

Escuela Nacional de Ingenieros

Instituto Politécnico Superior

Pruebas para el reconocimiento en el terreno de los metales comunes

por

George R. Fansett

Del Boletín de la Universidad de Arizona, Vol. XI, N° 2.
traducido y extractado por el Ing° J. F. Aguilar Revoredo

ANTIMONIO

El más importante de los minerales de Antimonio es la estibina llamada también antimonita, antimonio gris, o sulfuro de antimonio.

1). Puede conocerse fácilmente el antimonio por los vapores densos y blancos que despide y el sublimado blanco que se forma cerca del mineral cuando se le calienta en el carbón con el soplete.

Para hacer esta prueba se pone un poco del mineral sobre un trozo plano de carbón. Debe usarse un poco de mineral pulverizado, lo que coge la punta de la cuchilla, o bien un trozo del supuesto mineral de antimonio del tamaño de un grano de trigo. Calientese el mineral con el soplete en la llama oxidante (azul) hasta que el material esté completamente fundido. Por este tratamiento la mayoría de los minerales de antimonio dan humos blancos densos, que a menudo continúan desprendiéndose aún después que ha cesado de calentarse. Estos humos depositan un sublimado blanco denso que recubre el carbón cerca del mineral. Los contornos exteriores de la

mancha blanca tienen una coloración azulada. Este sublimado blanco azulado del antimonio no debe confundirse con el que dan los minerales de plomo o zinc. Estos últimos pueden diferenciarse porque el precipitado de plomo es amarillento cerca del mineral, en frío o en caliente; mientras que el sublimado obtenido del zinc es amarillo cuando está caliente y blanco cuando está frío. El sublimado producido por el zinc puede también probarse usando solución de nitrato de cobalto, como se explicará al tratarse del zinc.

Los principiantes deben practicar esta prueba en el laboratorio antes de salir al campo usando estibina pura.

2). Los sulfuros de antimonio, cuando se calientan en un tubo cerrado, dan un sublimado que es negro en caliente y rojizo oscuro en frío.

Modo de operar: Se llena un tubo cerrado con mineral en polvo por una altura de media pulgada. Calientese la parte inferior del tubo al rojo por algún tiempo. Si hay sulfuro de antimonio, dará un sublimado que se depositará en las paredes interiores del tubo. Este sublimado será negro en caliente, volviéndose rojo oscuro al enfriarse.

Como en la prueba anterior, debe usarse estibina pura para hacer esta prueba por primera vez en el laboratorio.

ARSENICO

La mayor parte de arsénico que se encuentra en el comercio se obtiene como un sub-producto de los humos de las fundiciones de minerales que contienen este cuerpo.

1). Muchos minerales de arsénico, cuando se les golpea violentamente con un martillo, producen chispas y un marcado olor a ajos. Esto puede probarse en un pedazo de arsenopirita.

2). Los arseniuros, los sulfuros de arsénico y el arsénico nativo producen un marcado olor a ajos cuando se calientan en el carbón por medio del soplete. Este tratamiento produce también un sublimado o depósito blanco sobre el carbón, pero que se forma a una cierta distancia del mineral, no como el antimonio, al lado mismo de él.

Modo de operar: Se pone sobre el carbón un poco de mineral en polvo o un pedazo del tamaño de un grano de trigo. Se calienta

a la llama reductora (amarilla). Los minerales de arsénico producen humos de olor aliáceo que, a su vez, dan un precipitado blanco sobre el carbón y algo alejado del mineral.

3). El arsénico metálico y algunos arseniuros, cuando se calientan en tubo cerrado con carbonato de sodio, producen un precipitado negro.

Modo de operar: Mézclase una pequeña cantidad de polvo de mineral finamente molido con 3 veces el mismo volumen de carbonato de sodio en polvo. Colóquese en el tubo cerrado una media pulgada de esta mezcla. Calíntese la parte inferior del tubo hasta el rojo por algún tiempo. El arsénico y algunos arseniuros recubrirán el interior del tubo con una capa negra brillante como un espejo que se llama el "espejo del arsénico".

Para practicar estas pruebas en el laboratorio debe usarse arsénico metálico.

ASBESTO

El nombre de asbesto se aplica a varios minerales que tienen una estructura flexible y fibrosa y que son más o menos inatacables por los ácidos e incombustibles. Entre estos minerales se encuentra la serpentina fibrosa (crisotilo) y varios anfíboles (tremolita fibrosa, actinolita fibrosa, antofilita fibrosa, crocidolita fibrosa y amosita fibrosa). El más importante de estos minerales es el crisotilo. El asbesto puede reconocerse generalmente por su incombustibilidad, su estructura flexible y su baja conductibilidad calorífica.

1). Tuérzase unas fibras de este material para formar un cordón o pita. Manténgase una extremidad de este cordón sobre una llama, y si el material es asbesto, no se quemará.

2). La calidad de un asbesto, así como su adaptabilidad a la mayoría de los usos a que se destina, pueden determinarse por medio de pruebas simples. La longitud, el color, la sedosidad, la flexibilidad y, hasta cierto punto, la finura de la fibra, así como su resistencia a la tensión, pueden determinarse prácticamente a simple vista. Una muestra de asbesto debe desfibrarse fácilmente apretándola o sobándola entre los dedos. Las fibras simples así obtenidas pueden probarse

por flexibilidad y resistencia doblándolas (para la flexibilidad) y estirándolas hasta romperlas (para su resistencia a la tensión).

Iguals pruebas pueden aplicarse a un conjunto de fibras hiladas o tejidas en forma de cordón. Un asbesto de buena calidad debe desfibrarse fácilmente, debe ser blando, flexible, sedoso, resistente y fácil de torcer en forma de cordón. Tienen interés comercial las fibras de longitud mayor de un cuarto de pulgada, y que reunan las condiciones anteriores.

BARIO

Los minerales de bario más importantes son: la barita o baritina, llamada también espato pesado, y la witherita, que es un carbonato de bario.

1). Los compuestos volátiles de bario (carbonatos) colorean una llama no luminosa, de verde amarillento cuando se calientan en ella.

Modo de operar: Usese un pedazo de alambre de acero de unas 4 pulgadas de largo; humedézcase una extremidad del alambre en una solución diluída de 4 partes de agua por 1 de ácido clorhídrico; colóquese la parte humedecida del alambre en el mineral pulverizado, de modo que se adhiera al alambre húmedo. Caliéntese el extremo del alambre con el mineral en una llama tal como la que da una lámpara de alcohol. Tan pronto como el alambre y el mineral estén al rojo, la llama se coloreará de un verde amarillento si el mineral contiene una cantidad apreciable de compuestos volátiles de bario. Esta prueba es sólo aplicable satisfactoriamente a la witherita.

2). Con la pantalla de Merwin. Se hace el mismo experimento anterior, pero se observa la llama a través de las diferentes secciones de la pantalla Merwin para los colores de la llama. A través de la sección 1 el bario (y también el boro) harán ver la llama verde; a través de las secciones 2 y 3 el color verde se verá mucho más suave.

3). En soluciones diluídas el ácido sulfúrico diluído precipitará el bario.

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba o un receptáculo de porcelana, un poco de mineral a probar finamente pulverizado. Viértase en el receptáculo unos 20 c. c. de ácido clorhídrico

diluido en su mismo volumen de agua. Calientese a ebullición y luego agréguese unos 50 c. c. de agua fría. Agregando a esta solución unas cuantas gotas de ácido sulfúrico diluido (una parte de ácido por cuatro de agua), si existiera bario en el mineral, se formaría un precipitado blanco.

Los principiantes para practicar estos tests deben usar de preferencia witherita.

CALCIO

Comercialmente los minerales más importantes de calcio son: la calcita (piedra caliza, mármol, tiza o carbonato de calcio), dolomita (carbonato de calcio y magnesio), yeso (selenita), espato satinado (o hidrosulfato de calcio), y fluorita (espato fluor o fluoruro de calcio).

1). El calcio puede casi siempre ser indentificado precipitándolo como oxalato.

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba un poco del mineral molido finamente. Agréguese como unos 5 c. c. de ácido clorhídrico concentrado a una doble cantidad de ácido clorhídrico diluido (uno de ácido por uno de agua). Si el mineral contiene carbonato de calcio el ácido producirá en frío, o al ser calentado, una efervescencia, generando un gas incoloro e inodoro (bióxido de carbono) que es también incombustible e incomburente (un fósforo prendido o una llama colocada a este gas se apagará). Cuando ha terminado la efervescencia agréguese 25 c. c. de agua fría, y una vez que se ha enfriado la solución, agréguese amoníaco, poco a poco, hasta que principie a formarse un precipitado blanco y que la solución comience a oler fuertemente a amoníaco. Entonces agréguese unos cristales de oxalato de amonio o unos 2 c. c. de una solución concentrada de oxalato de amonio. (Los cristales de oxalato de amonio se disuelven en agua). La adición de oxalato de amonio producirá un precipitado blanco si el mineral probado contenía cantidad apreciable de calcio.

Si junto con la cal se sospechara la presencia de bario o estroncio, a la solución clorhídrica que se forma al principio de esta prueba puede agregarse sulfato de potasio o de sodio y hervir por unos pocos minutos. Si se forma un precipitado, se filtra para separarlo y se prosigue con la prueba.

2). El ácido sulfúrico precipita el calcio como sulfato en soluciones moderadamente concentradas.

Modo de operar: Se coloca una pequeña cantidad de mineral pulverizado en un tubo de prueba y se agrega unos 5 c. c. de ácido clorhídrico. Cuando ha cesado la efervescencia, se agrega a la solución unas gotas de ácido sulfúrico diluído en más o menos 4 volúmenes de agua. Esto precipitará el calcio en forma de cristales blancos incoloros de sulfato de calcio (yesc), que se distingue del sulfato de bario o de estroncio en que se disuelve en una solución de sulfato de amonio. Sulfato de calcio es también soluble en agua caliente, de modo que si la solución es diluída con unas 10 veces su volumen de agua y calentada, el sulfato de calcio se disolverá también.

