

Por el Profesor de Química Analítica de la
Universidad Central, _____

X Sr. Dr. Dn. Ernesto Albán Mestanza. ==

X **Química Analítica** ==



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

(Continuación)

MARCHA ANALITICA

ENSAYOS PRELIMINARES

Todo análisis químico cualitativo debe estar precedido de una serie de ensayos preliminares que tienen por objeto dar una idea respecto de la naturaleza del cuerpo con que se opera y facilitar, por lo tanto, su investigación posterior por vía húmeda.

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Ante todo deberá comenzarse por examinar detenidamente los caracteres físicos del cuerpo; luego se lo pulverizará finamente y se practicarán los correspondientes ensayos previos, los cuales se efectúan por vía seca y en forma metódica. Si la sustancia que se analiza estuviera en disolución, se tomará una parte de ésta, se la evaporará hasta sequedad en el baño de maría y se operará con el residuo seco obtenido. (Consúltese el capítulo «Reacciones por vía seca», Anales N°. 277, pág. 156).

ENSAYOS SOBRE EL CARBON

I.—Sin adición de carbonato de sodio.

1º.—El cuerpo se funde y penetra en el carbón..... Sales alcalinas

2º.—Queda sobre el carbón un residuo blanco, infusible, que al calentarlo fuertemente emite una luz blanca más o menos viva..... Sales de Ca, Sr, Ba, Mg.

Una vez fría la masa, se la humedece con unas gotas de nitrato de cobalto, se la calienta nuevamente al soplete y se observa si adquiere una de las coloraciones siguientes:

Azul..... Compuestos de Aluminio (azul de Thenard).

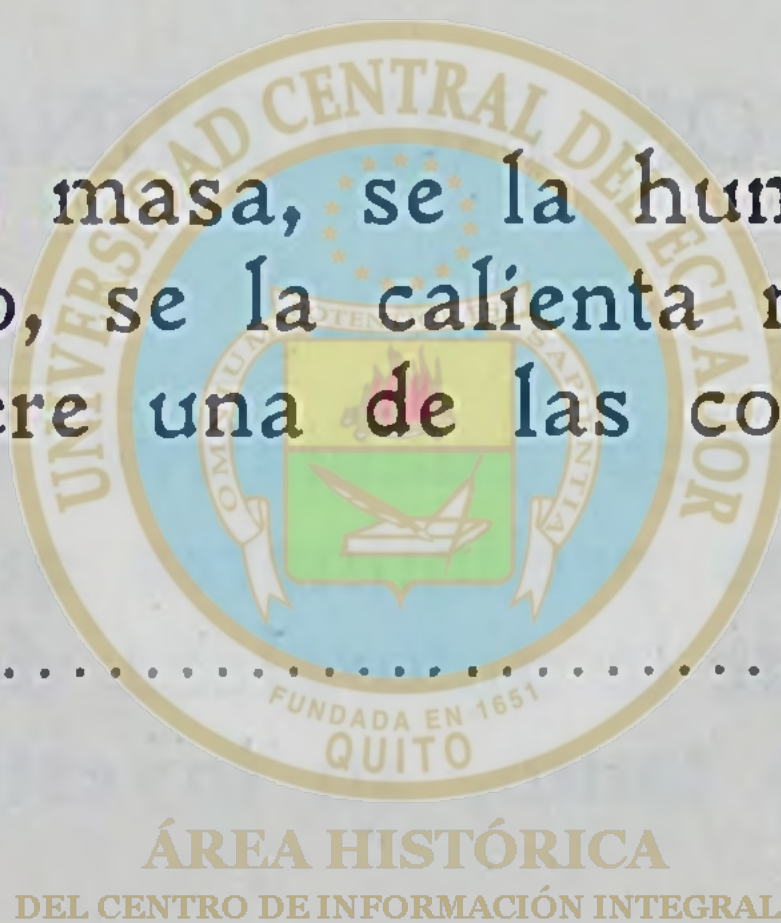
» Ciertos silicatos y fosfatos alcalino térreos.

Verde Compuestos de Zinc (verde de Rimmanns).

Rosada Magnesia

3º.—El cuerpo deflagra..... Nitritos, nitratos, cloratos.

4º.—El cuerpo decrepita Cloruro de sodio, fluoruro de calcio (espato fluor).



II.—Con adición de carbonato de sodio.

Olor a ajos	Aureola sin metal	Aureola con metal	Metal sin aureola
Compuestos de Arsénico	Amarilla en caliente, blanca en frío Zn	Aureola amarilla, botón maleable Pb	Botón amarillo Au
	Pardo-rojiza Cd	Aureola blanca, botón frágil Bi	« rojo Cu
	Blanca As	Aureola blanca, botón frágil Sb	« blanco Sn
			« blanco Ag

Todos los sulfatos y sulfuros al ser fundidos con carbonato de sodio sobre el carbón dan la reacción de Hépar.

ENSAYO EN TUBO DE VIDRIO CERRADO
POR UN EXTREMO

- 1º.—Se condensa agua en la parte fría del tubo.....

Agua de cristalización o de hidratación.
- Si la reacción del agua condensada es ácida

Sales ácidas.
- Si la reacción del agua condensada es alcalina

Sales amónicas.
- 2º.—El cuerpo se funde.....

Sales alcalinas;
algunos silicatos
alcalino - térreos.
- 3º.—El cuerpo se hincha

Bórax, alumbre.
- 4º.—El cuerpo se carboniza, con o sin desprendimiento de vapores empireumáticos

Sustancias orgánicas.

5°.—El cuerpo cambia de color:

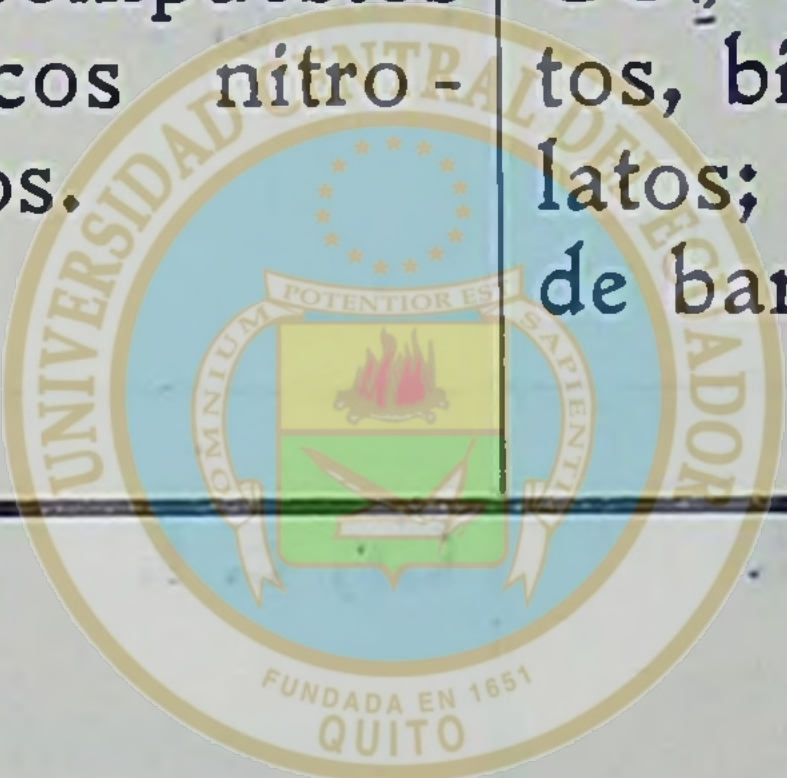
En caliente	En frío	Cuerpos
amarillo	blanco	óxido de zinc
pardo	amarillo pálido	« « estaño
pardo-rojizo	amarillento	« « plomo
anaranjado	amarillo	« « bismuto
gris-acerado	pardo - rojizo	« férrico
negro	negro	nitrato de cobre
negro	negro	nitrato de cobalto
rojo	amarillo	sulfuro de cadmio

6°.—Se forma un sublimado en la parte fría del tubo:

Blanco	Gris - negrusco	De color
<p>Sales amónicas</p> <p>Sales mercurio</p> <p>Anhidrido arsenioso (octaedros)</p> <p>Anhidrido antimonio (agujas).</p> <p>Si se cubre el sublimado con un poco de carbonato de sodio seco y se calienta nuevamente, las sales de mercurio tiñen de rojo HgO; las sales de amonio desprenden amoníaco.</p>	<p>Compuestos oxigenados de mercurio</p> <p>Yodo libre (vapores violados).</p> <p>Arsénico.</p> <p>Sulfuro mercúrico</p> <p>El sublimado de mercurio metálico está formado por pequeñas gotitas que se reúnen cuando se las frota con una varilla de vidrio.</p>	<p>Al calor rojo-pardo, en frío amarillo: azufre libre o proveniente de los sulfuros y tio-sulfatos.</p> <p>Amarillo: yoduro mercúrico; se vuelve rojo al frotarlo con una varilla de vidrio.</p>

7º.—Desprendimiento de gases o vapores:

Coloreados	Incoloros, con olor	Incoloros e inodoros
Pardo rojizo: vapores nitro- sos provenien- tes de las ní- tratos y nítritos	H_2S : de algu- nos sulfuros.	O: de los óxidos, per- óxidos, nitratos, clora- tos, yodatos, peróxidos, etc.; aviva la combus- tión de una cerilla con un punto de ignición.
Amarillo ver- doso: cloro de cier- tos cloruros.	SO_2 : de los sul- fitos ácidos; de los sulfatos de los metales pesados (junto con anhi- drido sulfúrico).	CO: de los oxalatos, formíatos; arde con lla- ma azul.
Violeta: yodo de los yo- duros, en pre- sencia de oxi- dantes.	NH_3 : sales amó- nicas; compuestos orgánicos nítro- genados.	CO_2 : de los carbona- tos, bicarbonatos, oxa- latos; enturbia el agua de barita.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

COLORACION DE LAS PERLAS

Color de la perla	Bórax		Sal de fósforo	
	Llama de		Llama de	
	Oxidación	Reducción	Oxidación	Reducción
Incolora	SiO_2	id.	esqueleto silíceo	id.
«	metales alcalino térreos	id.	id.	id.
Azul	Co, c. f. Cu, f.	Co, c. f.	Co, c. f. Cu, f.	Co, c. f.
Verde	Cr, c. f. Cu, c.	Cr, c. f.	Cr, c. f. Cu, c.	Cr, c. f.
Violeta	Mn, c. f.		Mn, c. f.	
Rojo	Fe, c.	Cu, f., m. s. opaca	Fe, c., m. s.	Fe, c., rojo sanguíneo
Amari- llo hasta pardo	Fe, c., p. s. ó f., m. s. Ni, f., pardo rojizo		Fe, c., m. s. Ni, f. Ag, c.	Fe, c.

c = en caliente; f = en frío; m. s. = muy concentrada;
p. s. = poco concentrada.

COLORACION DE LA LLAMA

Amarillo intenso..... Sodio

Violeta..... Potasio

En presencia de sodio, obsérvese la llama a través de un vidrio de cobalto.

Rojo carmín..... { Estroncio
 { Litio

Rojo amarillento Calcio

Amarillo verdoso Barrio

Verde amarillento Acido bórico
Fosfatos

Especialmente cuando se humedece la sustancia con ácido sulfúrico concentrado.

Azul pálido { Arsénico, antimonio
y plomo

Varía entre verde y azul Cobre



ENSAYO PRELIMINAR DE LOS ELEMENTOS ELECTRO-NEGATIVOS

Se coloca en un tubo de ensayo 0,5—1 gr. de la sustancia pulverizada que se investiga, luego se añade ácido sulfúrico diluido y se observa, primero en frío y después en el calor, si se desprenden gases o vapores que se reconocen por los caracteres siguientes:

I.—Tratamiento con ácido sulfúrico diluido

HCN	proveniente de los cianuros	olor a almendras amargas.
H ₂ S	id. de los sulfuros	olor a huevos podridos; ennegrece el papel de acetato de plomo.
NO ₂	id. de los nitritos	vapores pardos.
SO ₂ , sin depósito de S	id. de los sulfitos	olor a pajuela.
SO ₂ , con depósito de azufre	id. de los hiposulfitos	olor a pajuela. El azufre depositado es de color amarillo y toma esa coloración principalmente al calor.
CO ₂	id. de los carbonatos	olor picante; enturbia el agua de barita o de cal.
Cl	id. de los hipocloritos	amarillo-verdoso, olor sofocante.
O	id. de los peróxidos, alcalinos o alcalino térreos	enciende una cerilla con un punto de ignición.
CH ₃ .COOH, al hervir	id. de los acetatos	olor a ácido acético; enrojece el papel azul de tornasol.

TRATAMIENTO CON ACIDO SULFURICO CONCENTRADO

A.—Gases incoloros

HCl	Proveniente de los cloruros	Humeante al aire; no enturbia el agua de barita.
SiF_4	Proveniente de los fluoruros	Humeante al aire; enturbia el agua.
SO_2 , sin separación de azufre	En este caso el desprendimiento de SO_2 proviene del ácido sulfúrico concentrado que actúa sobre los metales, azufre, sulfuros, carbón que pueden existir en las sustancias analizadas.	
SO_2 , con separación de azufre	Proviene de los sulfo-cianatos, pero sólo en el caso de que, en el ensayo anterior con H_2SO_4 diluido, se haya comprobado la ausencia de hiposulfitos.	
CO	Proveniente de los cianuros, ferrocianuros, oxalatos y otros ácidos orgánicos.	Quema con llama azul.

Las sustancias orgánicas se carbonizan con desprendimiento de CO, CO_2 , SO_2 . Hay que tener presente que los cloratos, por la acción del ácido sulfúrico concentrado, pueden dar lugar a explosiones.

B.—Gases coloreados

Cl	Proveniente de los cloruros e hipocloritos.	Amarillo-verdoso, olor sofocante; azulea el papel yoduro almidonado.
ClO ₂	Proveniente de los cloratos.	Amarillo-oscuro; explota cuando se lo calienta.
HBr	Es incoloro, pero con frecuencia está coloreado de amarillo por Br libre, proveniente de los bromuros.	Olor y sabor picantes, fumante al aire.
I	Proveniente de los yoduros.	Violeta; azulea el papel almidonado.
Mn ₂ O ₇	Proveniente de los permanganatos.	Vapores violetas; si se calienta la masa reaccionante, el Mn ₂ O ₇ que se forma se descompone fácilmente en O y MnO ₂ con explosión.
NO ₂	Proveniente de los nitratos.	Vapores pardos; olor picante.

