, por el contrario, se ha reconocido, por medio de experimentos verificados con la mayor atención por hombres muy hábiles, que los bromuros retardan la acción química, ó actínica: y que el único mérito que los abona es el de hacer que el colodion sea impresionable á los colores poco fotogénicos, pero esta última circunstancia es de suma importancia; y en su vista, muy raros son los casos en que no se pueda añadir con ventaja un bromuro á un colodion yodurado; á ménos que se trate de copiar grabados, fotografías no coloreadas, mapas, impresos, etc., para todo lo cual es bastante eficaz el solo colodion yodurado.

Háse descubierto; relativo á los colodiones yodurados, un hecho particular, cual es, que no todos los yoduros son á propósito para un mismo colodion. En general el yoduro de cadmio lo pone viscoso; mientras que un yoduro alcalino lo liquida; de donde se colige, que conviene sensibilizar con yoduro de amonio ó de potasio un colodion viscoso, para ponerlo flúido y mas fácil de extender. Semejante colodion presenta, sin embargo, la desventaja de ser poco estable: adquiere bien pronto su mayor grado de sensibilidad; pero muy en breve se deteriora. Por otra parte, á un colodion de alcohol que corre bien, y aún es sumamente flúido, se le puede dar la consistencia necesaria con un yoduro de cadmio. Además de esto, el colodion con yoduro de cadmio es mas estable que los preparados con yoduros alcalinos; tarda algun tanto mas en madurar, eso sí; pero, en cambio, conserva mas tiempo su sensibilidad.

En vista de estos dos hechos, háse intentado combinar el yoduro de cadmio con un yoduro alcalino, en proporciones que permitiesen aprovechar á un tiempo las ventajas peculiares á uno y otro, esto es la estabilidad del primero, y la sensibilidad del segundo, y la acción mutua de entrámbos para conseguir la deseada consistencia; y en semejantes experimentos se ha reconocido ser preciso poner mayor cantidad del yoduro de cadmio que del alcalino. En cuanto se ha logrado el máximo de sensibilidad por medio de solo los yoduros, es el caso de añadir al colodion un bromuro que lo haga mas impresionable para colores

Débase, empero, confesar que no se ha determinado todavía de un modo fijo en qué proporciones se han de poner los yoduros y los bromuros para obtener los mejores resultados; y es cosa difícil de determinar, á causa de las distintas condiciones del baño de nitrato de plata, segun este sea ácido, neutro ó alcalino, y segun se ponga ácido con ácido nítrico ó acético, ó contenga carbonato ó acetato de sosa. Un colodion preparado con solo yoduro de cadmio, ó con este y un bromuro, y sensibilizado en un baño de nitrato de plata que tenga un poco de ácido nítrico, produce fotografías primorosas; si bien dicho ácido puede reemplazarse con el acético, ó con el acetato ó el carbonato de sosa, sin que por esto se pierda nada en rapidez. Pero estos últimos suelen ser poco estables; por cuya razon es de preferirse el ácido nítrico, cuyos efectos son mas duraderos en el colodion de cadmio. No debe olvidarse, sin embargo, que todos los ácidos tienden á retardar la sensibilidad y que, por consiguiente, un baño que produzca imágenes exentas de manchas ó borrosidad será tanto mas preferible cuanto mas se acerque al carácter neutro. Un baño preparado con acetato ó carbonato de sosa, es, cuando se halla en su estado mas favorable, un acelerador; pero presenta, no obstante, el grave inconveniente de ser inestable, deteriorándose en poco tiempo, sin que se conozca medio alguno de conservarlo, ni de devolverle la sensibilidad una vez perdida.

Los yoduros y bromuros mas comunmente empleados en fotografía son los de litio, potasio, sodio, amonio, cadmio y plata.

CAPÍTULO VII.

PREPARACION DE LOS YODUROS.

MUCHOS de estos se forman por medio del contacto directo de los elementos, como, por ejemplo, el yoduro de hierro y el de fósforo; otros lo son por una doble descomposicion, como el yoduro de plata con un yoduro soluble y nitrato de plata; otros, en fin, combinando equivalentes químicos de ácido yodhídrico con los carbonatos de las bases necesarias, como, por ejemplo, el yoduro de potasio que resulta de la combinacion de ácido yodhídrico y carbonato de potasa; el yoduro de bario, del mismo ácido con carbonato de barita, etc.