3). Los compuestos volátiles de calcio con ácido clorhídrico colocados en una llama, le darán un color rojo amarillento.

Modo de operar: Humedézcase un pedazo de alambre de acero, por un extremo, en ácido clorhídrico y cójase con la parte húmeda un poco del mineral pulverizado; llévase el alambre con el mineral adherido a la llama de una lámpara de alcohol, y cuando se calienta hasta el rojo se notará que la llama se habrá coloreado de rojo amarillento, si el mineral contiene una cantidad apreciable de compuestos volátiles de calcio, y siempre que no existan otros elementos que puedan alterar la coloración de la llama.

4). Con la pantalla Merwin, actuando en la forma que se ha dicho para el N^o 3, se verá a través de la primera sección de la pantalla Merwin un color brillante verde amarillento; por la sección 2, verde, y por la sección 3, una llama débilmente roja.

CARBONATO DE CALCIO

Muchos cateadores y mineros creen que es una determinación concluyente para el carbonato de calcio (calizas) la efervescencia que se produce cuando se humedece la piedra con ácido clorhídrico. Esta efervescencia indica solamente que se trata de un carbonato siempre que el gas sea incoloro, inodoro e incomburente.

Varios metales se presentan como carbonatos, entre ellos plomo, zinc, cobre y fierro, todos los cuales producen efervescencia con ácidos, de donde se deduce que esta prueba no es definitiva para afirmar que

se trata de carbonato de calcio. Es indispensable por tanto comprobar la existencia del calcio en la muestra.

COLORO

1). El cloro puede determinarse precipitándolo como cloruro de plata.

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba el material a probar y si éste es sólido, debe pulverizarse y emplearse una pequeña cantidad como la que puede contener la punta de un cortapluma. Si el material es líquido, úsese como una cucharadita. Viértase en el receptáculo 5 c. c. de ácido nítrico diluido. Calientese hasta ebullición y déjese enfriar. Agregándose una pequeña cantidad de nitrato de plata a esta solución fría, se producirá un precipitado blanco siempre que el material probado contenga una cantidad apreciable de cloro. Si hay poca cantidad de cloro la solución se pondrá lechosa sin alcanzar a producir precipitado; abundando el cloro, el precipitado tendrá la forma de grumos. Expuesto a la luz por un tiempo, el color blanco del precipitado se oscurece adquiriendo tintes violeta y oscuro. Este precipitado de cloruro de plata es soluble en amoníaco. Para probarlo se echa en la solución amoníaco hasta que se produzca un fuerte olor de amoníaco y se observará entonces que el precipitado se disuelve.

2). El cloro puede también descubrirse por los humos que se producen cuando un cloruro se calienta con bisulfato de potasio y bióxido de manganeso. Estos humos tienen una acción decolorante.

Modo de operar: Mézclese una pequeña cantidad de mineral finamente pulverizado con un volumen igual de bióxido de manganeso (pirolusita, psilomelano o wad) y con más o menos cuatro volúmenes de bisulfato de potasio pulverizado (sulfato ácido de potasio). Póngase en un tubo de prueba una media pulgada de esta mezcla. Calientese por abajo el tubo hasta el rojo por algunos minutos. Si el material usado contiene una cantidad apreciable de cloro se producirán humos verdosos con un fuerte olor picante. Estos humos, si son de cloro, tienen una fuerte acción decolorante, lo que se prueba colocando un pedazo de papel tornasol dentro del tubo a la acción de los humos.

Para hacer práctica de estas pruebas el estudiante debe usar halita (cloruro de sodio o sal común) o sylvita (cloruro de potasio).

CROMO

El mineral más importante de cromo es la cromita.

1). El cromo puede identificarse por los colores que imparte a los fundentes.

Modo de operar: Usese un pedazo de alambre de platino N° 26 de unas dos pulgadas de largo. Sosténgase un extremo en un mango o pinza de modo que cuando se caliente el alambre no quemé los dedos. Si no hay pinzas especiales, puede usarse un corcho o un pedazo de madera blanda en donde se inserta un extremo del alambre. En el otro extremo se hace un pequeño aro de 1/16 de pulgada de diámetro, lo que se puede lograr doblando el alambre alrededor de la punta de un lápiz. Calientese este aro en la llama hasta el rojo, para lo cual puede usarse una lámpara corriente de alcohol y luego póngasele en contacto, mientras está al rojo, con bórax en polvo o sal de fósforo, reactivo que se adherirá al aro del alambre. Fúndase el bórax o sal de fósforo que se ha adherido al alambre caliente colocándolo nuevamente en la llama. Esta operación puede repetirse hasta que el aro del alambre se llene del reactivo fundido, formando una perla transparente. Conseguida la perla se toca con ella, mientras está aún caliente, un poco de mineral que se quiere probar y que ha sido previamente pulverizado a gran finura. Si la perla de bórax, con pequeñas partículas del mineral que contiene cromo se calienta en la llama oxidante (azul) del soplete, la perla se pondrá fuertemente amarilla mientras está caliente, cambiando a verde amarillento, cuando se enfría. Si se agrega más mineral, los colores se vuelven más intensos, llegando a ponerse desde rojizo en caliente, hasta un hermoso verde en frío. Si se calienta la perla en la llama reductora (amarilla) del soplete, adquirirá un bello color verde cuando se enfría, pero no acusará el color amarillo o rojizo, que es tan claro, cuando se calienta en la llama oxidante.

Si en lugar de bórax, se usa la sal de fósforo para hacer la perla, al hacer las pruebas indicadas más arriba, se obtendrá un color verde sucio en caliente usando la llama oxidante, y cuando se enfría la perla su color cambiará a verde limpio. Si se usa la llama reductora, los colores son los mismos que con la llama oxidante.

2). También puede identificarse el cromo por el color amarillento de sus soluciones sulfúricas, color que se vuelve verde cuando se agrega alcohol.

Modo de operar: Mézclese una parte del mineral pulverizado con 10 partes de bióxido de manganeso pulverizado también. Póngase un poco de esta mezcla en un tubo de prueba o receptáculo de vidrio o porcelana. Agréguese como unos 5 cc. de agua e igual cantidad de ácido sulfúrico concentrado; caliéntese a ebullición y hiérvasse fuertemente mientras se produzcan humos blancos. Déjese enfriar y una vez fría, dilúyase con 15 cc. de agua fría. Filtrese y recíbase el licor claro en un recipiente de vidrio. Este licor será amarillo si el mineral contiene una apreciable cantidad de cromo. Si se le agrega una cucharadita de alcohol y se hierve, la solución irá cambiando a verde, debido a la reducción del cromo a sulfato crómico, siempre que el mineral contenga una cantidad apreciable de este metal.

Las pruebas de minerales de cromo por medio de las perlas del soplete pueden dar resultados similares a los minerales de vanadio, los cuales dan en la llama reductora reacciones casi idénticas a las del cromo; pero el vanadio en la llama oxidante, usando sal de bórax, da una perla amarilla, mientras que en este caso el cromo daría verde.

Para experimentar estas pruebas en el laboratorio el estudiante debe usar cromita.

COBALTO

Los minerales más importantes de cobalto son la esmaltita (arseniuro de cobalto con níquel) y cobaltita (sulfo arseniuro de cobalto).

1). Puede identificarse el cobalto por el color azul que imparte a los fundentes mineralógicos.

Modo de operar: Usese un pedazo de alambre de platino N° 26 de 2 pulgadas de largo. Fíjese un extremo como se ha explicado al tratarse del cromo y en el otro hágase un lazo o aro de 1/16 de pulgada de diámetro. Caliéntese el aro al rojo en la llama de una lámpara de alcohol y fórmese la perla de bórax o de sal de fósforo en la misma forma explicada para el cromo. La perla, caliente todavía, póngase en contacto con el mineral finamente pulverizado. Si las perlas hechas ya sea de bórax o sal de fósforo y con una partícula de mineral de cobalto adherida a ellas, se calientan en la llama reductora u oxidante, adquirirán un color azul intenso.

Si el mineral es un sulfuro o arseniuro, debe tostarse a muerte pulverizándosele y calentándosele con carbón al rojo vivo hasta que

no se produzcan humos arsenicales o sulfurosos, antes de usarse dicho mineral para las pruebas con las perlas del soplete.

2). Los compuestos de cobalto se vuelven magnéticos cuando se calientan sobre el carbón con el soplete en la llama reductora.

Modo de operar: Mézclese una pequeña cantidad del mineral finamente pulverizado con un volumen doble de carbonato de sodio en polvo. Póngase sobre el carbón un poco de esta mezcla y caliéntese fuertemente con el soplete usando llama reductora hasta que la mezcla esté completamente fundida. La masa fundida resultante contendrá un botón oscuro de aspecto metálico envuelto en la escoria, botón que será magnético, en trío, si el mineral usado contenía cobalto. El fierro y el níquel metálicos son también magnéticos; de modo que un botón magnético obtenido de un mineral, debe probarse aplicándose la prueba N° 1 para ver si es cobalto.

Puede ensayarse estas pruebas usando esmaltita o cobaltita, las que se tostarán previamente para aplicar la prueba 1.

COBRE

Minerales importantes de cobre son: el cobre nativo, la chalcocita (cobre vítreo o sulfuro cuproso), la chalcopirita (piritas de cobre o sulfuro de cobre y fierro), la bornita (pecho de paloma, cobre pavo real o sulfuro de cobre y fierro), la malaquita (carbonato verde de cobre), la azurita (carbonato azul de cobre), la cuprita (cobre rubí u óxido cuproso) y las piritas cupríferas.

1). Cuando se agrega amoníaco a una solución ácida que contenga cobre, se produce una coloración azul.