Una vez practicados los ensayos preliminares, anteriormente expuestos, se procede a la

DISOLUCION DE LA SUSTANCIA

Si el cuerpo que se analiza es sólido, se lo pulveriza finamente antes de someterlo a la acción de los disolventes.

Si la investigación recae sobre las bases contenidas en una materia orgánica, se calcinará esta hasta su completa descomposición y el residuo o cenizas obtenidas se disolverán en agua o en ácidos.

Se emplean como disolventes:

- 1º.—Agua,
- 2º.—Acido clorhídrico,
- 3º.—Acido nítrico,
- 4º.—Agua regia,

los cuales deben actuar sucesivamente y en el orden indicado.

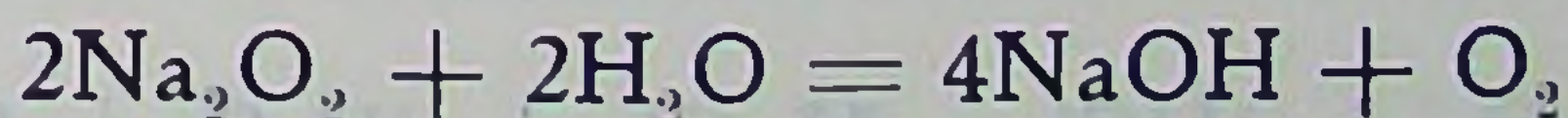
Si el cuerpo no se disuelve en ninguno de estos disolventes, se procederá entonces a su disgregación o ataque por medio de fundentes, en la forma indicada más adelante.

1º.—Disolución en agua destilada

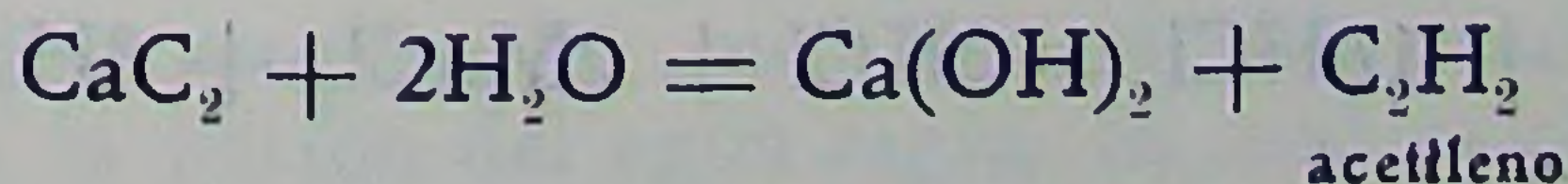
En un tubo de ensayo se coloca una pequeña porción de la sustancia pulverizada, se añaden aproximadamente 10 c. c. de agua y se trata de disolverla agitando la mezcla en frío, y luego calentándola hasta la ebullición. Si la sustancia se disuelve completamente, quiere decir que el agua es el disolvente apropiado; mas, si en apariencia no se disuelve, se la dejará depositar, se decantará el líquido sobre un filtro pequeño y se evaporarán hasta la sequedad unas gotas del líquido filtrado sobre una lámina de platino, cuidando de que no se produzca ebullición y observándose después si queda o no algún residuo.

Muchas sustancias en contacto con el agua se descomponen, originando sales básicas insolubles, lo cual sucede con las de bismuto, antimonio, nitrato mercúrico, etc.; otras, por el contrario, producen desprendimientos gaseosos; así p. ej.:

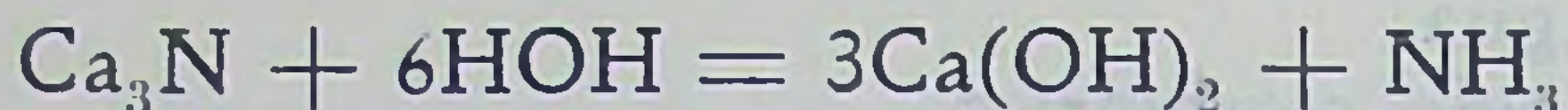
a).—los peróxidos alcalinos y alcalino-térreos desprenden oxígeno:



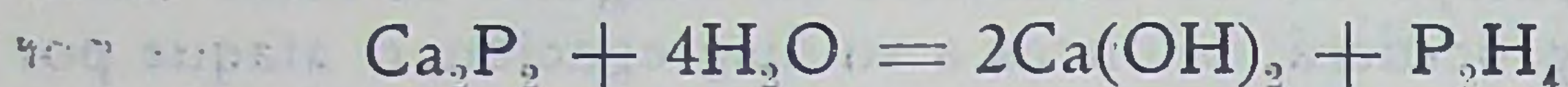
b).—los carburos desprenden acetileno, de olor aliáceo; este gas arde con llama muy brillante y fuliginosa:



c).—los nitruros alcalino-térreos desprenden amoníaco:



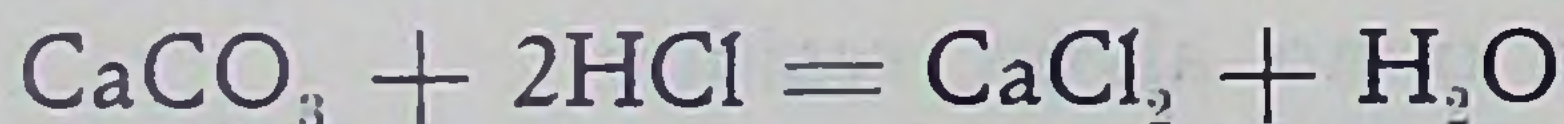
d).—los fosfuros alcalino-térreos desprenden hidrógeno fosforado P_2H_4 , de olor alíaceo desagradable y que se inflama espontáneamente:



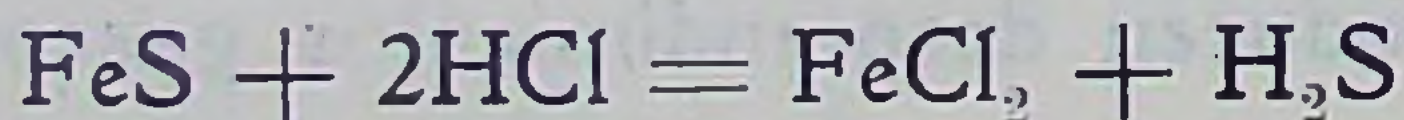
2º.—Disolución en ácido clorhídrico

Si la disolución de la sustancia en el agua es parcial, se descanta el líquido sobre un filtro y el residuo insoluble se somete a la acción sucesiva del ácido clorhídrico diluido y concentrado, primero en frío y después en caliente, cuidando también, en este caso, de observar los fenómenos que pudieran producirse durante la disolución, tales como desprendimiento gaseoso, transformación o cambio de aspecto, etc. Así,

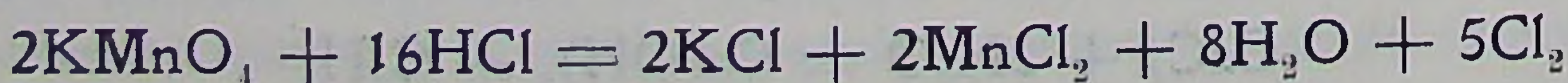
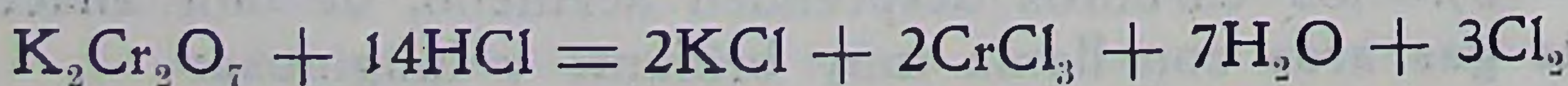
a).—los carbonatos desprenden anhídrido carbónico:



b).—los sulfuros desprenden gas sulfhídrico:



c).—los peróxidos, cromatos y permanganatos desprenden cloro:



El peróxido de plomo se disuelve en ácido clorhídrico concentrado caliente, formando cloruro de plomo, el cual precipita en forma de agujas cristalinas, al enfriarse el líquido.

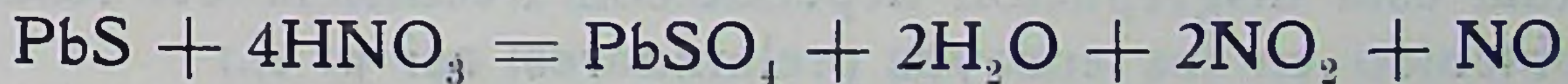
Si a consecuencia de la acción del ácido clorhídrico se observara la aparición de un precipitado y éste fuese amarillo, revelará la presencia de azufre, proveniente de la descomposición de los hiposulfitos o polisulfuros; mas, si el precipitado fuese blanco gelatinoso, será sílice, originada por los silicatos descompuestos mediante la acción del ácido clorhídrico.

3º.—Disolución en ácido nítrico

El residuo insoluble en los anteriores disolventes, después de lavado perfectamente con agua destilada caliente, se lo trata con ácido nítrico, asimismo diluido y concentrado, en frío y en el calor.

El ácido nítrico, que es un oxidante enérgico, transforma los arsenitos en arseníatos, las sales estannosas en estánnicas, las mercuriosas en mercúricas, las ferrosas en férricas, etc.

También los sulfuros sufren la acción oxidante del ácido nítrico, convirtiéndose en sulfatos, a la vez que se desprenden vapores rutilantes. Los sulfuros de bario, estroncio y plomo se transforman en sulfatos que se precipitan por ser insolubles:

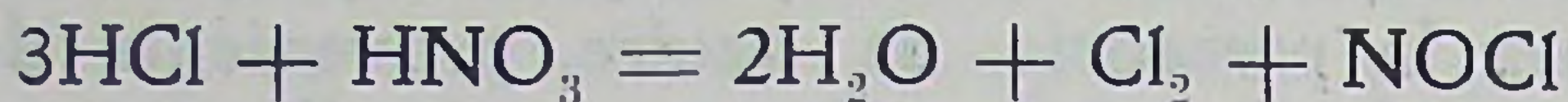


La mayor parte de los metales son disueltos por el ácido nítrico, transformándose en nitratos; el estaño y el antimonio forman con ese ácido óxidos insolubles SnO_2 ,aq. y Sb_2O_5 ,aq.; el oro y el platino no son atacados por dicho ácido.

4º.—Disolución en el agua regia

El residuo no disuelto mediante el tratamiento anterior se somete a la acción del agua regia, la cual se obtiene mez-

clando 3 volúmenes de ácido clorhídrico concentrado con 1 volumen de ácido nítrico concentrado; esta mezcla da lugar a la formación de cloro naciente que es el que determina las disoluciones correspondientes:



El agua regia disuelve el oro y el platino, transformándolos en cloruros; también ataca y disuelve los sulfuros de mercurio, oro y platino.

Si se analiza una mezcla de cuerpos solubles en diferentes disolventes; p. ej. en agua y en ácido clorhídrico, o en ácido clorhídrico y ácido nítrico, etc., se preferirá analizar separada y sucesivamente cada una de las disoluciones obtenidas, por ser más fácil y más rápido ejecutar dos análisis sencillos que uno complicado. Además, de la mezcla de soluciones diversas pudieran originarse precipitaciones que dificulten el curso del ensayo.

Cuando por la acción de los disolventes mencionados no se consigue la disolución del cuerpo, se procede entonces a su disgregación, transformándolo en otra combinación capaz de disolverse en el agua y en los ácidos. La manera de efectuar esta disgregación depende con frecuencia del resultado obtenido en los ensayos preliminares; así p. ej.:

a).—Los sulfatos insolubles (BaSO_4 , SrSO_4) se disgregan fácilmente fundiendo en un crisol de platino la sustancia finamente pulverizada con 4 — 5 partes de carbonato de sodio, o mejor con una mezcla de dos partes de carbonato de sodio y 2 partes de carbonato de potasio, que funde con más facilidad que el carbonato de sodio o potasio cuando se los emplea solos. De esta manera las bases se convierten en carbonatos, solubles en ácidos, y el ácido sulfúrico de esas bases se transforma en sulfatos alcalinos, solubles en agua; por esto, si la masa producida por la fusión, se calienta con agua, en el baño de maría, se disuelven en ella los sulfatos al-

calinos y quedan como residuo insoluble los carbonatos correspondientes.

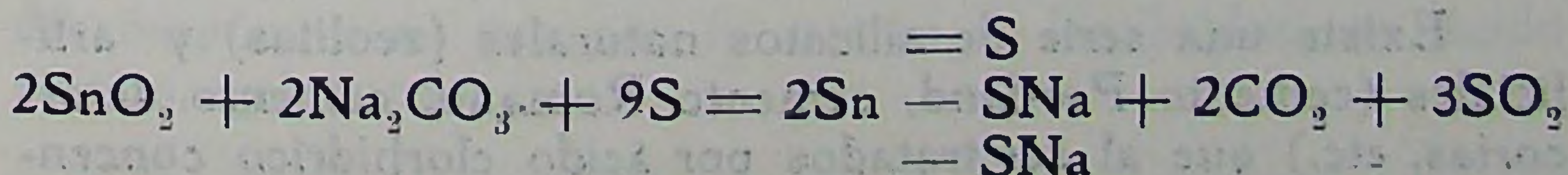
Por filtración se separa el líquido del residuo insoluble, el cual se lava repetidas veces con una solución concentrada de carbonato de sodio, luego con solución del mismo, diluida al 5%, y se termina el lavado con agua caliente hasta que los líquidos filtrados no den reacción alcalina; entonces se disuelve el residuo en ácido nítrico diluido y en esta solución se reconocen las bases mediante los reactivos que les caracterizan.

El ácido sulfúrico existente en el líquido filtrado se reconoce acidulándolo con ácido clorhídrico, luego hirviéndolo para expulsar el anhídrido carbónico y adicionándolo por último una solución de cloruro de bario.