Es del yodo, ó ácido yodhídrico, que pueden prepararse, y se preparan en efecto, los yoduros.

Yodo.

Símbolo = I; Equivalente = $127\frac{1}{16}$; Densidad = 4.948.

El yodo lo descubrió en 1812 Courtois, fabricante de productos químicos de Paris. Hállase en la naturaleza en combinacion con ciertos metales, como son el calcio, magnesio y sodio, y estos se encuentran en muchos manantiales salinos y aguas minerales, como tambien en el agua del mar. Dichas sales son absorbidas por varias especies de moluscos y plantas marinas, obteniéndose el yodo de estas últimas en gran abundancia. Recógense las plantas, se queman, y las cenizas se llaman *Kelp*, el cual antiguamente se conservaba por motivo del álcali cai-

bonado que contiene. En el día se ha aumentado notablemente su valor á causa de los yoduros y cloruros que en él existen. Disuélvese en agua fria que se deja evaporar hasta formarse una espuma en la superficie; al enfriarse luego la disolucion, se depositan cristales. Por medio de una segunda evaporacion se pueden obtener mas cristales; repitiendo dicha operacion hasta que el licor madre cese de depositarlos. El líquido de color oscuro contiene los yoduros, los cuales se precipitan por una mezcla de cinco partes de sulfato de hierro y dos de sulfato de cobre. Si el precipitado, que es subioduro de cobre, se trata entónces por el ácido sulfúrico y deutóxido de manganeso, calentando la mezcla, el yodo se desprende en vapores violetados que se condensan formando cristales de uno brillo metálico.

Sepáranse tambien por otros métodos los yoduros.

Propiedades del Yodo.

El yodo, de aspecto algo parecido á la plombagina, ó gráfita, es una sustancia cristalina, blanda y quebradiza; se funde á 224° Fahr., y se sublima á 347°. Tiene un sabor sumamente acre y astringente; y un olor que recuerda algun tanto el del cloro. El agua no disuelve mas que $\frac{1}{7000}$ de yodo, tiñéndose de amarillo; pero este es muy soluble en alcohol y éter, en el yoduro de potasio y el ácido yodhídrico, formando disoluciones pardas rojizas. El yodo en disolucion, como tintura, ó mejor en el yoduro de potasio, se emplea con mucha ventaja en medicina para el tratamiento del bosio y las afecciones escrofulosas; y dicen que impide eficazmente el desarrollo de las pústulas de la viruela. Es tan importante el papel que desempeña en fotografía que, sin él, no podria existir dicho arte en su actual estado.

Las impurezas que se encuentran en el yodo son plombagina, sulfuro de antimonio, y algunas, pero raras veces, yoduro de cianógeno. Si al evaporarse yodo sobre un pedazo de porcelana, queda algun residuo, demuestra la presencia de una ó mas de dichas impurezas.

Reactivos.

Reconócese fácilmente el yodo en el color azul muy intenso que da á una disolucion de almidon, cuyo color se volatiliza por el calor. Si el yodo se halla en un yoduro, es preciso ponerlo en libertad para poder determinarlo. Para esto se hace pasar por la disolucion una corriente de cloro, ó bien se le añade ácido nítrico, hirviéndola en seguida, y recogiendo los vapores que se desprenden.

Preparacion del Acido Yodhídrico.

Símbolo = HI; Equivalente = 1600 ó 128; Densidad = 4.443.

Este gas puede condensarse; á 59°.8 Fahr.; se solidifica en masa trasparente, incolora; y lo absorbe el agua en gran cantidad. El ácido yodhídrico mas concentrado es de una densidad de $\frac{7}{10}$, y entra en ebullicion entre 257° y 262°. Es un compuesto poco estable; se apodera del oxígeno del aire, y pone en libertad y disuelve el yodo. Lo descomponen el cloro y el bromo.