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba un poco del mineral pulverizado a probar, agréguesele unos 5 cc. de ácido. Puede usarse ácido nítrico concentrado o una mezcla de nítrico y clorhídrico. Caliéntese hasta que se haya disuelto el cobre y agréguesele unos 15 c. c. de agua fría. Si el mineral no se disolviera fácilmente, fúndase como se indica en la prueba N° 5 y úsese la masa fundida para esta prueba. Si a la solución diluída y fría se le agrega amoníaco se producirá un color azul bien definido si el mineral contiene cantidad apreciable de cobre. Hay que tener presente que cuando se mezcla amoníaco con un ácido produce calor. Este calor puede ori-

ginar una explosión. Téngase por tanto cuidado de que la boca del receptáculo apunte en una dirección donde no pueda hacer daño. **Nunca** se debe agregar amoníaco a una solución ácida **caliente**.

2). Una pieza bien limpia de hierro, acero, zinc o aluminio, si se sumerge en una solución ácida diluída de cobre, se recubrirá con una película de este metal.

3). Los compuestos volátiles de cobre calentados en una llama la colorearán de verde. Con ácido clorhídrico el color de la llama se volverá azul intenso.

Modo de operar: Usese un alambre de fierro de 4 pulgadas de largo. Mojese un extremo en agua de modo que el mineral pulverizado se adhiera al alambre y calentese el extremo del alambre que contiene el mineral en la llama de una lámpara de alcohol. Tan pronto como el alambre y el mineral se ponen al rojo, la llama se pondrá verdosa si existe una apreciable cantidad de compuestos volátiles de cobre. Si el mismo extremo del alambre se humedece con ácido clorhídrico y se le hace adherir más mineral, al calentársele nuevamente en la llama, la pondrá azul.

Para mojar el extremo del alambre en ácido clorhídrico no debe introducirse dicho alambre dentro del frasco, porque el ácido disolvería el mineral y perdería su pureza para futuros trabajos. Esta mojadura debe hacerse echando unas pocas gotas de ácido en un vaso o luna de reloj y mojando allí el alambre.

Se indica que debe usarse alambre de fierro porque el cobre forma aleación con el platino y por lo tanto si se usara alambre de platino, éste quedaría manchado e inaparente para futuras pruebas. Cuando se usa alambre de fierro debe emplearse alambre que no ha sido usado para otras pruebas anteriormente.

Para practicarse estas pruebas de compuestos volátiles de cobre el estudiante debe usar malaquita o azurita.

4). Con la pantalla Merwin. Si en la prueba anterior N° 3 se observa a la llama con las diferentes secciones de la pantalla Merwin, se verá que a través de la sección 1, el cobre da un color verde brillante; a través de la sección 3, se notará una llama azul brillante orlada de verde; y a través de la sección 2 las mismas coloraciones pero más débiles.

5). Los compuestos de cobre fundidos con soda en la llama reductora producen un botón de cobre metálico.

Modo de operar: Se mezcla un poquito de mineral finamente pulverizado con más o menos el doble volumen del fundente pulverizado, sea carbonato de sodio solo o mezclado con un poquito de bórax. Se pone un poco de esta mezcla sobre el carbón; se calienta fuertemente con la llama reductora del soplete hasta que esté completamente fundida. La masa fundida resultante contendrá un núcleo irregular, esponjoso, de cobre metálico si el mineral usado contenía una apreciable cantidad de este metal.

La chalcopirita, la cuprita u otro mineral fácilmente fusible del cobre, pueden usarse por los estudiantes para practicar esta prueba.

6). El cobre puede identificarse también por los colores que imparte a las perlas de fundente. Las de bórax o sal de fósforo son verdes en caliente y azules en frío en la llama oxidante. Si están muy cargadas de cobre, las perlas son opacas y rojizas en la llama reductora. Si hay mucho fierro, la perla de la llama oxidante es verde o verde azulado. La manera de hacer las perlas se describe en detalle al tratarse del cromo.

ESTAÑO

El único mineral importante de estaño es la casiterita.

1). La casiterita (bióxido de estaño), cuando se hierve en ácido clorhídrico o sulfúrico con zinc metálico se recubre de una capa metálica gris.

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba un fragmento de mineral un poco más grande que un frijol. Alrededor de este fragmento se pone zinc metálico dejando que el fragmento se proyecte, en una mitad más o menos de su tamaño por encima del zinc. Puede usarse zinc granulado que pase por la malla 20. Sobre esto se echan unos 15 c. c. de ácido clorhídrico concentrado o de ácido sulfúrico concentrado también y unos 10 c. c. de agua; caliéntese la mezcla a ebullición y manténgase hirviendo por un par de minutos.

Mediante este tratamiento la casiterita se recubre generalmente con un depósito metálico de color gris. Si se lava el fragmento en agua y se frota en seco, esta película metálica se vuelve brillante.

2). Puede constatarse la presencia de estaño por el sublimado que forma sobre el carbón, con el soplete y por su reducción a pequeños globulillos metálicos. Estos globulillos tratados con ácido nítrico producen un polvo blanco.

Modo de operar: Se mezcla bien una pequeña cantidad del mineral finamente molido con igual volumen de polvo de carbón y 2 volúmenes de carbonato de sodio. Se pone un poco de esta mezcla en una cavidad practicada sobre el carbón y se hace una ligera pasta con un poco de agua. Se calienta con el soplete con una fuerte llama reductora. Este tratamiento da una pequeña cantidad de sublimado en el carbón que es amarillento en caliente y blanco en frío.

Si este sublimado se humedece con una o dos gotas de solución de nitrato de cobalto y se le aplica calentándolo fuertemente, la llama reductora del soplete, el sublimado tendrá un color verde azulado oscuro cuando se enfría.

Este tratamiento produce también pequeños glóbulos metálicos que difícilmente puede obligarse a unirse en un solo botón. Al enfriarse estos globulillos se recubren de una película blanca, pero si se parten por la mitad, tienen un color metálico blanco. Si se tratan con ácido nítrico se produce un polvo blanco que es insoluble en este ácido.

ESTRONCIO

Los minerales más importantes de estroncio son: la celestita (sulfato) y la estroncianita (carbonato).

1). Los compuestos volátiles de estroncio calentados a la llama dan a ésta una coloración rojo grana o carmesí.

Modo de operar: a) Usese un pedazo de alambre de hierro de unas 4 pulgadas. Humedézcase un extremo en ácido clorhídrico diluído (una parte de ácido por 4 de agua); adhiérase el mineral pulverizado al extremo mojado del alambre y caliéntese el mismo en la llama de una lámpara de alcohol. Cuando el alambre se pone al rojo, la llama se coloreará de un rojo carmesí si el mineral contiene apreciable cantidad de compuestos volátiles de estroncio. La llama carmesí del estroncio no debe confundirse con el color rojo que imparte el litio. La llama roja puede ser de muy corta duración y ocurrir sólo como un relampagueo de este color carmesí.

b) Tómese una astilla o fragmento del mineral, mójese en ácido clorhídrico y caliéntese en la llama de alcohol. Tan pronto como el mineral se ha calentado al rojo la llama adquirirá un color rojo granate si el mineral contenía compuestos de estroncio.

2). En la prueba N° 1-a), se puede aplicar la pantalla de Merwin. A través de la sección 3, se notará la coloración rojo granate del estroncio, que será invisible a través de las secciones 1 y 2.

FLUOR

Los minerales más importantes de fluor son: la fluorita (espato fluor o fluoruro de calcio) y la fluorapatita.

1). El fluor esmerila u opaca el vidrio.

a) Algunos compuestos de fluor cuando se les agrega ácido sulfúrico, esmerilan el vidrio.

Modo de operar: Tómese un pedazo de vidrio de ventana y recúbrase una parte por un lado con una película de parafina o seda. Puede usarse para esto el material que gotea de una vela de parafina ardiendo. Déjese enfriar la parafina y cuando fría escríbase o márquese a través de la parafina sobre el vidrio, utilizándose la punta de un lápiz, un estilete de madera o cualquier otro objeto que no arañe el vidrio. Viértase en las marcas hechas a través de la parafina sobre el vidrio un poco del mineral que se quiere probar finamente pulverizado. A este polvo se agrega unas gotas de ácido sulfúrico concentrado, formándose una pasta consistente con el polvo del mineral. La mezcla puede hacerse con la punta de un lápiz. Se deja por 10 minutos y luego se lava la mezcla de ácido y de mineral y se quita la parafina calentándola ligeramente y limpiando bien el vidrio. Si se ha producido un esmerilado en las partes de vidrio en contacto con las mezclas de mineral y ácido, esto prueba que el mineral contenía fluor.

Esta prueba puede experimentarse en el laboratorio usándose fluorita.

b) Algunos compuestos de fluor atacan el vidrio en presencia del bisulfato de potasio.

Modo de operar: Se mezcla bien un poco del mineral pulverizado con 3 volúmenes de bisulfato de potasio o sulfato ácido de potasio. Póngase en un tubo cerrado o en un tubo de prueba pequeño una 1/2 pulgada de esta mezcla. Calíntese por abajo el tubo por algunos minutos. Si se produce esmerilamiento, nebulosidad o aspereza en las paredes interiores del tubo en la parte próxima a la mezcla, esto prueba que había fluor en el mineral probado.

2). a) Algunas variedades de fluorita se ponen fosforescentes cuando se calientan.

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba algunos fragmentos del mineral a probar. Estos fragmentos pueden ser de 1/4 de pulgada de tamaño. Calíntese al rojo por unos momentos la parte inferior del tubo. Si se calienta por largo tiempo, la fosforescencia desaparecerá. Algunas variedades de fluorita, tratadas en esta forma y observadas en la oscuridad, se vuelven fosforescentes, luminosas y emiten varios tonos de luz. La fluorita de coloración violeta es la más adecuada para esta prueba.

b). La prueba anterior puede hacerse también sobre una astilla del material a probar que se sostiene al calor por unas pinzas.

FIERRO

Minerales comerciales de importancia del fierro son: la hematita (ocre rojo, óxido rojo de fierro, fierro especular, óxido férrico o sesquióxido de fierro), la limonita (óxido bruno de fierro, ocre bruno, hematites bruna o mineral de fierro de pantanos) y magnetita (óxido negro de fierro, fierro magnético).

1). Los minerales de fierro tostados sobre el carbón producen un residuo magnético.