Esta forma de disgregación no puede aplicarse al sulfato de plomo, a causa de que este cuerpo ataca y agujerea el crisol de platino, y por esto se procede hirviéndolo con una solución concentrada de carbonato de sodio. Los sulfatos de calcio y estroncio experimentan, por este método, la misma transformación, mientras que el sulfato de bario, por igual tratamiento, se disgrega tan sólo parcialmente.

b).—Los fluoruros insolubles se disgregan en un crisol de platino, calentándolos suavemente con ácido sulfúrico concentrado; por este tratamiento, se descomponen, transformándose en ácido fluorhídrico que se desprende y los correspondientes sulfatos que quedan como residuo, el cual se lo disuelve hirviéndolo con ácido clorhídrico.

c).—El óxido estánnico natural (casiterita), o el ácido metaestánnico calcinado a elevada temperatura se descompone fundiendo en un crisol de porcelana una parte de la sustancia finamente pulverizada con seis partes de una mezcla, en cantidades iguales, de carbonato de sodio seco y polvo de flor de azufre: el óxido estánnico se convierte en sulfoestannato de sodio soluble en agua:



Soluble

d).—Los cloruros, bromuros y yoduros de plata se descomponen, con separación de metal, calentándolos primeramente hasta fusión y adicionándolo luego, a la masa fría, zinc y ácido sulfúrico diluido.

e).—Los óxidos de hierro y aluminio insolubles se convierten en compuestos solubles fundiéndolos en un crisol de platino o cuarzo con ocho veces su peso de sulfato ácido de potasio KHSO_4 , teniendo cuidado de no elevar la temperatura sino después de que se hubiere desprendido toda el agua de cristalización del sulfato ácido. Una vez fría la masa, se la trata con agua hirviente a la que se adiciona unos pocos centímetros cúbicos de ácido sulfúrico o clorhídrico diluido. Si después de este tratamiento quedase un residuo, se lo separará del líquido por filtración: en el líquido filtrado se encuentran disueltos el Fe y Al en forma de sulfatos.

f).—Sulfuros insolubles se solubilizan casi todos por la acción del ácido nítrico concentrado, que los transforma en los correspondientes sulfatos. El sulfuro de mercurio no es atacado por este ácido; los sulfuros de estaño y antimonio se convierten en óxidos insolubles; el sulfuro de plomo forma un precipitado blanco, insoluble, del sulfato de plomo.

g).—Sílice y silicatos Antes de proceder a su disgregación, es necesario pulverizar finamente los cuerpos, empleando para ello morteros de acero o bien de ágata o porcelana, según el grado de dureza del cuerpo que se pulverice. El polvo proveniente de la trituración se tamiza por una tela fina de seda; las partes gruesas de sustancia que quedan sobre el tamiz, se trituran y tamizan nuevamente, repitiendo la operación hasta que toda la sustancia haya pasado por el tamiz.

I.—Silicatos que se descomponen por los ácidos

Existe una serie de silicatos naturales (zeolitas) y artificiales (cemento Portland, cemento Romano, cemento de escorias, etc.) que al ser tratados por ácido clorhídrico concentrado, se disgregan completamente, transformándose en los

correspondientes cloruros solubles y en ácido silícico que se deposita en forma gelatinosa o pulverulenta:

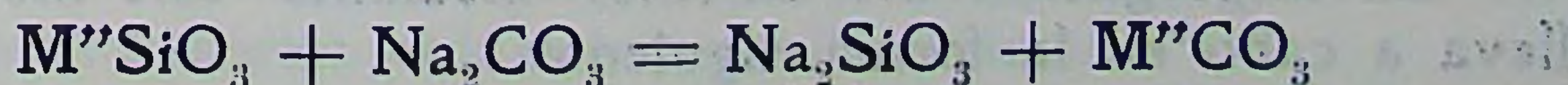


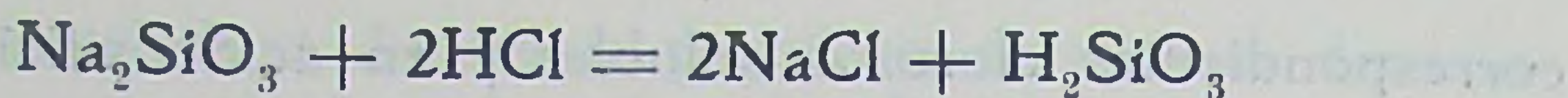
Con este fin, se hierve en una cápsula de porcelana, con ácido clorhídrico concentrado, una porción de la sustancia finamente pulverizada, hasta conseguir su completa descomposición, lo cual se reconoce en las partículas que se depositan en el fondo, no crujen cuando se las frota con una varilla de vidrio contra las paredes de la cápsula. Entonces se evapora hasta sequedad en el baño de maría, con el objeto de transformar la sílice gelatinosa que es algo soluble, en un producto amorfo, insoluble. El residuo seco obtenido se humedece con ácido clorhídrico concentrado, se lo deja actuar a la temperatura ordinaria durante quince minutos, con lo cual se redisuelven los óxidos y oxiclорuros de hierro, aluminio, magnesio, etc., que se forma por hidrólisis; por último, se trata la masa con agua hirviente, agitándola con una varilla de vidrio, y se le filtra: el ácido silícico queda sobre el filtro, y los metales respectivos se encuentran en el líquido filtrado en forma de cloruros.

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

II.—Silicatos que no se descomponen por la acción de los ácidos

Cuando los silicatos no se descomponen por la acción de los ácidos, se los disgrega fundiéndolos con carbonato de sodio, o con una mezcla de carbonato de sodio y carbonato de potasio en partes iguales. Por la acción del carbonato alcalino, el ácido silícico del silicato insoluble se convierte en silicato alcalino soluble; las bases que se hallaban combinadas con dicho ácido, se transforman en los correspondientes carbonatos metálicos. El silicato alcalino resultante, se descompone a su vez por la acción de los ácidos, en ácido silícico, gelatinoso:



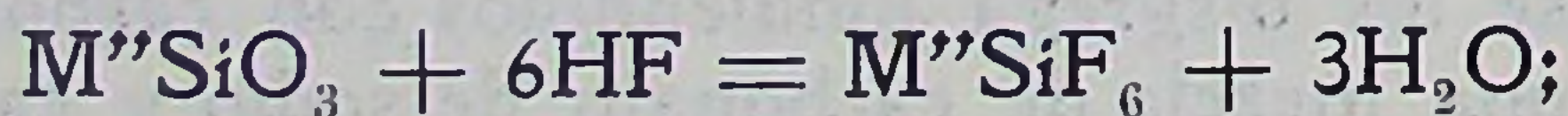


El ensayo se practica de la siguiente manera:

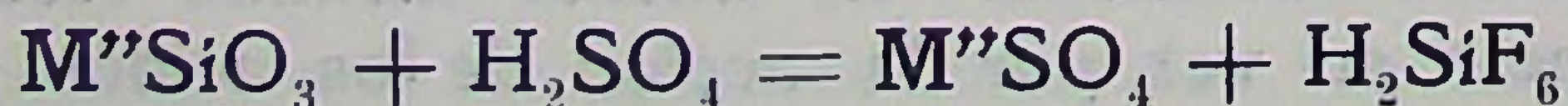
Se coloca en un crisol de platino la mezcla íntima de una parte de la sustancia finamente pulverizada, con 4 — 6 partes de carbonato sódico-potásico, se la recubre con una capa delgada de estos carbonatos y, por último, se calienta el crisol tapado mediante el soplete, elevando gradualmente la temperatura hasta que cesen de desprenderse burbujas de anhídrido carbónico y la masa entre en fusión tranquila, en cuyo estado se la mantiene durante quince minutos; entonces se descubre el crisol, se lo toma con una pinza y se lo enfría bruscamente, sumerjiendo el asiento todavía rojo, en agua destilada fría, con lo cual se contrae la masa, ocasionando su separación de las paredes del crisol. Hecho esto, se coloca el crisol en el fondo de un vaso de precipitación y se adiciona, poco a poco, cubriendo el vaso con un vidrio de reloj, ácido clorhídrico diluido hasta que cese la efervescencia proveniente de la descomposición de los carbonatos. El producto así obtenido, se evapora hasta sequedad en una cápsula de porcelana con el fin de insolubilizar la sílice y después se continúa el tratamiento según el método anteriormente descrito.

Es natural que por este procedimiento de disgregación no puedan reconocerse los álcalis contenidos en un silicato.

La investigación de los álcalis contenidos en algunos silicatos se efectúa por disgregación mediante HF, de la sustancia reducida a polvo fino: el HF convierte la sílice en fluoruro de silicio, volátil y transforma las bases del ácido silícico en hidrofluosilicatos:



estos compuestos, por la acción del ácido sulfúrico concentrado, se disuelven transformándose en sulfatos, con desprendimiento de ácido hidrofluosilícico:



La disgregación del silicato, mediante este método, se lleva a cabo en la forma siguiente:

Se coloca una porción del cuerpo que se ensaya, reducido a polvo fino, en un crisol de platino; se adiciona 2 c. c. de ácido sulfúrico puro, diluido previamente con agua en la proporción de un volumen de ácido concentrado con 2 volúmenes de agua; luego se agrega aproximadamente 5 c. c. de ácido fluorhídrico también puro y se evapora al baño de maría, agitando la masa de vez en cuando con un alambre de platino, hasta que ya no se desprendan de ella vapores de ácido fluorhídrico, reconocibles por su olor picante; entonces, al residuo obtenido se le adicionan nuevamente 5 c. c. de ácido fluorhídrico y se repite la evaporación. Terminada la descomposición, se calienta el crisol con una llama, cuidando de no elevar demasiado la temperatura, a fin de evitar que una parte de los sulfatos formados se conviertan en óxidos insolubles en agua. Una vez fría la masa, se la disuelve calentándola con agua al baño de maría.

Si después de este tratamiento quedara sin disolverse una porción de sustancia, ésta podrá estar formada por sulfato de bario o por ácido titánico.

MARCHA SISTEMÁTICA PARA LA INVESTIGACIÓN DE LOS METALES POR LA VÍA HUMEDA

Para la investigación de los metales por la vía húmeda, se toma aproximadamente 0,5 a 1 gr. de la sustancia objeto del análisis y se la disuelve según los métodos señalados anteriormente.

Si el cuerpo que se analiza es un líquido, por medio de un papel de tornasol se apreciará su reacción, la cual podrá ser neutra, alcalina o ácida; si resultare neutra o alcalina, se la acidulará con unas gotas de ácido nítrico a fin de operar en un medio ligeramente ácido.

Cuando la disolución, objeto de ensayo, estuviere concentrada, se tomará una parte de ésta y se la diluirá previamente con agua, antes de proceder al análisis.

En las disoluciones que tienen reacción neutra, no se encuentran ni oxalatos ni fosfatos alcalino-térreos.

Si la sustancia que se ensaya se disuelve en ácido clorhídrico o nítrico concentrados o en el agua regia, antes de proceder al análisis se desalojará por evaporación al baño de arena el exceso de ácido, y el residuo así obtenido se diluirá con agua.

Con el fin de analizar los metales según la marcha adoptada, se los distribuye en cinco grupos diferentes, atendiendo a la diversa manera de comportarse respecto de los reactivos llamados generales o de grupo, los cuales deben emplearse sucesivamente, en el orden que a continuación se indican:

1º.—Ácido clorhídrico

2º.—Ácido sulfhídrico

3º.—Sulfuro de amonio + amoníaco, en presencia de cloruro de amonio

4º.—Carbonato de amonio + amoníaco

Mediante cada uno de estos reactivos se precipita una serie de metales que constituyen un grupo, a saber:

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

PRIMER GRUPO

Metales que son precipitados de sus disoluciones por el ácido clorhídrico en forma de cloruros:

PbCl_2	.....	blanco
AgCl}	.....	blanco
Hg_2Cl_2	.....	blanco

SEGUNDO GRUPO

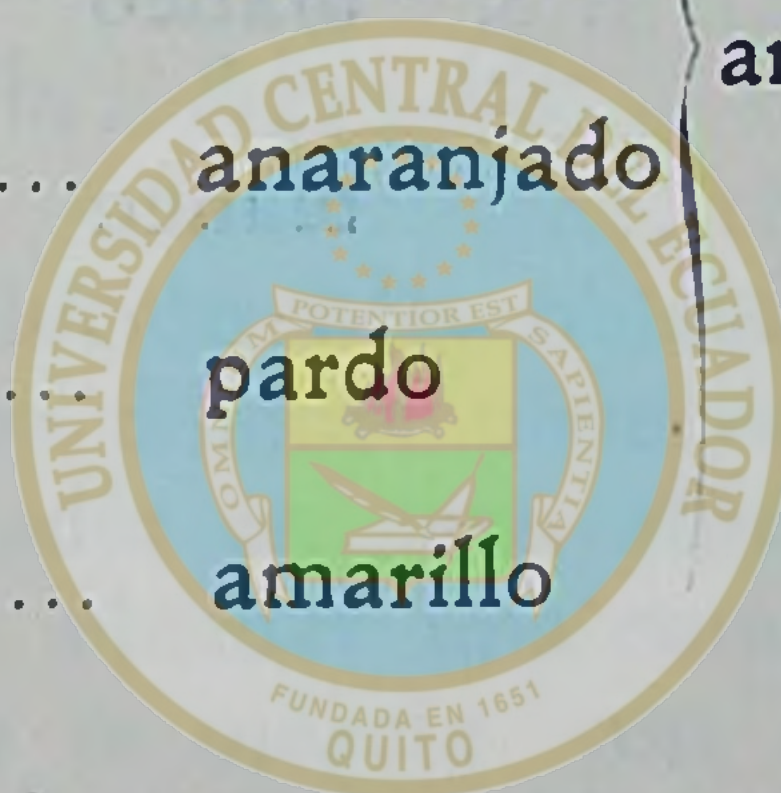
Metales que son precipitados de sus disoluciones ácidas en forma de sulfuros, por el ácido sulfhídrico:

HgS}	.....	negro
PbS}	.....	negro
Bi_2S_3	.....	pardo-negrucito
CuS}	.....	negro
CdS}	.....	amarillo

Insolubles en sulfuro
de amonio.