El ácido yodhídrico se prepara por varios procedimientos, fundados en la propiedad que tiene el yodo de apoderarse del hidrógeno de muchos de los compuestos de este último, tales como el fosfuro de hidrógeno, ácido sulfhídrico, amoniaco, y los compuestos orgánicos. Por ejemplo, si se hace pasar una corriente de ácido sulfhídrico por una disolucion de yodo en agua, el azufre se deposita y es reemplazado por el yodo, y se separa por filtracion; miéntras que el ácido sulfhídrico restante se evapora bajo la accion del calor; y la disolucion trasparente que queda es ácido yodhídrico.

Puede descomponerse una disolucion de yoduro de bario por una proporcion equivalente de ácido sulfúrico; obteniéndose, por filtracion, del sulfato de barita insoluble, ácido yodhídrico en disolucion.

El fósforo se combina sensiblemente con el yodo; y el yoduro de fósforo, al ponerse en contacto con el agua, se descompone en ácidos yodhídrico y fosfórico. Liebig ha aprovechado este carácter para la preparacion de los yoduros de litio, bario, calcio, potasio, sodio, etc.

Litio . . .	Símbolo = Li;	equivalente = 7.
Bario . . .	Símbolo = Ba;	equivalente = 68.50.
Calcio . . .	Símbolo = Ca;	equivalente = 20.
Potasio . .	Símbolo = K;	equivalente = 39.14.
Sodio . . .	Símbolo = Na;	equivalente = 23; densidad = 0.972.
Amonio . .	Símbolo = H_4N ;	equivalente = 18.
Cadmio . .	Símbolo = Cd;	equivalente = 56; densidad = 8.6.

Tómese una parte de fósforo, veinte y cuatro de yodo y cuarenta de agua caliente; mézclense íntimamente en un mortero ó almirez Wedgwood; el color del líquido, casi negro al principio, se pondrá trasparente tan luego como se hayan efectuado las descomposiciones: el calor de un baño-maría y la fricción pronto terminarán la operación. De este modo el yodo y el fósforo se combinan, formando yoduro de fósforo; el cual, por la descomposición del agua, se resuelve en ácidos yodhídrico y fosfórico, si bien puede impedirse la formación del último ácido añadiendo un poco de yodo libre á la disolución trasparente.

Yoduro de Bario.

A la disolución trasparente, de la que se haya separado el fósforo restante, añádase primero carbonato de barita mientras continúe la efervescencia, y despues un poco de agua de barita, á fin de que la mezcla tome un carácter algo alcalino. Por esta descomposición se forma fosfato de barita del ácido fosfórico y el carbonato de barita; y del ácido yodhídrico y el carbonato de barita se forma yoduro de bario, quedando en libertad en forma de gas el ácido carbónico. El yoduro de bario, siendo soluble, se separa del fosfato insoluble por filtración. En seguida se hace pasar por lo filtrado una corriente de ácido carbónico, á fin de que este se combine con la disolución de barita restante; y filtrase nuevamente la mezcla.

Yoduro de Calcio.

Obtiénese esta sal de la misma manera que la precedente con la sola diferencia de que al carbonato de barita se le sustituye lechada de cal. Estas dos sales cristalizan al evaporarse lentamente; y ámbas son delicuescentes.

Los yoduros alcalinos pueden formarse fácilmente, ya del yoduro de bario, ó bien del de calcio.

Yoduro de Litio.

A una disolución de bario ó de calcio obtenida, con siete onzas de yodo, por la manipulación que se acaba de describir, se añaden dos onzas de carbonato de litina que se habrá reducido en agua de antemano á polvo impalpable. Abandónase á sí misma la mezcla por espacio de veinte y cuatro horas, agítandola frecuentemente, para que se deposite por completo la barita ó la cal. Entónces la disolución de yoduro de litio se separa, por filtración, del carbonato insoluble de cal ó de barita. Si el yoduro de calcio ó de bario no se ha descompuesto enteramente, puede añadirsele una disolución fria de carbonato de litina hasta que no se forme mas precipitado.

Yoduro de Potasio.

Digíerese en caliente por espacio de seis á ocho horas una disolución de sulfato de potasa, en otra de yoduro de calcio, en la proporción de sus respectivas equivalentes. Tendrá lugar una doble descomposición: el ácido sulfúrico y el oxígeno de la potasa se combinarán, por una parte, para formar sulfato de cal; y de la combinación del yodo con el potasio, por otra, resultará yoduro de potasio. Estas dos sales se separarán por filtración al través de una tela. Como puede suceder que el líquido contenga todavía algun yoduro de calcio y disolución de sulfato de cal, se evaporará primero, y luego se tratará por carbonato de potasa puro mientras continúe formándose el depósito. Sepárese nuevamente la cal insoluble, y evapórese lo filtrado hasta cristalizarse. Deséquese finalmente el licor madre por evaporación.