Modo de operar: Póngase sobre el carbón una pequeña cantidad de mineral pulverizado; aplíquese la llama reductora del soplete. Si el mineral así calentado, **sín usar fundentes**, no se funde o derrite, sino que se vuelve magnético, contiene fierro; si se funde y se vuelve magnético, puede contener fierro, cobalto o níquel.

2). Los minerales de fierro fundidos con soda en la llama reductora, producen un botón magnético.

Modo de operar: Se mezcla muy bien un poco de mineral finamente pulverizado con dos veces su volumen de carbonato de sodio. Se pone un poco de esta mezcla sobre el carbón, y por medio de la llama reductora del soplete se calienta fuertemente hasta que se produzca la fundición total de la masa. El producto fundido contendrá un botón de aspecto metálico de color oscuro, que será magnético en frío siempre que el mineral contenga apreciable cantidad de hierro.

3). Cuando se agrega amoniaco a una solución ácida de hierro, se produce un precipitado rojizo oscuro.

Modo de operar: Se pone en un tubo de prueba un poco de mineral a probar, en polvo. Agréguese unos 5 c. c. de ácido clorhídrico concentrado y unas gotas de ácido nítrico. Calientese la solución hasta que se produzca la disolución de hierro y entonces se agrega 10 c. c. de agua fría. Una vez frío se agrega un exceso de amoniaco, con lo que se producirá el precipitado rojo bruno característico si el mineral contiene una cantidad apreciable de hierro.

Algunos minerales de hierro son prácticamente insolubles en los ácidos mencionados más arriba. Para hacerlos solubles se pueden tostar o tratarlos según se ha descrito en la prueba N° 2 de este mismo metal.

4). El hierro puede también identificarse por los colores de la perla de bórax. En la llama oxidante la perla tiene un color ámbar en caliente y de amarillo a incoloro en frío; mientras que en la llama reductora, la perla toma un color verde botella cuando está saturada. La manera de hacer las perlas está indicada al tratar del cromo.

FOSFORO

1). El fósforo puede descubrirse por el precipitado amarillento que se forma cuando una solución nítrica de fósforo se mezcla con una solución de molibdato de amonio.

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba un poco de mineral pulverizado y agréguese 5 c. c. de ácido nítrico concentrado y otros 5 c. c. de agua. Calientese y déjese enfriar. En otro tubo de prueba se pone como 50 c. c. de solución de molibdato de amonio, a la cual se agregan unas gotas de la solución fría hecha con el mineral.

Se deja estar por un tiempo, que a veces puede ser varias horas, y entonces se observará la formación de un precipitado amarillo si el mineral probado contenía una cantidad de fósforo apreciable.

Estas pruebas pueden experimentarse por los estudiantes usando apatita, guano, fosforita o algún otro sulfato soluble.

MAGNESIO

El mineral más importante es la magnesita (carbonato de magnesio).

1). El magnesio puede identificarse precipitándolo como fosfato de amonio y magnesio.

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba u otro recipiente de vidrio o porcelana un poco del mineral finamente pulverizado. Viértase unos 15 c.c. de ácido clorhídrico, una gota de ácido nítrico y 20 c.c. de agua. Hágase hervir y déjese enfriar a la temperatura ambiente. A la solución fría se le agrega un exceso de amoniaco hasta que la solución tenga un fuerte olor amoniacal. Si se forma un precipitado, se filtra y se recibe la solución clara en otros receptáculos. A esta solución filtrada se agrega un poquito de carbonato de amonio o de oxalato de amonio en solución. Si se forma nuevo precipitado, vuélvase a filtrar y a esta última solución filtrada agréguesele unas gotas de fosfato de sodio en solución. Si el mineral contiene magnesio, se formará un precipitado blanco cristalino de fosfato amonio-magnesiano. Para la formación de este precipitado, conviene dejar la solución en reposo, algunas veces hasta por 12 horas.

2). Algunos de los minerales de magnesio de color blanco o incoloro, tales como la magnesita, cuando se humedecen con nitrato de cobalto y se calientan al soplete, adquieren una coloración rojo claro de carne.

Modo de operar: Cójase una astilla de la substancia a probar en las pinzas de platino y caliéntese al soplete a la más alta temperatura posible. Examínese con una lupa, y si hay señales de que el mineral ha comenzado a fundirse, esta prueba no puede aplicarse. Si el mineral es infusible, se humedece con nitrato de cobalto y se le aplica la llama más caliente del soplete por un tiempo prolongado. Al prin-

cipio se pondrá negro, pero ante el calor continuado puede asumir el tinte característico, rosado. Si no puede obtenerse una astilla del mineral, éste puede pulverizarse y hacerse la prueba con el polvo sobre el carbón. En esta forma se requiere un calentamiento más largo y fuerte y los resultados no siempre son satisfactorios.

Esta prueba se puede aplicar sólo a las especies infusibles, incolores o aquellas que se ponen blancas cuando se calientan.

Para practicar la prueba N° 1 los estudiantes deben usar magnetita, dolomita o algún otro mineral soluble de magnesio. Para la prueba N° 2 debe usarse magnetita.

MANGANESO

Los minerales importantes son: la pirolusita (óxido negro de manganeso o bióxido de manganeso); psilomelano (bióxido hidratado impuro de manganeso); rodocrosita (carbonato de manganeso); rodonita (metasilicato de manganeso); y bementita (silicato hidratado de manganeso).

1). El manganeso puede indentificarse por la coloración que imparte a los flujos.

a). Modo de operar.—Úsese un pedazo de alambre de platino N° 26 de unas dos pulgadas de largo, encajado por un extremo en un mango de madera. Puede usarse un corcho o un pedazo de madera suave corriente si no se tiene un mango especial para fijar un extremo del alambre, y procédase a hacer una perla de bórax como se ha explicado para el cromo. La perla de bórax en caliente se pone en contacto con polvo muy fino del mineral a probar. Si la perla con una muy pequeña cantidad de manganeso se calienta en la llama oxidante (azul) del soplete, se pondrá opaca mientras está caliente, pero al enfriarse, adquirirá un color rojo violeta o de amatista, quedando la perla transparente. Si esta perla de bórax con manganeso se calienta por un tiempo en la llama reductora (amarilla), se volverá incolora en frío. Esta prueba de la perla de bórax con el manganeso es muy delicada.

Los principiantes deben practicar esta prueba usando pirolusita, psilomelano u otros minerales oxidados de manganeso.

b). Si se usa carbonato de sodio en lugar de bórax para la perla, siguiendo el mismo procedimiento que se acaba de explicar, el color

de la perla en la llama oxidante es verde en caliente y azul verdoso cuando enfría. La perla de sodio en la llama reductora es incolora. Las perlas de sodio son opacas.

Si la perla de sodio, que en frío es azul verdoso, cuando se hace en llama oxidante, se disolviera en una gota de agua sobre un pedazo de vidrio y a esa solución se le agregara una gota de ácido nítrico, la solución se volvería rosada.

En las pruebas anteriores, con las perlas, debe usarse cantidades sumamente pequeñas de polvo fino de mineral; si se usa mucho, el color producido será tan fuerte que parecerá negro, malogrando así la prueba. Si los minerales a probar son sulfuros o arseniuros, deben tostarse a muerte, pulverizándolos y calentándolos sobre el carbón al rojo vivo hasta que no salgan más humos de azufre o arsénico, antes de usar el mineral para la perla de bórax. Si hay mucho fierro con el mineral probado, la perla de bórax tendrá un color bruno rojizo.

2). Si a las soluciones nítricas de manganeso se agrega bismutato de sodio, aparecerá un color púrpura de vino (permanganato) en la solución.

Modo de operar: Póngase en un tubo de prueba o en otro receptáculo de vidrio o porcelana un poquito del mineral a probarse; viértase en el receptáculo unos 10 c.c. de ácido nítrico concentrado y 5 c.c. de agua. Hiérvase la mezcla por uno o dos minutos y déjese asentar el residuo.

En un segundo tubo de prueba échese un poco de bismutato de sodio en polvo, lo que pueda cogerse entre el pulgar y el índice y viértase encima un poco de la solución nítrica, clara del primer receptáculo. Agréguese un poco de agua fría y espérese a que se asiente el residuo formado. Si hay manganeso en el mineral probado, se producirá un color púrpura, típico del permanganato, siempre que no haya exceso de cloruros u otras sales reductoras.

3). El óxido rojo de plomo agregado a las soluciones nítricas de manganeso, produce una coloración rosada (permanganato diluído).

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba o receptáculo de porcelana o vidrio un poco de mineral a probar finamente pulverizado. Viértase unos 5 c.c. de ácido nítrico concentrado e igual proporción de agua. Hiérvase por uno o dos minutos: déjese asentar.

En un segundo tubo póngase un poco de óxido rojo de plomo (puede usarse litargirio rojo). Viértase encima un poco del ácido nítrico claro del primer receptáculo; añádase agua fría y déjese asentar el residuo. Si hay manganeso, aparecerá un color rosado de perman-

ganato, siempre que no haya exceso de cloruros u otras sales reductoras.

4). Muchos minerales de manganeso se disuelven en ácido clorhídrico con desprendimiento de cloro.

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba u otro receptáculo de vidrio o porcelana un poco del mineral a probar finamente pulverizado. Viértase encima unos 5c.c. de ácido clorhídrico concentrado. Calientese lentamente al principio y luego aumentese la temperatura tanto como sea posible. Si el mineral usado contiene cantidades apreciables de óxidos de manganeso, se notará desprendimiento de cloro, gas que puede reconocerse por su color amarillo rojizo y su fuerte olor característico.

5). Algunos minerales de manganeso emiten oxígeno cuando se calientan.

Modo de operar: Póngase dentro de un tubo cerrado unos cuantos fragmentos o una pequeña cantidad de polvo de un mineral oxidado de manganeso, como pirolusita o psilomelano. Póngase un tapón de carbón en el tubo a una pequeña distancia sobre el mineral. Calientese el tubo en la parte del carbón, y se notará que aunque éste se pone al rojo, no quema debido a la poca cantidad de oxígeno dentro del tubo. Mientras el carbón está al rojo, aplíquese la llama a la parte del tubo que contiene el mineral de manganeso, calentándolo simultáneamente con el carbón. Tan pronto como el mineral de manganeso comienza a desprender oxígeno, el carbón se quemará en forma brillante.