As_2S_3	.....	amarillo
As_2S_5	.....	amarillo
Sb_2S_3	.....	anaranjado
Sb_2S_5	.....	anaranjado
SnS}	.....	pardo
SnS_2	.....	amarillo

Solubles en sulfuro de
amonio.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

TERCER GRUPO

Metales que en presencia de cloruro de amonio son precipitados de su disolución amoniacal por el sulfuro de amonio:

a).—Como sulfuros

FeS}	.....	negro
CoS}	.....	negro
NiS}	.....	negro
MnS}	.....	carne o verde
ZnS}	.....	blanco

b).—Como hidróxidos

Al(OH)_3 blanco

Cr(OH)_3 verde

CUARTO GRUPO

Metales que precipitan por el carbonato de amonio en disolución amoniaca en estado de carbonatos:

BaCO_3 blanco

SrCO_3 blanco

CaCO_3 blanco



QUINTO GRUPO

Metales que no son precipitados por ninguno de los reactivos anteriores: Mg , Li , K , Na , NH_4 .

Si por la adición de alguno de los reactivos mencionados se produjere un precipitado, se añadirá dicho reactivo en cantidad suficiente para que la precipitación sea completa, lo cual se comprobará por una nueva adición del mismo reactivo al líquido filtrado.

El precipitado obtenido se lo recogerá en un filtro, se lo lavará cuidadosamente con agua y se lo someterá a la acción de los reactivos especiales destinados a caracterizar cada uno de los metales que pudieran encontrarse en el cuerpo.

En el líquido filtrado se investigarán los metales del grupo siguiente, asimismo, por adición del correspondiente reacti-

tivo general y, en caso de originarse precipitado, se lo tratará en la forma anteriormente indicada.

Tratándose de un análisis cualitativo, se evitará mezclar el agua proveniente de la loción de los precipitados con el líquido filtrado.

PRECIPITACION Y SEPARACION DE LOS METALES DEL PRIMER GRUPO

Pb, Ag, Hg

Se adiciona a la solución fría, objeto del ensayo, unas gotas de ácido clorhídrico diluido, observando si originan la formación de un precipitado; en caso afirmativo, se continúa la acición del HCl, hasta obtener una completa precipitación; luego se agita vivamente la mezcla con el fin de que todo el precipitado se aglomere en forma de grumos, lo cual facilita su filtración.

El precipitado así obtenido es blanco y puede estar constituido por los cloruros de plomo, plata y mercurioso.

Para diferenciarlos, se filtra el precipitado, se lo lava con agua destilada fría, después se lo trata por agua hirviente, que disuelve el cloruro de plomo, en el caso de existir este compuesto, y se lo filtra en caliente.

a).—Reconocimiento del Pb:

En este líquido filtrado se caracteriza el plomo mediante la adición de ácido sulfúrico diluido, que precipita sulfato de plomo, blanco, insoluble. También puede reconocerse el plomo agregando al líquido filtrado una disolución de dicromato de potasio y unas gotas de ácido acético, con lo cual se obtiene un precipitado amarillo, de cromato de plomo,

Por ser insolubles en agua quedarán sobre el filtro los cloruros de plata y mercurioso; estos compuestos, después de lavarlos repetidas veces con agua caliente, se los tratará en el mismo filtro con una disolución de amoníaco: el cloruro mercurioso, por la acción del amoníaco, se ennegrese, convirtiéndose en cloruro mercuriamina y mercurio metálico. El cloruro de plata, a su vez, se disuelve en la solución amoniacal y pasa a través del filtro en forma de cloruro-amino de plata. Esta solución se lleva nuevamente sobre el filtro con el objeto de disolver la mayor cantidad posible de cloruro de plata que pudiera contener el precipitado.

b).—Reconocimiento del Ag:

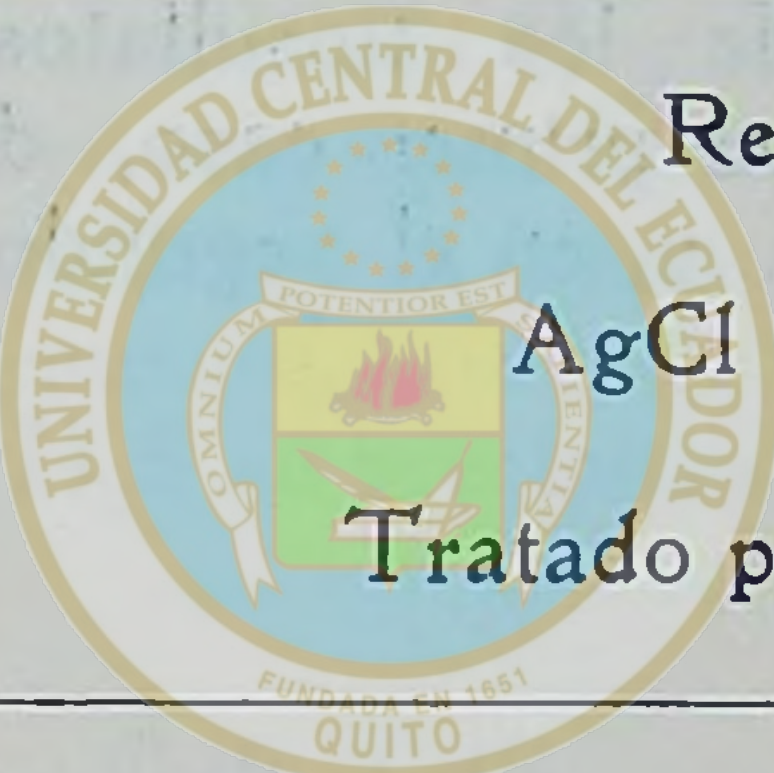
El líquido amoniacal filtrado se acidula con ácido nítrico diluido; en caso de contener plata, reaparecerá el precipitado blanco, caseoso, de cloruro de Ag.

c).—Reconocimiento del Hg:

Para comprobar la existencia del mercurio en el precipitado ennegrecido por la acción del amoníaco, se lo convierte en HgCl_2 , disolviéndolo en agua regia; se desaloja el exceso del ácido, por evaporación al baño de maría; se agrega al residuo una pequeña porción de agua destilada y luego una solución de cloruro estannoso: la aparición de un precipitado blanco o gris demuestra la existencia de Hg.

CUADRO I

SEPARACIÓN DE LOS METALES DEL PRIMER GRUPO

<p>Reactivo general: HCl diluido</p> <p>El precipitado obtenido puede contener: PbCl_2, AgCl, Hg_2Cl_2.</p> <p>Después de lavarlo con agua fría se lo trata con agua hirviente y se filtra al calor:</p>			
<p>Disolución:</p> <p>PbCl_2</p> <p>a).—Una porción tratada con H_2SO_4 diluido: precipitado blanco de PbSO_4.</p> <p>b).—Otra porción tratada con $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ y unas gotas de ácido acético: precipitado amarillo de PbCrO_4.</p>	 <p>Residuo:</p> <p>AgCl y Hg_2Cl_2</p> <p>Tratado por amoníaco:</p>		
	<p>Disolución:</p> <p>$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}$, acidulada con HNO_3: precipitado blanco caseoso de AgCl.</p>		<p>Residuo:</p> <p>$\text{NH}_2\text{HgCl} + \text{Hg}$, de color negro</p>

Observaciones:

La adición de HCl (o de cualquier otro ácido, por ejemplo. HNO_3), al líquido primitivo, puede ocasionar en ciertos casos la precipitación del bismuto y antimonio en forma de

oxicloruros BiOCl y SbOCl , solubles en una cantidad mayor de HCl . Asimismo, este ácido puede dar lugar a la precipitación de ácido silícico gelatinoso, si se encontraran, en la disolución, silicatos alcalinos; en cuyo caso se lo separará de la disolución evaporándola hasta sequedad, junto con el precipitado, y tratando después el residuo con ácido clorhídrico y agua, en la forma que se indica al hablar de la disolución de los silicatos.

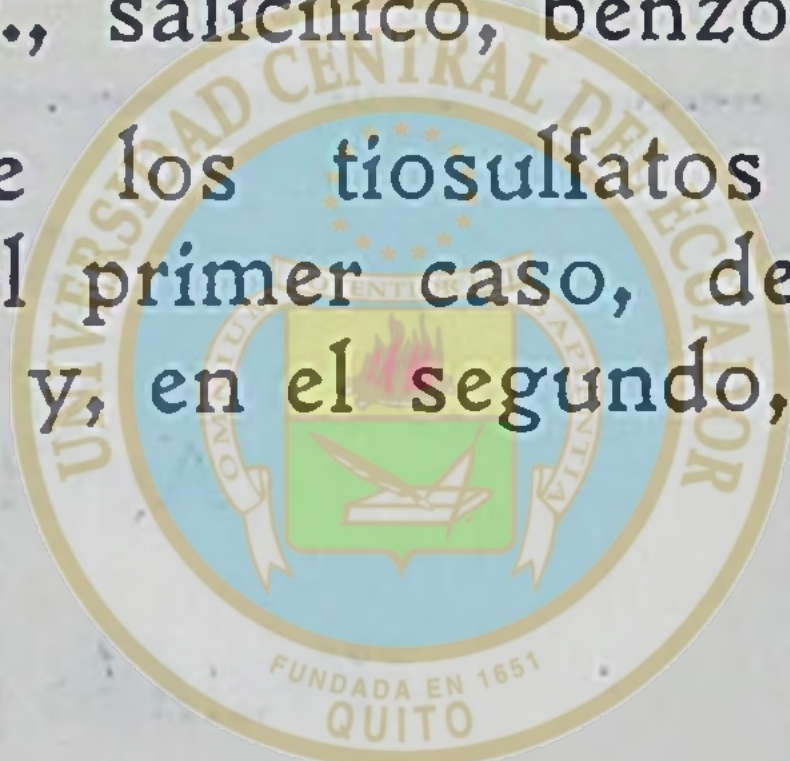
Por la presencia del HCl precipitan, además, los siguientes cuerpos:

Acido molíbdico.

Acido bórico, de aspecto cristalino, proveniente de los boratos: es soluble en agua caliente.

Acidos orgánicos, p. ej., salicílico, benzoico, etc.

Azufre proveniente de los tiosulfatos o de los polisulfuros, acompañado, en el primer caso, de un desprendimiento de anhídrido sulfuroso, y, en el segundo, de ácido sulfhídrico.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

PRECIPITACION Y SEPARACION DE LOS METALES DEL SEGUNDO GRUPO

Hg, Pb, Bi, Cu, Cd,

As, Sb, Sn.

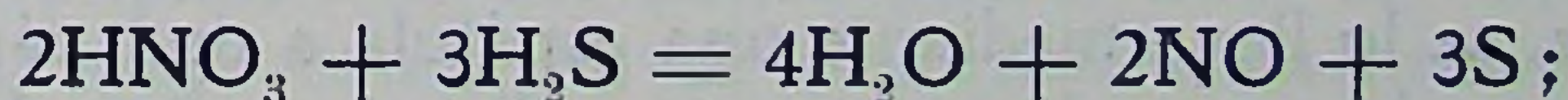
El líquido ácido filtrado, proveniente de la separación de los metales del primer grupo, o el líquido primitivo, en caso de que el HCl no hubiere determinado precipitación alguna, se lo coloca en un Erlenmeyer, se lo calienta a la temperatura de ebullición y se hace pasar por él una corriente de gas sulfhídrico hasta que el líquido desprenda el olor característico de este gas; después se lo diluye con agua hirviente y se deja atravesar nuevamente gas sulfhídrico, hasta el enfriamiento del líquido y saturación del mismo.

Por la acción del H_2S se precipitan los siguientes metales en estado de sulfuros:

HgS, PbS, Bi_2S_3 , CuS, CdS,

As_2S_3 , As_2S_5 , Sb_2S_3 , Sb_2S_5 , SnS, SnS_2 .

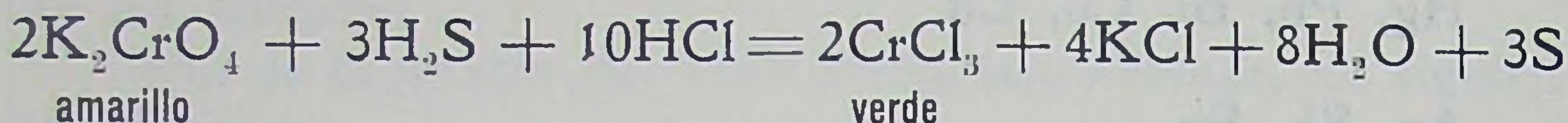
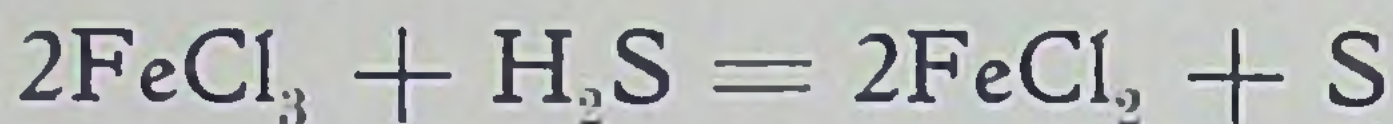
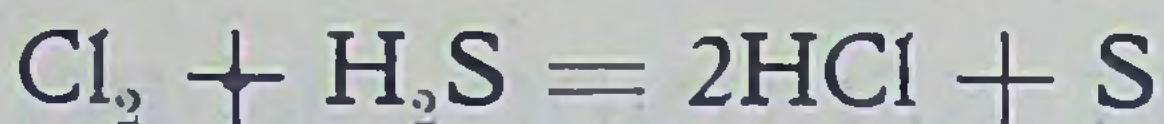
Cuando la disolución que se ensaya contiene un exceso de ácido nítrico, todo el ácido sulfhídrico se descompone con precipitación de azufre y, por consiguiente, en la disolución no se produce ningún precipitado:



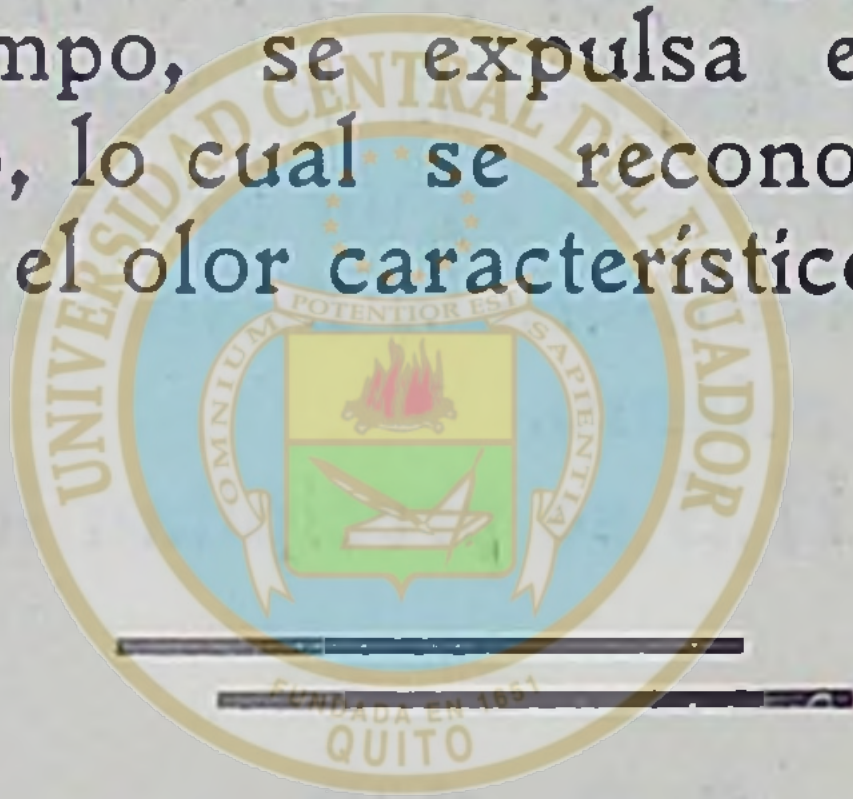
en este caso, el exceso de ácido se desalojará por evaporación y después de diluir el residuo con agua, se hará atravesar la corriente de gas sulfhídrico.