Yoduros de Sodio y de Amonio.

Estas dos sales pueden prepararse tambien del yoduro de calcio ó de bario, siendo de observar que es preferible el yoduro de bario, por motivo de la mayor insolubilidad del sulfato de

barita despues de la descomposicion. Pueden obtenerse igualmente estos dos yoduros, lo mismo que el de potasio, haciendo actuar directamente el yodo sobre los álcalis cáusticos. Al efecto se añade el yodo á una disolucion de potasa, por ejemplo, hasta que esta se colore ligeramente. La disolucion obtenida de este modo contiene yoduro de potasio é yodato de potasa; evaporase á sequedad, y en seguida se calienta al rojo, á fin de que el yodato de potasa, perdiendo su oxígeno, se convierta en yoduro de potasa. Hecho esto, la masa fundida se disuelve y cristaliza. Algunas veces se emplea el ácido sulfhídrico para descomponer el yodato de potasa.

Otro método, semejante al primero, consiste en obtener primeramente yoduro de hierro ó de zinc, bien mezclando yodo, agua y limadura de hierro; bien yodo, agua y limadura de zinc; y calentando la mezcla hasta que se ponga incolora; lo cual es indicio de haberse verificado por completo la combinacion. Filtrase la disolucion, y se descompone á efecto de una disolucion de carbonato de potasa, que se le irá echando hasta que cese el depósito. Este, que es ó carbonato de hierro ó de zinc, se separa por filtracion; evaporándose lo filtrado hasta cristalizarse.

Yoduro de Cadmio.

Este importantísimo yoduro se prepara del mismo modo que el de hierro ó de zinc, esto es, mezclando limadura de cadmio, agua é yodo, y calentando la mezcla hasta que se ponga incolora.

Impurezas de los Yoduros.

Los yoduros que se obtienen por el contacto directo de los dos elementos serán puros con tal que lo sean estos últimos. Pero si los yoduros se han preparado por medio de una doble descomposicion, como puede ser que hubiese alguna falta de exactitud en la combinacion, es fácil que dichos yoduros contengan carbonatos ó sulfatos de sustancias extrañas, é yodatos de la misma base; pudiendo incluirse tambien en el número de las impurezas algun cloruro que se hallase presente en los carbonatos y sulfatos que se descompusieron.

Determinacion de la Pureza de los Yoduros.

Una solucion de *cloruro de bario* no determina precipitado alguno en un yoduro puro. Si al introducirse dicho reactivo se forma un depósito, puede este ser indicio de la presencia de alguno ó todos los ácidos siguientes: carbónico, yódico, sulfúrico. (Pudiera haber asimismo indicio de otros ácidos, tales como el oxálico, sulfuroso, silícico, crómico, fluorhídrico, fosfórico y borácico; si bien esto es poco probable, por cuanto en la preparacion de los yoduros no se emplean sustancias que contengan dichos ácidos.) Admitiendo, pues, que haya un precipitado, como este puede ser algun carbonato, yodato ó sulfato, es el caso de determinar cuál ó cuáles de estos se hallan presentes. Al efecto se echa ácido nítrico en el precipitado: si este se disuelve, no hay carbonato en el yoduro. Si al agua de cal se añade ácido carbónico ó un carbonato alcalino, aquella se enturbia tomando un aspecto lechoso, debido á la formacion de un carbonato de cal insoluble. Un yodato en disolucion puede reconocerse añadiendo á esta un poco de agua de cloro, ó de ácido cítrico ó tartárico, que ponen en libertad el yodo, el cual se manifiesta por una disolucion de almidon. Los cloruros se determinan del modo siguiente: Dada una cantidad del yoduro, se le añade nitrato de plata disuelto hasta que no se forma mas precipitado: este se disuelve en amoniaco, y, si se halla presente un cloruro, da con el ácido nítrico un precipitado de cloruro de plata que se agrega fácilmente en copos.