MERCURIO

El mineral más importante es el cinabrio (sulfuro de mercurio o bermellón nativo).

1). Cuando se calienta mercurio con carbonato de sodio en un tubo cerrado, se observan glóbulos de mercurio metálico en los lados del tubo.

Modo de operar: Se mezcla una pequeña cantidad del mineral finamente molido con unos 3 volúmenes de carbonato de sodio seco. Se coloca en un tubo cerrado una media pulgada de esta mixtura y se

recubre con una capa de carbonato de sodio de otra media pulgada de espesor. Calientese con cuidado y el mercurio destilará y se condensará como globulillos minúsculos en las paredes del tubo. Si sólo se producen pequeñas cantidades de mercurio, se notará un sublimado gris o película compuesta de minúsculos globulillos. Usando una astilla de madera se puede raspar el tubo sacándole la película de mercurio que lo recubre y formándose con ella un glóbulo de mayor tamaño.

2). a.—La mayor parte de los compuestos de mercurio cuando se humedecen con ácido clorhídrico y se frotan sobre una superficie brillante de cobre, la recubrirán de mercurio metálico, produciendo un principio de amalgamación. El cobre aparecerá como si hubiera sido plateado. Para esta prueba es mejor usar el mineral molido en lugar de un trozo de él. Agregando una pequeña cantidad de bióxido de manganeso en polvo esta reacción se efectúa más rápidamente.

b.—Esta precipitación de mercurio puede efectuarse también hirviendo el mineral con ácido clorhídrico en un recipiente de vidrio o de porcelana. El polvo de bióxido de manganeso acelera la precipitación. Un pedazo de cobre brillante sumergido en esta solución, se recubrirá de una película de mercurio si el mineral contiene este metal.

MOLIBDENO

El mineral comercial más importante es la molibdenita (sulfuro o bisulfuro de molibdeno). También puede citarse la wulfenita (molibdato de plomo).

1). El xantato etílico de sodio o de potasio, agregado en soluciones ácidas de molibdeno, produce generalmente un precipitado rosado o violeta.

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba grande u otro recipiente de vidrio o porcelana, 2 c.c. más o menos del mineral pulverizado a probarse. El recipiente debe ser bastante grande para contener unos 100 centímetros cúbicos. Viértase encima del mineral unos 5 c. c. de ácido clorhídrico, igual cantidad de nítrico e igual cantidad de ácido sulfúrico. Calientese la mezcla con cuidado y hágase hervir hasta que se produzcan densos humos blancos en abundan-

cia. Agréguesele unos 10 c. c. de agua y vuélvase a hervir por un minuto o dos. Agréguesele una solución concentrada de hidróxido de potasio o sodio, hasta que el líquido esté ligeramente alcalino, después de lo cual se vuelve a hervir por uno o dos minutos. Si antes de agregar la solución de sodio o potasio el líquido estuviera opaco y cargado de finas partículas sólidas en suspensión, algunos operadores aconsejan poner un poco de carbonato de sodio o unos 30 c. c. de amoniaco antes de agregar la solución de potasa o soda.

Después de agregada la solución alcalina se deja enfriar y asentar; se filtra el precipitado (que contiene las substancias extrañas) y la solución clara que pasa por el filtro se coloca en otro recipiente de vidrio. Se vierte como una pulgada de este líquido filtrado en un tubo de prueba grande y se acidifica agregándole un exceso de ácido clorhídrico o sulfúrico. En otro tubo de prueba se pone como una pulgada de una solución concentrada de xantato etílico de potasio o sodio, que se obtiene disolviendo esta sal en agua. Viértase un poco de la solución filtrada y acidificada en la solución de xantato.

Si el mineral probado contiene molibdeno, se producirá un precipitado rosado o púrpura, que algunas veces se descolora rápidamente.

2). El ferrocianuro produce un precipitado rojo oscuro en soluciones nítricas de molibdeno.

Modo de operar: En un tubo de prueba o recipiente de vidrio o porcelana se coloca un poco del mineral finamente molido. Agréguesele unos 15 c.c. de ácido nítrico; hiérvase por algunos minutos y agréguesele 25 c.c. de agua fría. Si el mineral contiene molibdeno, al agregar ferrocianuro a esta solución ácida, se producirá un precipitado de un color bruno rojizo.

3). El molibdeno puede descubrirse por los colores que imparte a los flujos en los procedimientos pirometúrgicos.

a). Las perlas de bórax obtenidas a la llama oxidante, con molibdeno, son amarillas en caliente e incoloras en frío. En la llama reductora las perlas de bórax son incoloras con el molibdeno en pequeñas cantidades; pero si estuvieran saturadas, pueden tener un color oscuro en frío y en caliente. Para hacer las perlas de bórax debe seguirse el procedimiento indicado para el cobalto o el cromo. Si el mineral a probar fuera sulfurado, habría que tostarlo previamente sobre el carbón, de un modo completo antes de usarlo para la coloración de las perlas.

b). Todas las perlas de fósforo se ponen verdosas con el molibdeno, excepto las formadas en la llama oxidante cuando no están saturadas de molibdeno, que pueden permanecer incoloras.

c). Si se disuelven varias perlas de sal de fósforo con molibdeno en ácido clorhídrico y se agregan limaduras de estaño a la solución hirviendo, ésta tomará una coloración bruna.

Muchas de las pruebas para el molibdeno dependen de si el mineral lo contiene en forma de óxido o de sulfuro.

Pruebas para los sulfuros de molibdeno.

1). Si se calienta fuertemente en un tubo abierto una pequeña cantidad de molibdenita (sulfuro de molibdeno) finamente pulverizado, se desprenderán humos sulfurosos y se depositará una película de un sublimado de color amarillo pálido en los lados del tubo, formándose en el mineral mismo cristales blancos o amarillentos muy delicados en forma de alambres finos o de cabellos.

2). Calentado sobre el carbón, el polvo de molibdenita por un tiempo prolongado en la llama oxidante del soplete, depositará un sublimado a corta distancia del ensaye. Este sublimado es amarillo pálido en caliente y casi blanco en frío, y a menudo consiste en cristales delicados. Si este sublimado se toca por un instante con la llama moderadamente caliente, reductora (amarilla) del soplete, adquirirá un hermoso color azul oscuro.

3). La molibdenita es soluble en ácido nítrico. Si se calienta fuertemente hasta la sequedad la solución, en un receptáculo de porcelana, las paredes y el fondo de éste se recubrirán de un hermoso color azul.

Pruebas para los óxidos de molibdeno.

1). Los óxidos de molibdeno finamente pulverizados son parcialmente solubles en ácido clorhídrico. Si a la solución se agrega estaño, se obtendrá una coloración verde, azul, y finalmente bruna oscura.

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba u otro recipiente de vidrio o porcelana un poco de mineral finamente pulverizado. Viértase unos 10 c.c. de ácido clorhídrico concentrado; caliéntese

se lentamente primero y hágase hervir por unos cuantos minutos. Dilúyase la solución agregando como unos 20 c.c. de agua fría. Si entonces se agrega una granalla de estaño metálico, la solución se pondrá primero verde, después azul y finalmente bruna oscura, si el mineral probado contenía molibdeno. El tinte azul dura muy poco y muchas veces la solución parece pasar directamente del verde al oscuro sin poderse observar el color azul.

2). Los óxidos de molibdeno pueden descubrirse por su reducción al óxido azul de molibdeno.

Modo de operar: a). Colóquese en un crisol de porcelana un poco del mineral finamente pulverizado y viértase unas gotas de ácido sulfúrico concentrado. Calientese hasta que se produzcan fuertes y densos humos blancos de ácido sulfúrico por un minuto o dos. Enfríese el receptáculo soplando fuertemente sobre el mineral. Al enfriarse se forma un color azul intenso en los lados y en el fondo del receptáculo si el mineral contenía cantidad apreciable de óxidos de molibdeno.

b). La prueba anterior puede efectuarse también en la siguiente forma: Colóquese en un tubo de prueba un poco del mineral finamente pulverizado, dejándose caer una partícula de papel corriente junto con el mineral. Añádase de 3 a 5 gotas de ácido sulfúrico concentrado e igual cantidad de agua. Calientese fuertemente hasta que se produzcan los densos humos de ácido sulfúrico; déjese enfriar. El líquido al enfriarse adquirirá el color azul intenso, el que desaparecerá cuando se calienta y reaparecerá al enfriarse, si el mineral contiene apreciable cantidad de óxido de molibdeno.

Para experimentar estas pruebas de los óxidos, puede usarse cualquier mineral oxidado (molibdita) o también la wulfenita.

NIQUEL

Los minerales importantes de níquel son: millerita (piritas níquelíferas, piritas capilares o sulfuro de níquel) y nicolita (arseniuro de níquel). Casi todo el níquel del comercio se obtiene de pirrotitas níquelíferas y de garnierita.

1). En una solución alcalina puede precipitarse el níquel en forma de polvo rojo, usando una solución de dimethylglyoxima. Esta úl-

tima solución se obtiene disolviendo una parte del polvo en 10 de alcohol. La disolución del polvo en el alcohol es muy lenta y se requiere varias horas para formar la solución.

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba u otro recipiente de vidrio o porcelana una pequeña cantidad del mineral finamente pulverizado. Agréguese unos 15 c.c. de ácido nítrico concentrado, caliéntese hasta que se haya efectuado la disolución del mineral y agréguese unos 30 c.c. de agua fría a la solución. A esta solución diluída agréguese un exceso de amoníaco hasta que huela fuertemente a este álcali. Fíltrese hasta obtener una solución libre de precipitado, para lo que puede necesitarse un buen papel de filtro o varias operaciones sucesivas. A la solución clara filtrada se le agrega unas gotas de la solución alcohólica de dimetilglioxima. Si en el mineral había níquel, se formará un precipitado rojo claro.