Si el líquido que se analiza contiene otras sustancias oxidantes como p. ej. Cl, Br, I, o bien sales férricas, cromatos, etc., el ácido sulfhídrico es descompuesto por la acción de dichos cuerpos oxidantes, depositando azufre, el cual co-

munica al líquido un aspecto lechoso, sin dificultar por esto la marcha del análisis:



Se puede evitar la precipitación del azufre producida por las sustancias oxidantes, reduciéndolas previamente con ácido sulfuroso; para esto, a la solución debilmente ácida se adiciona 40 a 50 c. cúb. de agua saturada de SO_2 , luego se la calienta a $60-70^\circ\text{C}$. y se la deja después en reposo durante 24 horas; transcurrido este tiempo, se expulsa el exceso de SO_2 , por ebullición del líquido, lo cual se reconoce porque ya no se desprende del líquido el olor característico de dicho gas.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

EXAMEN DEL PRECIPITADO OBTENIDO CON EL H_2S

El precipitado se filtra, y después de lavarlo con agua sulfhídrica, se lo lleva mediante una espátula a una cápsula de porcelana, en la que se lo trata con un ligero exceso de sulfuro de amonio amarillo, calentándolo suavemente durante algunos minutos; después se filtra.

El líquido filtrado puede contener arsénico, antimonio y estaño en estado de sales sulfoamónicas; el residuo insoluble podrá estar constituido por los sulfuros de mercurio, plomo, bismuto, cobre y cadmio.

A.—Investigación del residuo insoluble en sulfuro de amonio

Después de lavar el residuo con agua sulfhídrica se lo lleva a una cápsula de porcelana y se lo hierve con ácido nítrico al 20%, el cual disuelve los sulfuros de plomo, bismuto, cobre y cadmio, convirtiéndolos en nitratos, mientras que el sulfuro de mercurio queda sin disolverse, bajo la forma de un polvo negro, denso. Se filtra; el residuo se lo lava con agua, luego se lo disuelve en agua regia, se expulsa por evaporación el exceso de ácido, se trata por agua y se filtra para separar el azufre. En este líquido filtrado se caracteriza el mercurio por adición de cloruro estannoso, que determina la formación de un precipitado blanco o gris de cloruro mercurioso o de mercurio metálico, en caso de existir este metal.

Para continuar la separación se agrega a la disolución nítrica unos centímetros cúbicos de ácido sulfúrico diluido, luego se evapora en una cápsula de porcelana hasta que se desprendan humos blancos de ácido sulfúrico, se deja enfriar, se diluye el residuo con una pequeña cantidad de agua y después se filtra: la formación de un precipitado blanco, pulverulento (PbSO_4), indica la existencia de plomo.

A la disolución obtenida después de la separación del sulfato de plomo, se añade amoníaco en ligero exceso, que precipita el bismuto bajo la forma de sal básica (BiSO_4OH), de color blanco. Por la acción del amoníaco precipitan además, junto con el bismuto, los hidratos de Cu y Cd, mas, estos compuestos se redisuelven fácilmente en el exceso de amoníaco, tomando el líquido una coloración azul intensa, en el caso de contener cobre.

El precipitado de sal básica (BiSO_4OH) se filtra y lava con agua, luego con el fin de confirmar la existencia del bismuto, se lo disuelve en el mismo filtro con una pequeña porción de ácido clorhídrico diluido y se agrega después un exceso de agua: la formación de un precipitado blanco (BiOCl), de aspecto lechoso, comprueba la existencia del bismuto.

Al líquido amoniacal filtrado, de color azul, y que contiene en disolución el Cu y Cd, bajo la forma de sales complejas, se le agrega una solución de cianuro de potasio hasta decoloración del líquido, y luego se hace pasar por él, una

corriente de gas sulfhídrico: la formación de un precipitado amarillo demuestra la existencia del cadmio.

B.—Investigación de la solución en sulfuro de amonio

El líquido filtrado, o sea la solución sulfoamónica, se diluye con agua, se acidula con ácido clorhídrico diluido y se calienta hasta la ebullición. Por este tratamiento, las sales sulfoamónicas se descomponen con precipitación de los sulfuros de arsénico, antimonio y estaño; para separarlos, se recoge el precipitado sobre un filtro, se lo lava con agua sulfhídrica, se lo deseca lo mejor posible prensándola entre dos hojas de papel filtro, se lo lleva después a una cápsula de porcelana, en la que se lo calienta suavemente con ácido clorhídrico concentrado (1:1), hasta que cese el desprendimiento de gas sulfhídrico: el sulfuro de antimonio y el sulfuro de estaño se disuelven convirtiéndose en los cloruros correspondientes, quedando sin disolverse el sulfuro de arsénico y el azufre; después se filtra.

Para el reconocimiento del antimonio se ponen unas gotas de la disolución clorhídrica sobre una lámina de platino y se sumerge en ellas un pedacito de zinc metálico: caso de existir antimonio se produce sobre la lámina, al cabo de corto tiempo y en toda la extensión del líquido, una mancha negra de antimonio metálico, la cual no desaparece por la acción del ácido clorhídrico.

El examen del estaño contenido en la disolución clorhídrica se practica agregando al resto de esta disolución unos pedacitos de granalla de zinc, que precipita el antimonio y el estaño en forma metálica, de aspecto esponjoso. Una vez terminada la reacción, se decanta el líquido que sobrenada el precipitado, se lo lava con agua, asimismo por decantación, y por último se lo hierve con ácido clorhídrico concentrado, que disuelve el estaño transformándolo en cloruro estannoso, en tanto que el antimonio queda sin disolverse. Se filtra, y a la solución obtenida se adiciona cloruro mercurico: la formación de un precipitado blanco de cloruro mercurioso o gris de mercurio metálico indica la presencia de estaño.

La parte de precipitado insoluble en el ácido clorhídrico concentrado y que está formado por sulfuro de arsénico y azufre, se hierve, junto con el filtro, hasta que se disuelva todo el precipitado y ya no se desprendan de la masa vapores nitrosos; después se añade cierta cantidad de agua destilada caliente; luego se filtra y evapora el líquido filtrado hasta reducirlo a pequeño volumen. A la solución así obtenida se agrega cloruro de amonio, amoníaco y cloruro de magnesio: la formación de un precipitado blanco, cristalino, demuestra la existencia del arsénico.

En presencia de pequeñas cantidades de arsénico, el precipitado se forma, únicamente, después de haber transcurrido algún tiempo.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

CUADRO II

SEPARACIÓN DE LOS METALES DEL SEGUNDO GRUPO

Reactivo general: H_2S , en solución ácida y caliente.

El precipitado obtenido puede contener: HgS , PbS , Bi_2S_3 , CuS , CdS ,
 As_2S_3 , As_2S_5 , Sb_2S_3 , Sb_2S_5 , SnS , SnS_2 .

Se lava el precipitado con agua sulfhídrica, luego se lo lleva a una cápsula de porcelana y se lo calienta suavemente durante unos minutos con sulfuro de amonio amarillo; después se filtra:

A.—Resíduo		B.—Disolución:	
HgS , PbS , Bi_2S_3 , CuS , CdS .		As , Sb , Sn ,	
Se lo lava con agua sulfhídrica, luego se lo hierva en una cápsula de porcelana con ácido nítrico al 20%:		en estado de sales sulfoamónicas.	
Resíduo:	Disolución:	Se diluye con agua, se acidula con HCl , se hierva, se filtra y lava el precipitado con agua sulfhídrica; después se lo trata por HCl (1 : 1) y se filtra:	
HgS	Pb , Bi , Cu , Cd ,		
Se disuelve en agua regia, se evapora el exceso de ácido, se adiciona agua al resíduo, luego se filtra para separar el	en estado de nitratos. Se adiciona unos centímetros cúbicos de H_2SO_4 diluido, se evapora en una cápsula de porcelana hasta que se desprendan hu-	Resíduo:	Solución:
		$\text{As}_2\text{S}_5 + \text{S}$	SbCl_3 , SnCl_4

azufre y se agrega por último al líquido filtrado cloruro estannoso:

Un precipitado blanco Hg_2Cl_2 o gris Hg, indica la existencia de Hg.

mos blancos de H_2SO_4 , se diluye con agua y se filtra:

Resíduo	Solución:
PbSO_4	Cu, Bi, Cd, en estado es sulfatos. Se agrega exceso de amoníaco y se filtra:
Resíduo BiSO_4OH	Solución: $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{++}$ $\text{Cd}(\text{NH}_3)_6^{++}$
blanco; disuelto en HCl diluido, produce, con exceso de agua BiOCl , blanco, lechoso, confirmando que existe Bi.	El Cu se caracteriza por la coloración azul que toma el líquido. El Cd se reconoce agregando KCN hasta decoloración y haciendo pasar H_2S : un precipitado amarillo prueba que hay Cd.

de color amarillento; se lo oxida con HNO_3 , conc. se diluye con agua, luego se filtra y se reduce por evaporación a un pequeño volumen y por último se agrega NH_4Cl , NH_3 y MgCl_2 : un precipitado blanco cristalino, indica la presencia de As.

Sb: unas gotas de la solución sobre una lámina de Pt, producen en ella, en presencia de Zn, una mancha negra que prueba la existencia de Sb.

Sn: se agrega Zn a la disolución clorhídrica; el precipitado esponjoso que se forma se lo trata por HCl conc. y en la disolución resultante se ensaya el SnCl_2 , adicionando HgCl_2 : un precipitado blanco (Hg_2Cl_2) o gris (Hg), comprueba que hay Sn.

PRECIPITACION Y SEPARACION DE LOS METALES DEL TERCER GRUPO

Al, Cr, Fe, Mn, Zn, Co, Ni.

Al líquido filtrado procedente de la separación de los metales del segundo grupo, se adiciona cloruro de amonio, después se lo alcaliniza con amoníaco, y entonces, se produzca o no un precipitado, se agrega gota a gota y a la temperatura de ebullición. sulfuro de amonio incoloro, hasta que cese la precipitación.

El precipitado obtenido puede contener:

$\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, FeS , MnS , ZnS , CoS , NiS ;

además, junto con estos hidratos y sulfuros pueden encontrarse los oxalatos y fosfatos de bario, estroncio, calcio y magnesio.

El precipitado se filtra y lava con agua caliente que contenga unas gotas de sulfuro de amonio incoloro y otras de cloruro de amonio; luego se lleva el precipitado a una cápsula de porcelana en la que se lo trata con ácido clorhídrico diluido al 5%, calentado a unos 40°C. y se agita la mezcla hasta que cese el desprendimiento de gas sulfhídrico.

Por la acción del ácido clorhídrico se disuelve el Al, Cr, Fe, Mn, y Zn, convirtiéndose en cloruros; quedan sin disolverse en forma de sulfuros, de color negro, el Co y Ni, acompañados de una pequeña cantidad de azufre; después se filtra y lava el precipitado con agua sulfhídrica.

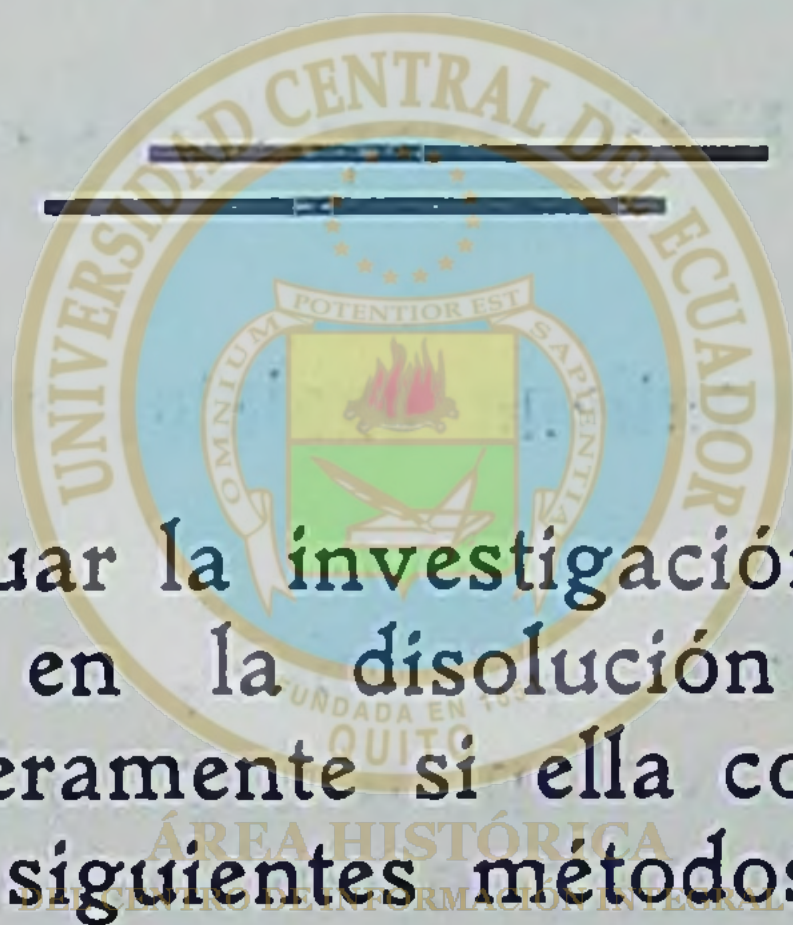
La mezcla insoluble de los sulfuros de Co y Ni que se encuentran en el filtro, se disuelve en un pequeño volumen de agua regia, después se evapora casi a sequedad con el objeto de eliminar el exceso del ácido, y el residuo así obte-

nido se trata con una pequeña cantidad de agua; por último se filtra para separar el azufre que se deposita.

Para comprobar en este filtrado la existencia del cobalto, se agrega primeramente una solución de acetato de sodio, luego otra de ácido acético y por último una solución concentrada de nítrito de potasio; se agita la mezcla y se la deja en reposo durante 12 horas. En caso de existir cobalto, se formará enseguida, o al cabo de este tiempo, un precipitado amarillo, cristalino, de nítrito cobalti-potásico; se filtra.

Al líquido filtrado obtenido después de la separación del cobalto, se adiciona sosa cáustica diluída, con el objeto de investigar el níquel: la formación de un precipitado amorfo, de color verde manzana, prueba la existencia de níquel.

Se puede además reconocer el níquel mediante la reacción de Tschugaeff



Antes de continuar la investigación de los metales que pudieran encontrarse en la disolución clorhídrica, es necesario averiguar primeramente si ella contiene o no oxalatos y fosfatos, según los siguientes métodos:

A.—Reconocimiento del ácido oxálico

Se toma en un tubo de ensayo un pequeño volumen de la disolución clorhídrica, se expulsa el H_2S por ebullición, luego se adiciona una solución caliente de carbonato de sodio, se hierve la mezcla durante un corto tiempo y después se filtra.

El líquido filtrado se acidula con ácido acético, se expulsa por ebullición el anhídrido carbónico y se agrega, a la solución caliente, unos pocos centímetros cúbicos de cloruro de calcio: la formación de un precipitado blanco, cristalino, de oxalato de calcio, demuestra la existencia de ácido oxálico.

B.—Reconocimiento del ácido fosfórico

A otro volumen de la disolución clorhídrica se le adiciona ácido nítrico concentrado, después molibdato amónico en exceso y se calienta suavemente la mezcla: la formación de un precipitado amarillo, cristalino, de fosfato amónico molíbico, indica la presencia del ácido fosfórico.

INVESTIGACION DE LOS METALES EXISTENTES EN LA DISOLUCION CLORHIDRICA

Primer caso

La disolución no contiene oxalatos ni fosfatos:

Se la reduce por evaporación, en una cápsula de porcelana, a un pequeño volumen (aproximadamente 10 c. c.); se deja enfriar y se trata con sosa cáustica diluída hasta que el líquido tome reacción alcalina; después se agrega todavía 10 cm³ más de sosa cáustica y luego gota a gota agua oxigenada al 3%, hasta que no se observe cambio o transformación visible; por último se hierve la mezcla durante algunos minutos.

Mediante este procedimiento se precipita el hierro y manganeso en forma de hidratos insolubles, mientras que el aluminio, zinc y cromo se transforman en aluminato, zincato y cromito, solubles; este último de color verdoso, se convierte, por la acción del agua oxigenada, en cromato, de color amarillo. El precipitado obtenido se filtra y lava repetidas veces con agua hirviente.

Para el reconocimiento del hierro se toma una pequeña porción del precipitado que se encuentra en el filtro, se lo disuelve en ácido clorhídrico diluído, se lo diluye con agua y la solución resultante se trata con sulfocianuro de potasio o ferrocianuro potásico: una coloración rojo-sanguínea de

sulfocianuro férrico o un precipitado azul oscuro de azul de Prusia indica la presencia del hierro.

El reconocimiento del manganeso se efectúa fundiendo otra porción del precipitado con carbonato de sodio y nitrato de potasio, sobre una lámina de platino; si la masa producto de la fusión aparece de color verdoso, demuestra la existencia del manganeso.

Cuando se disuelve la masa verde en una pequeña porción de agua y se acidula con unas gotas de ácido nítrico, el líquido se tiñe de rojo.

En el líquido alcalino filtrado, después de la separación de los hidratos de hierro y manganeso, se ensaya si hay aluminio, zinc y cromo, de la siguiente manera:

Se reconoce el cromo acidulando una pequeña porción del filtrado alcalino con ácido sulfúrico diluido, agregando después unas gotas de agua oxigenada y luego un poco de éter; si después de agitar la mezcla, la capa etérea que sobrenada aparece teñida de azul, demuestra la presencia del cromo.

Antes de continuar la investigación del aluminio y zinc que puede contener el resto del filtrado alcalino, es necesario separar el cromo que contiene esta disolución, para lo cual se trata el líquido filtrado con un exceso de ácido acético, y se agrega después cloruro de bario que precipita cromato de bario, amarillo; se agita la mezcla, luego se la deja en reposo hasta que se deposite el precipitado, y después se filtra.

En este filtrado acético se reconoce la existencia del aluminio por la adición de amoníaco, en exceso; la formación de un precipitado blanco, gelatinoso — $\text{Al}(\text{OH})_3$ —, indica que hay aluminio; se deja en reposo durante algunas horas y luego se filtra.

Si el líquido filtrado amoniacal anterior contiene zinc, éste debe encontrarse disuelto en el exceso de amoníaco, for-

mando el compuesto complejo $\text{Zn}(\text{NH}_3)_6^{++}$; para su reconocimiento se acidula la solución amoniacal con ácido acético y se hace pasar por ella una corriente de gas sulfhídrico; un precipitado blanco, coposo (ZnS), indica la presencia del zinc.

CUADRO III

SEPARACIÓN DE LOS METALES DEL TERCER GRUPO, EN AUSENCIA DE ÁCIDO OXÁLICO Y FOSFÓRICO

A la solución hirviente se adiciona NH_4Cl , luego se alcaliniza con NH_3 y se agrega gota a gota, el

reactivo general: $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, incoloro,

hasta que ya no se forme más precipitado. Este puede contener:

$\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, FeS , MnS , ZnS , CoS , NiS .

Se lo filtra y lava con agua caliente que contenga unas gotas de $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ y NH_4Cl ; después se lo trata con HCl al 5%, calentado a 40°C ., y se agita hasta que no se desprenda H_2S ; después se filtra:

<p>Resíduo:</p> <p>CoS y NiS</p> <p>Se lo disuelve en agua regia, se evapora el exceso de ácido, se diluye el resíduo con poca agua, luego se agrega sucesivamente acetato de sodio, ácido acético y una solución concentrada de KNO_3; se agita y se deja en reposo 12 horas: un precipitado</p>		<p>Disolución:</p> <p>FeCl_2, MnCl_2, CrCl_3; AlCl_3, ZnCl_2.</p> <p>Se reduce por evaporación a un pequeño volumen, luego se agrega NaOH en exceso + H_2O_2, se hierve y se filtra:</p>	
<p>Resíduo:</p> <p>$\text{Fe}(\text{OH})_3$ y $\text{Mn}(\text{OH})_3$</p> <p>Una pequeña parte del resí-</p>		<p>Disolución:</p> <p>Na_2CrO_4, $\text{Al}(\text{ONa})_3$, $\text{Zn}(\text{ONa})_2$</p> <p>Una pequeña porción del líquido se</p>	

amarillo, cristalino, indica la presencia de Co.

Se filtra y se adiciona al líquido filtrado NaOH diluida, hasta reacción alcalina: un precipitado amorfo, de color verde manzana, demuestra la existencia de Ni.

Cantidades pequeñas de Ni se ensayarán por la reacción de Tschugaeff

duo se disuelve en HCl diluido y se agrega KSCN: una coloración rojo-sanguínea prueba que hay Fe.

Otra parte del mismo residuo se funde sobre una lámina de platino con Na_2CO_3 y KNO_3 : la formación de una masa verde demuestra que hay Mn.

acidula con H_2SO_4 diluido, luego se adiciona unas gotas de H_2O_2 , después un poco de éter y se agita: si la capa etérea se tiñe de azul demuestra la existencia de Cr.

En caso afirmativo, se trata el resto de la disolución con ácido acético hasta obtener reacción ácida; se agrega BaCl_2 que precipita BaCrO_4 , después se agita, se deja un tiempo en reposo y por último se filtra y añade al líquido filtrado NH_3 , en exceso; se filtra nuevamente:

Residuo:	Disolución:
$\text{Al}(\text{OH})_3$, blanco, gelatinoso, indica la existencia de Al. Se confirma mediante la reacción del azul de Thénard	$\text{Zn}(\text{NH}_4)_2$ + Se acidula con ácido acético y se hace pasar H_2S : un precipitado blanco, coposo, demuestra la presencia de Zn. Se comprueba con la reacción del verde de Rimmann

Segundo caso

La disolución contiene oxalatos:

Se procede como en el ensayo preliminar, esto es, hirviendo la disolución clorhídrica con carbonato de sodio.

Con este objeto, se pone en una cápsula de porcelana un volumen de solución de carbonato de sodio (1), p. ej., 60 cm³., se adicionan unas gotas de agua oxigenada y se calienta el líquido hasta la ebullición; una vez en ese estado, se agrega poco a poco la disolución clorhídrica libre de H₂S y se continúa la ebullición durante algunos minutos; por último se deja enfriar y se filtra.

El precipitado obtenido puede estar constituido por los carbonatos e hidratos de Al, Cr, Fe, Mn, Zn, Ba, Sr, Ca y Mg; mientras que la disolución contiene el ácido oxálico en forma de sal sódica.

El residuo insoluble que se encuentra en el filtro, una vez lavado con agua hirviente, se lo disuelve en ácido clorhídrico diluido y caliente, luego se hierve durante algunos minutos con el objeto de desalojar el anhídrido carbónico y, por último, la disolución así obtenida, se somete a un tratamiento análogo al del líquido filtrado proveniente de la separación de los metales del segundo grupo; es decir, se lo alcaliniza con amoníaco y se agrega, en el calor, el reactivo general (NH₄)₂S, en presencia del cloruro de amonio.

El precipitado podrá contener en este caso

Al, Cr, Fe, Mn, Zn;

y el líquido filtrado, procedente de la separación de estos metales

Ba, Sr, Ca, Mg.

(1)—El aluminio y cromo son bastante solubles en un gran exceso de carbonato de sodio.

Tercer caso

La disolución contiene fosfatos:

Se evapora a sequedad la disolución clorhídrica, y con el objeto de transformar los cloruros en nitratos, se repite la evaporación dos veces, adicionando cada vez 5 cm.³ de ácido nítrico concentrado y, poco a poco, 1 gr. de granalla de estaño químicamente puro o 1 gr. de papel estaño, que se disuelve rápidamente convirtiéndose en ácido meta-estánico, el cual adsorbe completamente el ácido fosfórico formándose un compuesto insoluble en ácido nítrico. Se hierve la mezcla hasta reducirla a un pequeño volumen, después se trata el residuo con 100 cm.³ de agua destilada, se deja en reposo durante unas horas y se filtra.

En el caso de utilizar papel estaño en la operación anterior, se hace pasar por el líquido filtrado una corriente de gas sulfhídrico con el objeto de precipitar el plomo, cobre y demás impurezas que puede contener el papel estaño, y después se filtra nuevamente.

En este líquido filtrado, libre de ácido fosfórico, puede encontrarse Al, Cr, Fe, Mn, Zn, Ba, Sr, Ca y Mg, que se los investiga según el procedimiento ya descrito.

Cuarto caso

La disolución contiene oxalatos y fosfatos:

Se separa primeramente el ácido oxálico, hirviendo la disolución clorhídrica con carbonato de sodio, de acuerdo con el método anteriormente indicado, con lo cual se precipitan los fosfatos y carbonatos de Al, Cr, Fe, Mn, Zn, Ba, Sr, Ca y Mg; el ácido oxálico queda disuelto en forma de sal sódica.

El precipitado obtenido se filtra y lava con agua hirviente, y luego, con el objeto de separar el ácido fosfórico se lo disuelve en ácido nítrico y se lo trata después en la forma ya mencionada.

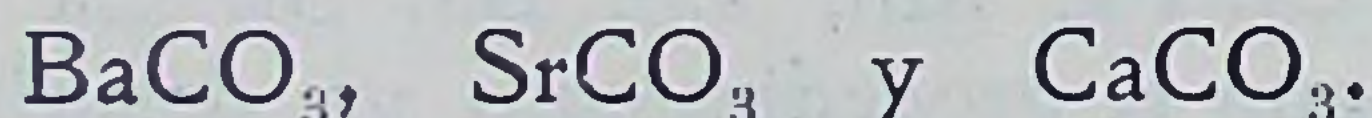
PRECIPITACION Y SEPARACION DE LOS METALES DEL CUARTO GRUPO

Ba, Sr, Ca.

El líquido filtrado, proveniente de la separación de los metales del tercer grupo, se acidula con ácido clorhídrico diluido, que descompone el exceso de sulfuro de amonio, con desprendimiento de gas sulfhídrico y depósito de azufre; después se hierve y filtra para separar el azufre precipitado.

Este líquido filtrado se alcaliniza con amoníaco, se agrega carbonato de amonio y se hierve hasta que ya no se desprenda anhídrido carbónico.

El precipitado así obtenido es blanco, cristalino, y puede estar constituido por los carbonatos



Se filtra y lava el precipitado con agua caliente que contenga unas gotas de amoníaco y luego se disuelve en ácido acético diluido y caliente.

Para reconocer el bario se toma en un tubo de ensayo una pequeña porción de la disolución acética y se adicionan unas gotas de bicromato de potasio: la formación de un precipitado amarillo, pulverulento (BaCrO_4), indica la presencia del bario.

Una vez comprobada la existencia del bario, se procede a separar este metal del resto de la disolución acética, mediante la adición de bicromato de potasio; después se filtra el precipitado que se forma, se alcaliniza el líquido filtrado con amoníaco, se hierve y adiciona nuevamente, al calor, carbonato de amonio, que precipita SrCO_3 y CaCO_3 , en caso de contener estos metales.

Se recoge el precipitado sobre un filtro, se lo lava con agua caliente para desalojar el exceso de bicromato, y se lo disuelve otra vez en ácido acético.