2). El amoníaco agregado a una solución ácida de níquel produce una coloración azul pálida.

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba u otro recipiente de vidrio o porcelana una pequeña cantidad del mineral finamente pulverizado. Agréguese unos 15 c.c. de ácido nítrico o una mezcla de partes iguales de ácido nítrico, ácido clorhídrico y agua; caliéntese a ebullición hasta que el mineral sea disuelto. Si éste contiene una cantidad apreciable de níquel, la solución será verduzca, y si a ella se agrega un exceso de amoníaco, se volverá azul pálida, de un azul más claro que el que caracteriza al cobre. Estas pruebas pueden experimentarse usándose millerita, nicolita o níquel metálico.

3). Los minerales de níquel fundidos con soda en la llama reductora producen un botón magnético.

Modo de operar: Se mezcla íntimamente un poco del mineral pulverizado con dos veces su volumen de carbonato de sodio. Un poco de este polvo se pone sobre una barrita de carbón y se calienta fuertemente a la llama reductora (amarilla) hasta que se haya efectuado una fusión total. La masa fundida contendrá un botón oscuro, más o menos metálico que es magnético en frío, siempre que el mineral probado contenga una apreciable cantidad de níquel. Este botón puede ser también cobalto o hierro, igualmente magnéticos. Aplicándose las pruebas 1, 2 y 4 del níquel y las correspondientes para cobalto y hierro se identificará de modo seguro.

4). El níquel puede caracterizarse por los colores que imparte a las perlas formadas al soplete.

a). Perlas de bórax: En la llama oxidante son violetas en caliente y brunas en fría. En la llama reductora son incoloras a menos que estén saturadas de níquel, en cuyo caso son grises y opacas.

b). Perlas de fósforo: En la llama oxidante, amarillas en frío, rojizas en caliente.

Las instrucciones para la identificación de las perlas se dan en detalle al tratar del cromo y del cobalto. Los minerales sulfurados o arseniatados, para probarse con las perlas, deben ser previamente tostados a muerte sobre el carbón.

NITRATOS

Los nitratos minerales son: los de sodio, potasio (que se encuentran en los salitres naturales) y la nitrocalcita (nitrato de calcio).

1). Estos nitratos pueden generalmente ser descubiertos por el precipitado azul oscuro que se obtiene en una solución de difenilamina. La solución de difenilamina se hace disolviendo medio gramo de esta substancia en 100 c.c. de ácido sulfúrico concentrado y agregando con cuidado esta solución a 25 c.c. de agua.

Modo de operar: Se coloca en un tubo de prueba como unos 5 c. c. del material a probarse por nitratos. Se agrega unos 45 c. c. de agua para disolverlo. Se calienta a ebullición, se enfría y deja asentarse.

En un segundo tubo de prueba se pone como una pulgada de solución de difenilamina. Inclinando este tubo ligeramente, se echa en él con toda precaución y poco a poco unos 15 c. c. del líquido del primer receptáculo. Si hay nitratos, se formará un precipitado azul oscuro.

2). Los nitratos pueden usualmente ser identificados por una solución concentrada de sulfato ferroso que se agrega a una solución sulfúrica concentrada de los nitratos, en cuyo caso se forma una coloración bruna oscura con la solución ferrosa.

Modo de operar: Se coloca en un tubo de prueba como unos 3 c. c. del mineral pulverizado, agregándose unos 15 c. c. de

ácido sulfúrico. Se calienta a ebullición y se deja enfriar. Si se agrega lentamente una solución concentrada y fresca de sulfato ferroso a esta solución ácida de mineral, aparecerá un aro de color bruno en los puntos donde la solución de sulfato ferroso entra en contacto con la solución ácida, siempre que en el mineral probado haya cantidad apreciable de nitratos. Se producirán también vapores oscuros y rojizos característicos del óxido nitroso con su olor correspondiente. La solución de sulfato ferroso se hace disolviendo la sal en agua. Debe usarse suficiente cantidad de sal para que el agua se sature y queden siempre trozos de sal sin disolver. Si la solución de sulfato ferroso no se agrega cuidadosamente a la de ácido sulfúrico, la coloración oscura puede ser general en la solución.

3). Fundidos con bisulfato de potasio, los nitratos desprenden humos rojizos de óxido de nitrógeno.

Modo de operar: Se mezcla íntimamente polvo del mineral finamente molido con igual volumen de bisulfato de potasio (sulfato ácido de potasio), pulverizado también. Colóquese en un tubo cerrado o tubo de prueba como un cuarto de pulgada de esta mezcla. Calientese la parte inferior del tubo, al rojo, por algún tiempo. Si hay nitratos, se desprenderán los gases nitrosos, fácilmente identificables por su fuerte olor y color característico.

4). El nitrato de sodio (salitre chileno), el nitrato de potasio y el nitrato de calcio, son los nitratos minerales de mayor interés comercial. Todos son solubles en agua y tienen sabor salado. El nitrato de sodio y el de potasio producen una sensación de enfriamiento en la lengua, siendo más acentuada esta acción con el nitrato de potasio puro. La nitrocalcita (nitrato hidratado de calcio), tiene un sabor amargo pronunciado.

ORO

Los principales minerales de oro son: oro nativo, silvanita (telururo de oro y plata) y calaverita (telururo de oro).

1). Las siguientes características sirven para la identificación rápida del oro: Color característico amarillo rojizo de bronce; alto peso específico; elevada fusibilidad o alta temperatura necesaria para fundirlo; el oro hierve a 4700°F .; su maleabilidad o facultad de la-

minarse cuando se le golpea sobre un yunque. La hoja de un cortaplumas, una aguja de acero u otra herramienta similar corta y mella el oro sin partirlo, rajarlo o romperlo, tal como sucede con el plomo metálico; su insolubilidad en el ácido nítrico o clorhídrico, aisladamente, o en el ácido sulfúrico. El oro sin embargo, se disuelve en agua regia.

2). Amalgamación.—Es el proceso de unir el mercurio con otro metal. La amalgamación, como se describe en esta prueba, consiste en el hecho de que cuando una partícula limpia y brillante de oro se pone en contacto con mercurio limpio y brillante, especialmente mediante una acción de frotamiento o molimiento, el mercurio se pega, envuelve o coge el oro. Cuando varias partículas de oro recubiertas de mercurio se ponen en contacto entre sí, tratan de pegarse, unirse o soldarse. La masa resultante, generalmente pastosa, se llama amalgama de oro.

Si el mercurio está oscurecido o su superficie carece de lustre, estando opacada, el oro, aunque se encuentre limpio y brillante, no se unirá al mercurio. Tampoco se producirá amalgamación del oro si la superficie de éste se encuentra sucia o presenta un aspecto de oxidación, herrumbre o moho, aún cuando el mercurio estuviera limpio y brillante. Una solución de cianuro limpia tanto al oro como al mercurio y por lo tanto promueve la amalgamación.

Si un poco de amalgama de oro se calienta al soplete sobre el carbón, el mercurio se volatilizará y quedará un residuo de oro. Si este residuo se mezcla con un poco de bórax pulverizado y se calienta al soplete sobre el carbón, se obtendrá un botón amarillo de oro, cuya naturaleza puede ser comprobada por las pruebas correspondientes.

3). Concentración en bateas o panes.—En arenas, cascajos o minerales que contienen oro libre, puede identificarse este metal por medio de un lavado en batea o pan.

Con muchos minerales complejos refractarios o rebeldes, el lavado no da resultados satisfactorios. En muchos casos un tostado preliminar facilita la operación.

Cuando el lavado en el pan no indica la presencia de oro, presumiéndose sin embargo de que el mineral lo contiene, sería recomendable apelar a un ensaye químico por oro. Si el ensaye da resultado negativo, puede tomarse este hecho como indicador de la ausencia definitiva de oro comercial en la muestra.

4). El cloruro estañoso agregado en una solución nitro-clorhídrica de oro, da un precipitado de púrpura de casio. El estaño metálico produce igual coloración,

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba u otro recipiente de vidrio o porcelana un poco del mineral finamente pulverizado; agréguesele 15 c.c. de ácido nítrico concentrado y 60 c.c. de clorhídrico; caliéntese la solución y hiérvase hasta obtener la disolución del oro. Agréguesele un poco de cloruro estañoso o de limaduras de estaño metálico. Un exceso de cualquiera de estos dos reactivos en la solución de agua regia, dará a ésta un intenso color púrpura si en el mineral probado había cantidad apreciable de oro. Expuesta al aire, la solución se volverá lentamente amarillenta. Tanto el sulfato ferroso como el cloruro estañoso son sales muy inestables. El sulfato ferroso se va oxidando hasta transformarse en sulfato férrico y el cloruro estañoso en cloruro estánico. En estas condiciones de oxidación, dichas sales no sirven para la reacción indicada.

5). Si en la reacción anterior, en lugar del cloruro estañoso, se usara sulfato ferroso, se produciría en la solución de agua regia un precipitado bruno característico.

PETROLEO

1). El petróleo (o aceite crudo), en las rocas, pueden identificarse por el olor que se desprende de ellas cuando son fuertemente golpeadas o sobadas.

2). Cuando se calienta el petróleo a la temperatura conveniente, emite vapores de olor característico.

Modo de operar: Póngase en un tubo de prueba u otro recipiente pequeño o con cuello pequeño el material a probar en una capa como de una pulgada de espesor. Si el material es rocoso, debe molerse a pasar por cedazo de $1/4$ de pulgada. Caliéntese fuertemente hasta que emita vapores. Si el material contiene apreciable cantidad de petróleo, los gases y vapores producidos tienen olor característico a petróleo y éste puede depositarse en forma líquida o de gotas en las porciones frías del receptáculo.

3). El petróleo puede generalmente identificarse por el uso de éter sulfúrico o cloroformo.