Para reconocer el estroncio se toma en un tubo de ensayo unos centímetros cúbicos de la disolución acética y se la trata con agua de yeso (CaSO_4), que produce, enseguida o al cabo de algún tiempo, un precipitado blanco (SrSO_4), si la disolución contiene estroncio.

En caso afirmativo, se agrega a la parte restante de la disolución acética, ácido sulfúrico diluido para precipitar todo el estroncio, luego se deja algún tiempo en reposo y se filtra.

Con el objeto de reconocer el calcio se alcaliniza el líquido filtrado anterior con amoníaco, y luego se añade al calor, oxalato de amonio: la formación de un precipitado blanco, cristalino ($\text{C}_2\text{O}_4\text{Ca}$), prueba la existencia del calcio.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

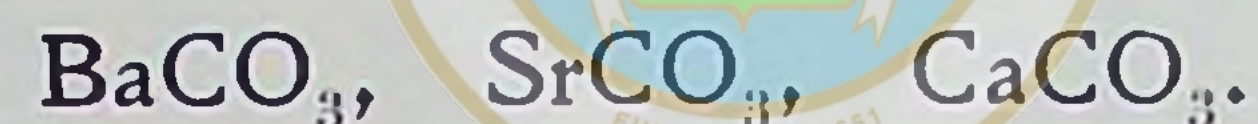
CUADRO IV

SEPARACIÓN DE LOS METALES DEL CUARTO GRUPO

El líquido procedente de la separación de los metales del tercer grupo contiene $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, el cual se lo elimina acidulando la solución con ácido clorhídrico diluido; luego se hierve y filtra para separar el azufre precipitado; se alcaliniza con NH_3 , y se agrega el reactivo general: $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$;

por último, se hierve hasta que cese el desprendimiento de CO_2 .

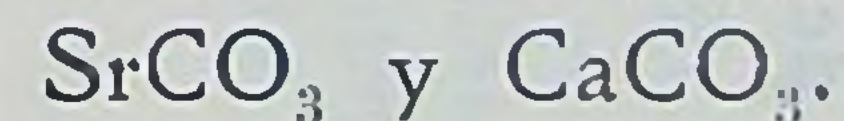
El precipitado que se origina puede contener:



Se lo filtra y lava con agua amoniacal, a continuación se lo disuelve en ácido acético diluido y caliente y se trata con $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$:

Resíduo:	Disolución:
BaCrO_4 ,	$\text{Sr}, \text{Ca},$
amarillo, pulverulento indica la existencia de Ba.	en estado de acetatos. Se alcaliniza con NH_3 , se agrega $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

y se hierve hasta que ya no se desprenda CO_2 :



El precipitado así obtenido se filtra y lava con agua caliente; luego se disuelve en ácido acético.

Para reconocer el Sr, se agrega a un pequeño volumen de la disolución acética, agua de yeso; en caso afirmativo se precipita todo el Sr en el resto de la disolución acética, adicionando H_2SO_4 diluido; se deja después algún tiempo en reposo y se filtra:

Residuo:

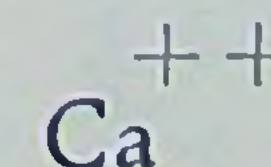
ÁREA HISTÓRICA

DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL



blanco, pulverulento.

Disolución:



Se alcaliniza con NH_3 y se agrega en el calor $\text{C}_2\text{O}_4(\text{NH}_4)_2$: un precipitado blanco, cristalino, prueba la existencia del Ca.

SEPARACION DE LOS METALES DEL QUINTO GRUPO

El líquido filtrado procedente de la separación de los metales del cuarto grupo, puede contener:

Mg, Li, K, Na,

que se los reconoce mediante reacciones especiales.

Reconocimiento del magnesio:

Se acidula una porción del líquido filtrado con ácido clorhídrico diluido, luego se agrega fosfato sódico, se agita la mezcla y se la alcaliniza fuertemente con amoníaco: un precipitado blanco, cristalino, demuestra la existencia del Mg.

Si la cantidad de magnesio es pequeña, la precipitación se produce después de doce o veinticuatro horas.

Una vez comprobada la existencia del magnesio, se evapora a sequedad el resto de la disolución, después se calcina suavemente para expulsar las sales amónicas; el residuo, así obtenido, se disuelve en un pequeño volumen de agua, se adiciona agua de barita hasta obtener reacción alcalina y se hierve durante algunos minutos con objeto de precipitar completamente el magnesio en estado de hidrato; se filtra.

Al líquido filtrado, exento de magnesio, se adiciona amoníaco y carbonato de amonio, para eliminar el exceso de agua de barita, luego se hierve y filtra. En este estado se evapora nuevamente a sequedad, se calcina ligeramente para expulsar las sales amónicas, se humedece el residuo con HCl y se examina la coloración que comunica a la llama, o o mejor, mediante el espectroscopio.

Para reconocer el litio, caso que la coloración de la llama no fuera característica, se evapora a sequedad la disolución clorhídrica, y el residuo seco así obtenido, se trata por una mezcla de éter y alcohol absoluto, la cual disuelve el clo-

ruro de litio; se filtra, y el líquido filtrado se evapora a sequedad y se examina el residuo a la llama, que se tiñe de color rojo carmín, en presencia del litio.

El residuo insoluble en alcohol absoluto y éter, se disuelve en una pequeña cantidad de agua y se ensaya primeramente a la llama, y después se divide la cantidad restante en dos porciones:

A una de ellas se agrega ácido cloroplatínico: un precipitado amarillo cristalino, demuestra la presencia del potasio.

A la otra se le adiciona una solución clara de piroantimoniato ácido de potasio $K_2H_2Sb_2O_7$: la formación de un precipitado blanco, cristalino $Na_2H_2Sb_2O_7$ — indica la existencia del sodio.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

CUADRO V

SEPARACIÓN DE LOS METALES DEL QUINTO GRUPO

<p>Reconocimiento del Mg:</p> <p>Una porción del líquido filtrado proveniente de la separación de los metales del cuarto grupo, se acidula con HCl diluido, se agrega fosfato sódico, se agita la mezcla y luego se la alcaliniza fuertemente con amoníaco: un precipitado blanco, cristalino, indica la presencia de Mg.</p>		<p>Comprobada la existencia de magnesio, se evapora a sequedad el resto de la disolución, luego se calcina suavemente para expulsar las sales amónicas, se disuelve el residuo en una pequeña cantidad de agua, se adiciona agua de barita hasta reacción alcalina, y, por último, se hierve y filtra para separar el precipitado de $Mg(OH)_2$.</p> <p>Este líquido filtrado se evapora nuevamente a sequedad, se calcina ligeramente para expulsar las sales amónicas, y el residuo seco obtenido se trata con una mezcla de alcohol absoluto y éter; se filtra:</p>	
		<p>Residuo:</p> <p>KCl y $NaCl$</p> <p>Se disuelve en pequeña cantidad de agua, luego se examina primeramente a la llama y después se la divide en dos partes:</p>	<p>Disolución:</p> <p>$LiCl$</p> <p>Se examina a la llama: si ésta se tiñe de color rojo carmín, prueba la existencia del Li.</p>
<p>Reconocimiento del K:</p> <p>A una parte del líquido filtrado se adiciona K_2PtCl_6: un precipitado amarillo, cristalino, indica que hay K.</p>	<p>Rec. del Na:</p> <p>La segunda parte del líquido filtrado, se trata con $K_2H_2Sb_2O_7$: un precipitado, blanco, cristalino, demuestra la presencia del Na.</p>		

Reconocimiento del amonio

Para caracterizarlo, se coloca en un tubo de ensayo una porción de la sustancia primitiva objeto del análisis, se adiciona una base fuerte, p. ej. NaOH, y se calienta suavemente: un desprendimiento de NH_3 , que se lo reconoce por su olor, por su acción sobre el papel de tornasol rojo, el cual en estado húmedo se vuelve azul, o bien porque ennegrece el papel filtro humedecido con nitrato mercurioso, prueba la existencia del NH_4 .



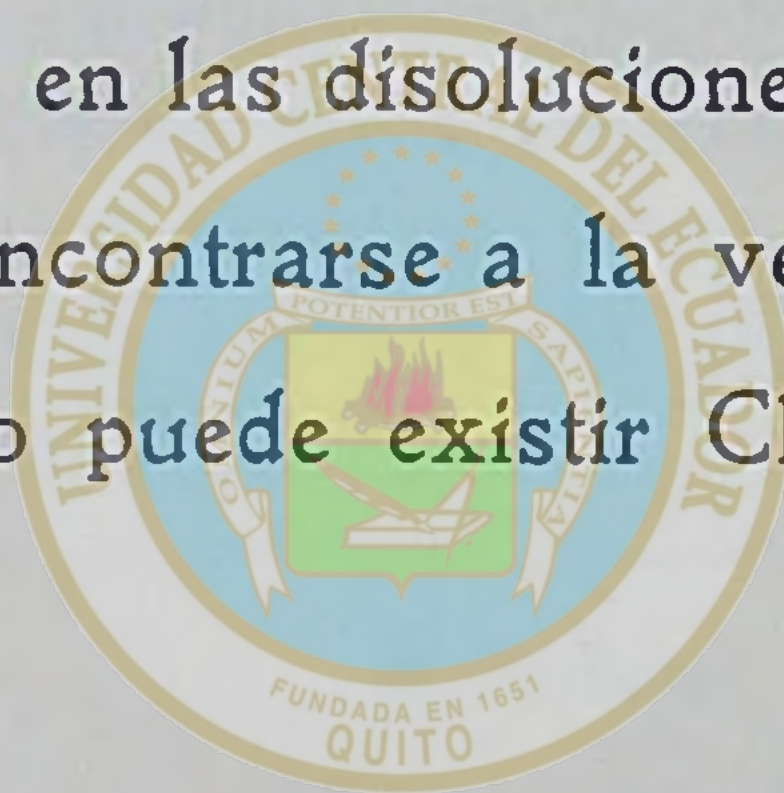
ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

INVESTIGACION DE LOS ACIDOS

Aniones

Una vez terminada la investigación de los metales existentes en un compuesto salino, se procede al ensayo del ácido o de los ácidos que se encuentran combinados con las bases, constituyendo las correspondientes sales.

Muchos de los ácidos se reconocen ya en el ensayo preliminar mediante ácido sulfúrico diluido y concentrado; asimismo, de la naturaleza de ciertas bases existentes en el cuerpo que se examina, se puede deducir la ausencia de uno o más ácidos; p. ej., en las disoluciones que contienen Ba^{++} o Pb^{++} , no puede encontrarse a la vez SO_4^{--} ; además, en presencia de Ag^+ , no puede existir Cl^- , etc.



Preparación de la solución destinada a la investigación de los ácidos

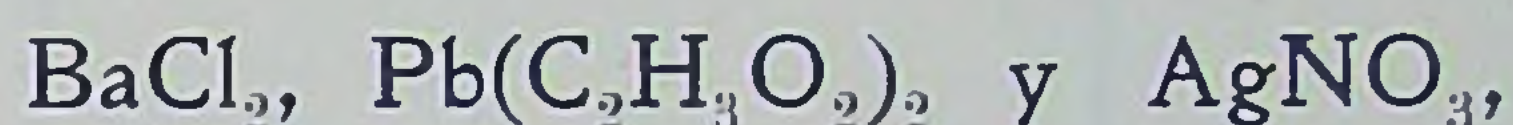
En el reconocimiento de los ácidos se emplean únicamente las disoluciones de las sales alcalinas neutras; de suerte que si la sustancia objeto del análisis contiene metales pesados y alcalino-térreos, es necesario primero eliminarlos antes de proceder a la investigación de los ácidos.

Con ese objeto se trata aproximadamente 1 gr. de la sustancia que se investiga, con una solución concentrada de carbonato de sodio, hasta que la mezcla tome una reacción ligeramente alcalina; después se hierve y se filtra.

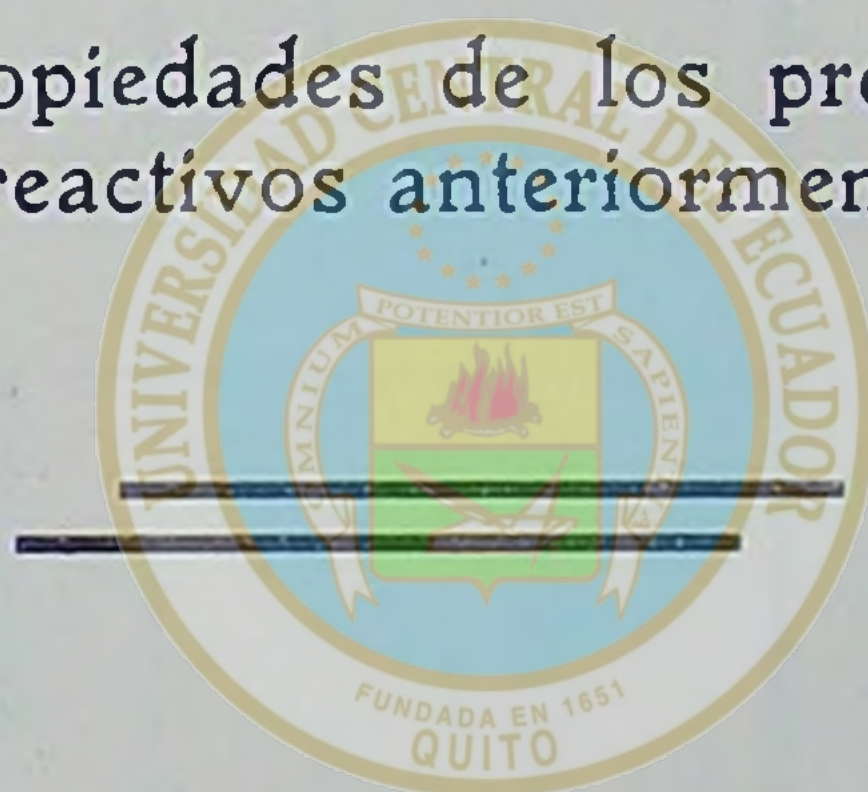
Mediante este procedimiento se precipitan los metales pesados y los alcalino-térreos en estado de carbonatos, mientras que los radicales ácidos que se encontraban combinados con esas bases, se unen al sodio y pasan en el líquido filtrado en estado de disolución.