Modo de operar: En un tubo de prueba o matrás póngase un poco de material a probar en partículas de tamaño menor de $1/4$ de pulgada. Agréguese éter sulfúrico o cloroformo. Córchese bien el re-

ceptáculo; agítese la mezcla de tiempo en tiempo hasta que cualquier aceite presente sea disuelto, lo cual puede tomar de una a diez horas. Cuando el petróleo del material se ha disuelto por acción del éter o del cloroformo, se deja reposar la mezcla hasta que el líquido quede claro. Se vierte con cuidado este líquido claro en una cápsula de porcelana de gran superficie. El éter o el cloroformo se evaporarán rápidamente dejando un anillo amarillo verdoso o bruno alrededor de la cápsula, siempre que el material probado haya contenido apreciable cantidad de petróleo. Este anillo coloreado, si se trata de petróleo, será aceitoso al tacto y poseerá las características del aceite crudo.

Hay que advertir que los vapores de éter sulfúrico explotan a la llama, siendo por lo tanto muy peligroso hacer esta prueba en lugares próximos a donde existan llamas o fuego al descubierto. Estos mismos vapores pueden ser anestésicos, recomendándose por lo tanto efectuar las operaciones en un lugar bien ventilado.

PLATA

Los minerales más importantes son: plata nativa; argentita; pirargita (plata rubí, rosicler o sulfo-antimoniuro de plata); proustita (sulfo-arseniuro de plata) y querargita (plata córnea o cloruro de plata).

1). La plata puede identificarse frecuentemente reduciéndola a estado metálico.

Modo de operar: Mézclese íntimamente polvo finamente molido del mineral con 3 volúmenes de carbonato de sodio. Calientese por medio del soplete y sobre una barra de carbón un poco de esta mezcla, empleándose la llama amarilla o reductora hasta obtener una fusión completa del material a probar. Si el mineral tenía plata, se hallará en el material fundido un glóbulo metálico de plata de color brillante característico tanto en caliente como en frío, cuya superficie no se opacará al aire como sucedería con el plomo. Este botón es maleable, fácilmente laminable; distinguiéndose del plomo en que es un poco más duro y más difícil de cortar que los botones de plomo. En todo caso este botón puede ser sometido a la prueba N° 2. Si a una solución nítrica de plata se agrega ácido clorhídrico o cloruros solubles, se obtendrá un precipitado blanco de cloruro de plata que se vuelve oscuro y violeta cuando se expone a la luz, y que es soluble en amoníaco.

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba o en algún otro receptáculo de vidrio o porcelana el material que se quiere probar por plata. Si se trata de un mineral, debe ser finamente pulverizado. Agréguese unos 30 c.c. de ácido nítrico diluído en igual volumen de agua (En algunos casos en que el mineral es poco soluble puede usarse ácido nítrico más fuerte o concentrado). Hágase hervir durante el tiempo que se juzgue necesario para disolver la plata. Déjese enfriar. A esta solución fría nítrica diluída, agréguese unas cuantas gotas de ácido clorhídrico, una pequeña cantidad de sal de mesa o algunas gotas de agua saturada de sal.

Cualquiera de estos reactivos formará en la solución nítrica un precipitado blanco coaguloso si el mineral contenía plata. Si la cantidad de plata es muy pequeña, el precipitado no se verá claramente y la solución adquirirá un aspecto lechoso. Este precipitado blanco debe probarse por plata en algunas de las formas siguientes: a) Exponiendo la solución que contiene el precipitado blanco a la luz brillante por un tiempo. Si el precipitado blanco es cloruro de plata se volverá violeta oscuro. b) Si se agrega a la solución que contiene el precipitado blanco un exceso de amoníaco, hasta que la solución tenga un fuerte olor amoniacal, el precipitado se disolverá si es cloruro de plata. c) Si la solución resultante de la prueba anterior **b**, se vuelve a acidificar con ácido nítrico, el precipitado de cloruro de plata reaparecerá.

Los cloruros de plomo y de mercurio, si en el mineral existieran estos metales, se precipitarían con el de plata en la reacción anterior. Todos estos cloruros son blancos, pero sólo el de plata se pone oscuro a la luz y se disuelve totalmente en amoníaco, lo que no ocurre con los cloruros de plomo y mercurio.

PLOMO

Los minerales más importantes son: galena (sulfuro de plomo); cerusita (carbonato de plomo), y anglesita (sulfato de plomo).

1). El plomo puede ser identificado usualmente por el sublimado amarillo que produce sobre el carbón y por el botón metálico que se obtiene de sus minerales a la llama reductora del soplete.

Modo de operar: Mézclese íntimamente el mineral finamente pulverizado con un volumen igual de carbón en polvo y 3 volúmenes de

carbonato de sodio pulverizado también. Humedézcase esta mixtura con agua y colóquese un poco de ella en una cavidad practicada en la barra de carbón. Caliéntese con el soplete usando la llama amarilla o reductora, a una temperatura moderadamente fuerte. Si el mineral contiene plomo, se producirán pequeños glóbulos o botones de plomo metálico, los que son blandos y maleables, y al mismo tiempo se observará un sublimado rojizo en el carbón cerca del ensaye. Este sublimado es blanquizo en la parte exterior más lejana del ensaye, y esta parte blanca no debe confundirse con la aureola de antimonio del zinc.

2). Los ácidos clorhídrico o sulfúrico agregados a una solución nítrica de plomo, dan un precipitado blanco.

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba u otro recipiente de vidrio o porcelana un poco del mineral finamente pulverizado. Agréguese al receptáculo unos 15 c. c. de ácido nítrico concentrado y 30 c. c. de agua. Hiérvase por el tiempo necesario y déjese enfriar. Agréguese algunas gotas de ácido sulfúrico diluído o de ácido clorhídrico. Cualquiera de estos dos ácidos producirá en la solución nítrica un precipitado blanco pesado de plomo si el mineral contenía este metal. Este precipitado debe filtrarse y probársele por plomo usando el test N° 1 de este metal.

Para aplicar esta prueba en el laboratorio, los estudiantes pueden usar cerusita o cualquier otro mineral de plomo de alta ley que sea fácilmente soluble, o también los botones de plomo producidos al soplete en la prueba N° 1, o también limaduras de plomo metálico.

El precipitado blanco de cloruro de plomo formado por el ácido clorhídrico en la solución nítrica puede también probarse como sigue:

3). El cloruro de plomo es soluble en agua caliente.

Modo de operar: A la solución nítrica en donde se ha precipitado el cloruro de plomo mediante el ácido clorhídrico se le agrega de 10 a 15 veces su volumen de agua y se calienta hasta hervir por uno o dos minutos. Si el precipitado blanco es de cloruro de plomo, se disolverá.

4). El sulfato de plomo (anglesita) decrepita y emite sonidos de rajaduras cuando se somete a una llama fuerte. Puede usarse una lámpara de alcohol de mecha gruesa o la llama de una lámpara de carburo para esta prueba.

El carbonato de plomo (cerusita) se encuentra generalmente asociado con el sulfato. Tanto el carbonato como el sulfato de plomo

son fácilmente fusibles. En el tubo cerrado el carbonato de plomo decrepita también.

POTASIO

La potasa, propiamente hablando, es el óxido de potasio (K_2O), pero algunas veces se llama también impropriamente potasa al carbonato de potasio (K_2CO_3). Las sales de potasio del comercio no contienen necesariamente óxido de potasio; por ejemplo el cloruro de potasio (KCl), y por lo tanto debería llamarse más propiamente sales de potasio.

1). Los compuestos volatilizables de potasio colorean de violeta una llama no luminosa cuando se le calientan en ella.

Modo de operar: Humedézcase un extremo de un alambre de platino o de fierro de unas 4 pulgadas de largo, en ácido clorhídrico, de modo que se adhieran al alambre partículas del mineral finamente molido. La parte del alambre que contiene el mineral adherido se somete al calor de la llama de una lámpara de alcohol. Tan pronto como el alambre y el mineral están al rojo, la llama tomará un color violeta si el mineral probado contiene cantidad apreciable de compuestos volátiles de potasio, y siempre que la llama potásica no esté desfigurada u oscurecida por la llama de algún otro elemento mineral.

Para hacer esta prueba, puede ensayarse la cainita, carnalita o silvita.

2). Con la pantalla Merwin.—En el mismo experimento anterior, puede mirarse la llama a través de la pantalla Merwin. En la sección 1, se verá la llama de potasio con un color azul violeta; en la sección 3, el color será violeta, pasando a rojizo; en la sección 2, se observarán las mismas coloraciones pero más débiles.

TUNGSTENO

Los minerales importantes de tungsteno son los del grupo wolframita (wolfram, hübnerita, megabasita, ferberita, todos tungstatos de fierro y manganeso); tungstenita (sulfuro); sheelita (tungstato de calcio) y cuprosheelita (tungstato de calcio y cobre).

1). En ácido clorhídrico, el tungsteno da un residuo amarillo limón que es soluble en amoníaco.

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba u otro recipiente de vidrio o porcelana un poco del mineral finamente pulverizado y agréguese unos 30 c. c. de ácido clorhídrico concentrado. Calientese a ebullición por el tiempo necesario, agregándose más ácido si fuera preciso. Si el mineral contiene tungsteno, se obtendrá un precipitado amarillo limón de ácido túngstico en el fondo del receptáculo. Si este precipitado amarillo es ácido túngstico, será soluble en amoníaco; para lo cual la prueba se continúa vertiendo en la solución amoníaco suficiente para neutralizar y volverla de olor fuertemente amoniacal. Puede calentarse ligeramente si fuera necesario, y si el precipitado desaparece, ello indica que se trataba de ácido túngstico.

Para probarse esta reacción, úsese sheelita o algún otro mineral de tungsteno fácilmente soluble.

2). En soluciones clorhídricas ácidas de tungsteno, el estaño o el zinc producen un color azul.

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba u otro recipiente de vidrio o porcelana un poco del mineral finamente molido. Agréguese unos 30 c. c. de ácido clorhídrico concentrado. Hiérvase fuertemente por un tiempo prolongado, agregándose además ácido si fuera necesario, hasta que aparezca el precipitado amarillo limón en el fondo del receptáculo. Agréguese entonces un poco de zinc o de estaño metálico en la solución. Puede usarse un pedazo de fierro galvanizado con zinc o un poco de soldadura de zinc en caso de no tener estos metales químicamente puros. Si la solución adquiere un color azul, el mineral contenía tungsteno.

3). Puede identificarse el tungsteno mediante las coloraciones que imparte a la perla del soplete.

a). Las perlas de bórax con tungsteno son incoloras, excepto en el caso en que estén saturadas, y entonces tendrán un color amarillo en caliente.

b). Las perlas de fósforo, cuando están saturadas de tungsteno, dan un color amarillo en caliente. Las perlas hechas en la llama reductora y saturadas de tungsteno, adquieren en frío un color azul verdoso.

Muchos minerales de tungsteno son difícilmente solubles en los ácidos. Para aplicar las pruebas Nos. 1 y 2 en este caso, puede con-

venir sometérselos previamente a una fusión semejante a la que se indica en la prueba N° 2 para el fierro. La masa fundida resultante puede ser sometida a las pruebas Nos. 1 y 2 de tungsteno.

VANADIO

Los minerales importantes de vanadio son: patronita (sulfuro de vanadio); asphaltitas vanadíferas; vanadinita (cloro-vanadato de plomo); descloizita (vanadato básico hidratado de plomo y zinc); roscoelita (mica vanadífera); y carnotita (una mezcla de compuestos de vanadio y de uranio).

1). El vanadio colorea las soluciones concentradas de ácido clorhídrico con un color rojo cereza profundo. Esta reacción tiene lugar con desprendimiento de cloro. Si se agrega un poco de agua a esta solución roja, el color se torna verde claro.

Modo de operar: Se coloca en un tubo de prueba o en otro recipiente de vidrio o porcelana un poco del mineral finamente molido y se le agrega unos 8 c. c. de ácido clorhídrico concentrado. Apenas el ácido entra en contacto con el mineral, comienza a desprenderse cloro, y la solución adquiere un color cereza oscuro si el mineral probado contiene vanadio. El cloro se conoce fácilmente por su color verde y su fuerte olor. Si se agregan unas gotas de agua a la solución rojo cereza, ésta tomará un color verdoso claro. Si en vez de unas gotas de agua se agrega un volumen mayor, la solución se volverá casi incolora.

2). El vanadio puede usualmente identificarse por el color verdoso que imparte al ácido sulfúrico.

Modo de operar: Se coloca en un tubo de prueba u otro recipiente de vidrio o porcelana un poco del mineral finamente pulverizado. Agréguese al mineral unos 15 c. c. de ácido sulfúrico concentrado y hiérvase hasta producción de humos sulfúricos. Déjese enfriar a la temperatura ambiente y agréguese con las debidas precauciones 15 a 30 c. c. de agua fría. Con esto el color de la solución cambiará a verde claro, si el mineral contiene apreciable cantidad de vanadio soluble.

3). Los vanadatos con el bisulfato de potasio en tubo cerrado forman una masa amarilla.

Modo de operar: Mézclese únicamente un poco del mineral finamente pulverizado con un volumen igual de bisulfato de potasio (sulfato ácido de potasio). Póngase en un tubo cerrado una media pulgada de esta mixtura; caliéntese al rojo por abajo el tubo, se producirá, al cabo de un tiempo, una masa amarillenta si el mineral contiene vanadato.

4). El peróxido de hidrógeno da un color rojo bruno a una solución ácida de vanadio.

Modo de operar: Colóquese en un receptáculo de porcelana un poco del mineral finamente pulverizado; viértase unos 15 c. c. de ácido clorhídrico concentrado y hiérvase por un par de minutos. Enfríese y agréguese otros 15 c. c. de ácido nítrico. Se vuelve a hervir por un par de minutos. Después de frío, se agregan otros 15 c. c. de ácido sulfúrico concentrado y se hierve hasta que se produzcan los humos blancos densos característicos. Se enfría a la temperatura ambiente, y con las precauciones del caso, se agrega unos 45 c. c. de agua fría. Se vuelve a hervir por otros dos minutos y se filtra. El líquido claro que pasa por el papel de filtro se recibe en un recipiente de vidrio o porcelana. Se toma unos 15 c. c. de esta solución filtrada y se ponen en un tubo de prueba, al cual se agrega una o dos gotas de peróxido de hidrógeno fresco. Si el mineral contiene vanadio soluble, la solución tomará un color rojo bruno.

5). El vanadio puede usualmente identificarse por los colores que imparte a las perlas. Si el mineral a probar es un sulfuro o arseniuro, debe ser previamente tostado a muerte por medio del soplete sobre el carbón hasta que no emita vapores de azufre o de arsénico. Con el producto de la tostación realizada por la llama oxidante del soplete, se puede practicar las pruebas de las perlas que se indican a continuación:

a) Con el bórax: A la llama oxidante la perla de vanadio será amarilla si está saturada. En la llama reductora se obtendrá perla verde en frío o caliente. Las perlas no saturadas obtenidas en la llama oxidante son incoloras.

b) Con la sal de fósforo: En la llama oxidante las perlas son amarillas en frío o caliente; en la llama reductora serán verdes.

ZINC

Los minerales importantes son: blenda (esfalerita, sulfuro de zinc); smithsonita (carbonato de zinc); y calamina (silicato hidratado de zinc, metasilicato básico de zinc o silicato de zinc).

1). El zinc puede determinarse generalmente por la aureola formada en el carbón cuando se calienta con soda por medio del soplete. Algunos compuestos del zinc dan la aureola aún sin ser mezclados con soda. Esta aureola es amarilla en caliente y blanca cuando se enfría. Si se humedece con solución de nitrato de cobalto y se calienta, asume un color verde permanente.

Modo de operar: Se mezcla íntimamente un poco del mineral finamente pulverizado con igual volumen de carbonato de sodio y se pone un poco de esta mezcla en una cavidad formada en el carbón. Se humedece un poco la mezcla con agua y luego se le aplica la llama reductora del soplete. Con esto se obtiene una pequeña aureola de color amarillo canario en caliente, que se pone blanca al enfriarse si el mineral usado contiene zinc.

Si esta aureola se humedece con una o dos gotas de solución de nitrato de cobalto y se vuelve a calentar fuertemente con el soplete en la llama reductora, la aureola tomará un color verde brillante que se ve mejor cuando está fría.

2). El zinc forma un precipitado blanco por el sulfuro de amonio en una solución alcalina, siendo el sulfuro blanco de zinc el único insoluble en solución alcalina.

Modo de operar: Colóquese en un tubo de prueba o en otro recipiente de vidrio o porcelana un poco del mineral finamente pulverizado; viértase unos 15 c. c. de ácido clorhídrico concentrado y una gota de ácido nítrico y hiérvase. Cuando el zinc se ha disuelto, agréguese 30 c. c. de agua fría y déjese enfriar la solución. A la solución fría se agrega amoniaco hasta darle fuerte reacción y olor amoniacal. Si hubiera fierro, se obtendría el precipitado rojo bruno característico. (Véase la prueba N° 3 de fierro). Fíltrese este precipitado con el residuo del ataque y recíbese el líquido claro filtrado en un recipiente de porcelana o vidrio. A la solución filtrada se agre-

gan algunas gotas de solución de sulfuro de amonio, la que precipitará el zinc como un polvo blanco de sulfuro de zinc.

3). Los silicatos de zinc cuando se humedecen con nitrato de cobalto y se calientan con el soplete, toman una coloración azul. El método siguiente es tomado de la obra "Handbook of Blowpipe Analysis" por G. M. Butler.

Modo de operar: Cójase una astilla de la sustancia a probar en unas pinzas de platino y caliéntese con el sopleté a la mayor temperatura posible. Examínese con una lupa; si hay signos de una fusión incipiente, esta prueba no puede aplicarse. Si el mineral es infusible, se humedece con nitrato de cobalto y se calienta fuertemente en la parte más caliente de la llama del soplete. Se observará que primero se vuelve negra, pero después de un prolongado calentamiento, puede asumir un tinte característico azul. Si no puede obtenerse una astilla de la sustancia, se puede moler el mineral y efectuarse la prueba con el polvo sobre el carbón. En este caso se requiere mayor tiempo de calentamiento y los resultados no siempre son satisfactorios.

Esta prueba puede aplicarse solamente a los minerales infusibles blancos o de coloración muy tenue o aquellos que se vuelven blancos o incoloros durante la ignición. Una coloración azul, que es más claramente visible en frío, indica la presencia de zinc; pero los minerales infusibles de aluminio pueden dar el mismo color sometidos a este tratamiento.

4). El siguiente método para la rápida determinación de la proporción aproximada de zinc en los minerales ha sido descrito por G. M. Butler, decano de la Escuela de Minas e Ingeniería de la Universidad de Arizona y Director del Bureau de Minas de Arizona, en el número de "Economic Geology" de enero de 1913:

"Probablemente el método más rápido para determinar la riqueza aproximada de los minerales oxidados de zinc, consiste en colocar como unos 5 c. c. del material a probar, finamente pulverizado sobre una platina de fierro de una y 1/2 a dos pulgadas de ancho. Se introduce luego este material sobre los carbones incandescentes de una fragua de herrero. La punta de la platina de fierro que contiene el material debe hundirse en una depresión que se practicará entre los carbones ardientes, de manera que éstos sobresalgan una media pulgada o más por encima y a todo el rededor de la muestra. En seguida se aplica aire a la fragua hasta que el hierro se ponga color rojo

blanco. El mineral oxidado de zinc se inflamará entonces quemando con una llama azulada y emitiendo humos de óxido de zinc. La densidad de estos humos varía con la riqueza del mineral. Una persona experimentada en estas pruebas, puede apreciar el contenido de zinc por este método con una aproximación de un 5 %, sobre todo cuando se trata de minerales de un mismo lugar. Minerales de zinc que contienen sólo 5 % de este metal emiten ya humos visibles cuando se les somete a este tratamiento”.