La solución así obtenida se divide en dos partes, de las cuales, una, que debe ser mayor, se neutraliza con ácido nítrico diluido, y la menor, o sea aquella en la que se supone que existe ácido nítrico, se neutraliza con ácido acético, procurando que en uno y otro caso las disoluciones conserven una reacción ligeramente ácida; después se hierve para expulsar de ellas el exceso de ácido carbónico.

En estas disoluciones, preparadas según la forma indicada, se investigan los diferentes ácidos, atendiendo, por una parte, a la manera de comportarse respecto a los tres reactivos tipos



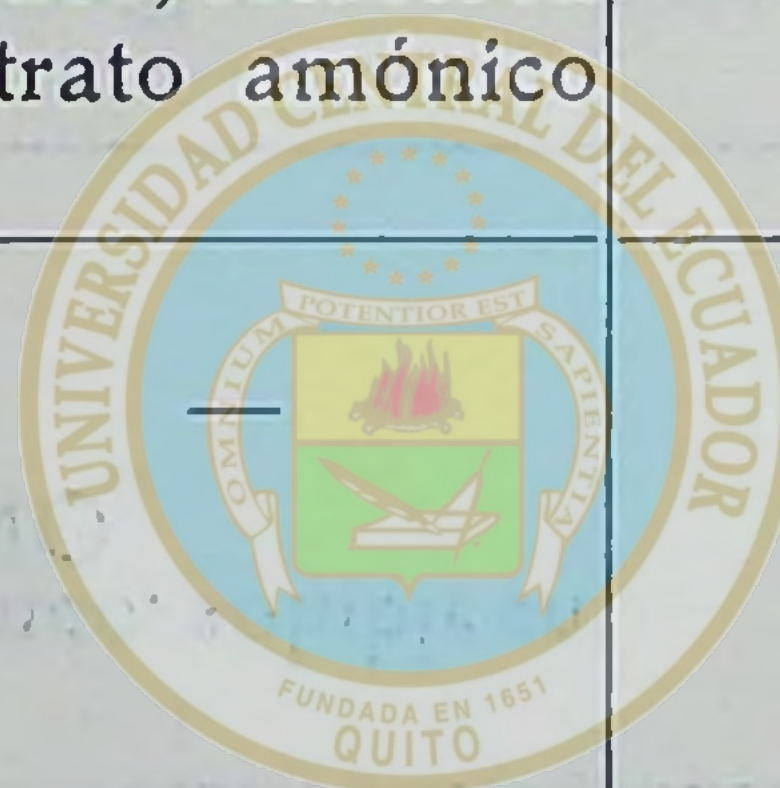
y por otra, a las propiedades de los precipitados producidos por la acción de los reactivos anteriormente mencionados.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

CUADRO DE LAS REACCIONES DE LOS ÁCIDOS CON LOS TRES REACTIVOS TIPOS

Grupo	Acidos	Precipitados que produce la acción de			Reacciones particulares
		BaCl ₂	Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	AgNO ₃	
I	H ₂ SO ₄	blanco, insoluble en ácidos	blanco, soluble en tartrato amónico	—	Produce la reacción de Hépar
	H ₂ SiF ₆	blanco, insoluble en HCl y HNO ₃ , diluidos	—	—	Con H ₂ SO ₄ concentrado desprende HF y SiF ₄ ; la sal potásica es poco soluble



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

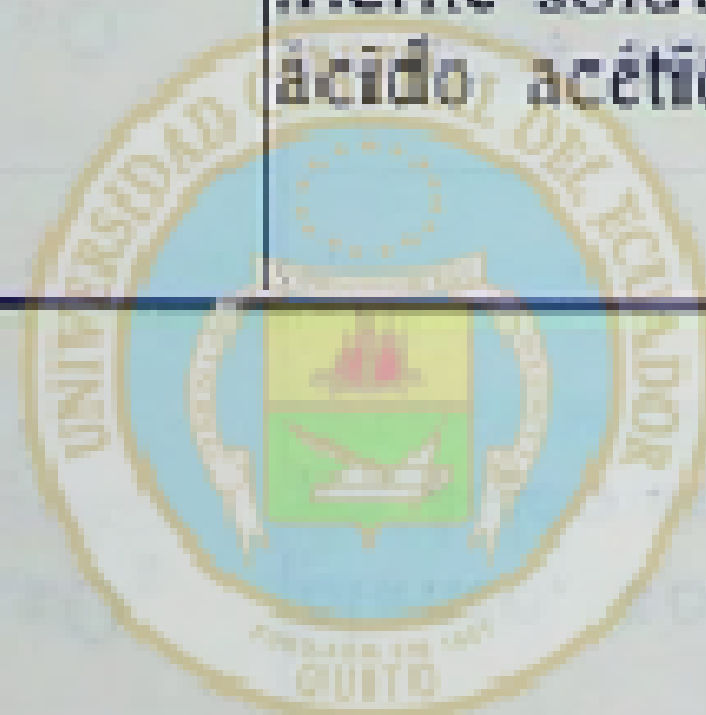
Grupo	Acidos	Precipitados que produce la acción de			Reacciones particulares
		BaCl ₂	Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	AgNO ₃	
II	C ₂ O ₄ H ₂ oxálico	blanco, insoluble en ácido acético, soluble en HNO ₃	blanco, soluble en HNO ₃	blanco, soluble en HNO ₃	Decolora el KMnO ₄ en presencia de H ₂ SO ₄ con desprendimiento de CO ₂
	HF	blanco, gelatinoso, soluble en HCl y HNO ₃	blanco, soluble en HNO ₃	—	Con H ₂ SO ₄ concentrado desprende HF que corroe el vidrio transformándolo en SiF ₄
	H ₂ CrO ₄ H ₂ Cr ₂ O ₇	amarillo, soluble en HNO ₃ y HCl; insoluble en ácido acético	amarillo	rojo ladrillo, soluble en HNO ₃	Con H ₂ SO ₄ diluido + H ₂ O ₂ y éter; éste se tiñe en azul
	H ₂ SO ₃	blanco, difícilmente soluble en	blanco	blanco, se descompone por ebu-	Produce la reacción de Hépar; con H ₂ SO ₄ di-



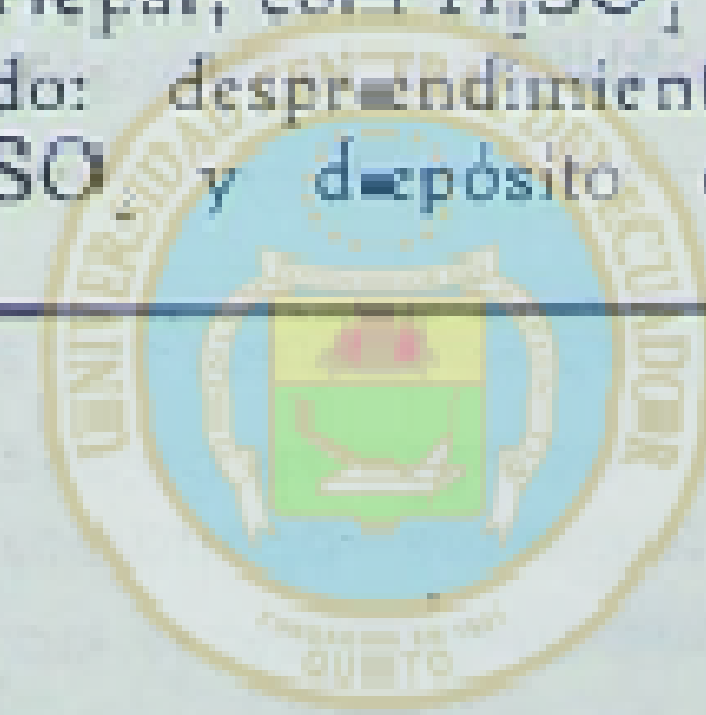
Foto. de A. N. MARTINEZ.

Pasochoa, Cotopaxi y Rumiñahuy, lado O. N. O.
Desde Turu-loma, declivos orientales del Atacatzo.

	ácido acético		lución depositando Ag	luido se desprende SO_2 , sin depositar azufre; con el nitroprusiato sódico: coloración rojo-rosada
$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$	blanco, difícilmente soluble en ácido acético.	blanco, que por ebullición pasa a gris: $\text{PbS} + \text{PbSO}_4$	blanco, por ebullición se descompone en Ag_2S , negro	Produce la reacción de Hepar; con H_2SO_4 diluido: desprendimiento de SO_2 y depósito de S



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL



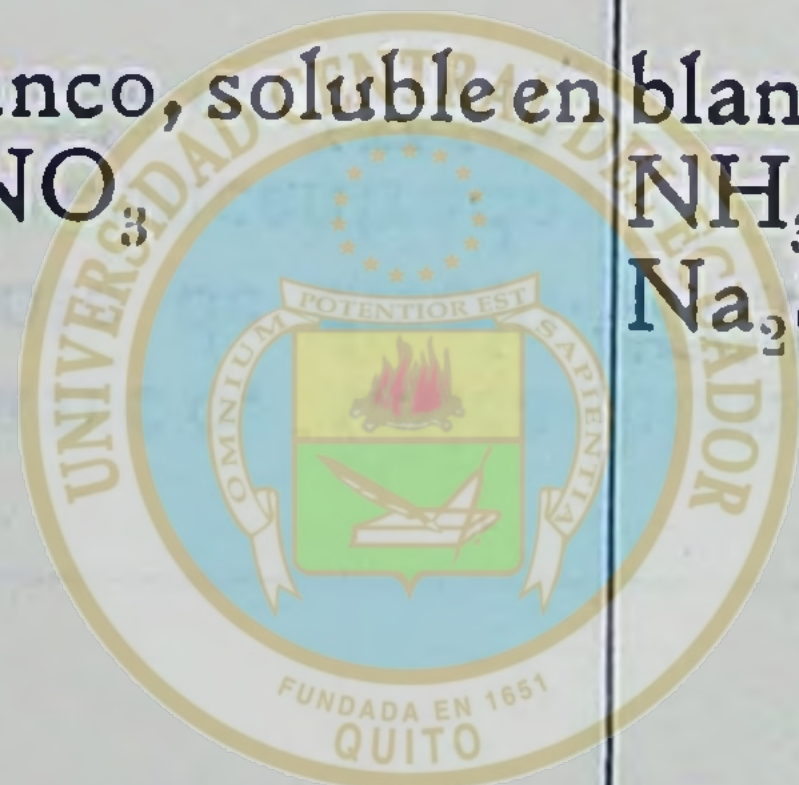
ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Grupo	Acidos	Precipitados que produce la acción de			Reacciones particulares
		BaCl ₂	Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	AgNO ₃	
III	H ₃ PO ₄	blanco, soluble en HCl, HNO ₃ , y CH ₃ COOH	blanco, soluble en HNO ₃ , casi ins. en CH ₃ COOH	amarillo, soluble en HNO ₃ y NH ₃	El molibdato amónico, en solución nítrica, precipita fosfato amónico molibdíco, amarillo
	H ₃ AsO ₄	blanco, soluble en ácido acético	blanco, casi ins. en ácido acético	rojo ladrillo, soluble en HNO ₃ , CH ₃ COOH y NH ₃	Con el molibdato amónico; precipitado amarillo; en el aparato de Marsh, produce las manchas de As
	H ₃ AsO ₃	blanco, soluble en ácidos	blanco, soluble en ácido acético	amarillo limón, soluble en HNO ₃ y NH ₃	Decolora las soluciones de yodo
	H ₃ BO ₃	blanco, precipita solamente en disoluciones concentradas; soluble en HCl	blanco, soluble en ácido acético	blanco, soluble en HNO ₃ y NH ₃	Pardea el papel de cúrcuma; con H ₂ SO ₄ concentrado y alcohol: llama de coloración verdosa
	H ₂ SiO ₃	—	—	—	Los silicatos tratados con H ₂ SO ₄ concentrado + HF,

				produce SiF_4 ; en la perla de sal de fósforo dan esqueleto silíceo
H_2CO_3	—	—	—	Los carbonatos tratados con H_2SO_4 diluido se descomponen con efervescencia, desprendiéndose CO_2 que enturbia el agua de bari o de cal
$\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ Tartárico	blanco soluble en HCl	blanco, soluble en ácido acético y NH_3	blanco, soluble en NH_3 , que al calentarlo suavemente produce un espejo de Ag	Los tartratos, al ser calentados en un tubo de ensayo, se descomponen, con desprendimiento de vapores empíreumáticos (azúcar quemado)
$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ Cítrico	en presencia de NaOH , precipitado blanco, soluble en NH_4Cl	blanco, soluble en HNO_3 y NH_3	blanco, soluble en HNO_3 y NH_3	Calentados los citratos con H_2SO_4 concentrado a una temperatura mayor de 90° , el cuerpo se carboniza desprendiéndose SO_2

Grupo	Acidos	Precipitados que produce la acción de			Reacciones particulares
		BaCl ₂	Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	AgNO ₃	
IV	HCl	—	blanco, soluble en agua hirviente	blanco, soluble en NH ₃ , KCN y Na ₂ S ₂ O ₃	Los cloruros tratados con H ₂ SO ₄ concentrado desprenden vapores de HCl; con K ₂ Cr ₂ O ₇ + H ₂ SO ₄ concentrado desprenden vapores amarillento-rojizos de cloruro de cromilo
	HBr	—	blanco, soluble en exceso de agua hirviente	amarillento soluble en exceso de NH ₃ , KCN y Na ₂ S ₂ O ₃	Los bromuros tratados con H ₂ SO ₄ concentrado desprenden HBr + Br; el agua de cloro pone en libertad el bromo que se disuelve en cloroformo tiñéndolo de rojo-amarillento
	HI	—	amarillo, soluble	amarillo, soluble	Los yoduros son descom-

		en exceso de agua caliente	en $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ y KCN; insoluble en NH_3	puestos por el H_2SO_4 concentrado con desprendimiento de HI y depósito de yodo; el agua de cloro pone en libertad el yodo que se disuelve en cloroformo tiñéndolo de rojo-violeta
HCN	—	blanco, soluble en HNO_3	blanco, soluble en NH_3 , KCN y $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Los cianuros son descompuestos por el H_2SO_4 diluido dejando en libertad HCN, reconocible por su olor a almendras amargas; producen además la reacción del azul de Prusia
$\text{H}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$	—	blanco, dif. sol. en HNO_3 diluido	blanco, soluble en KCN	Los ferrocianuros con las sales férricas dan un precipitado azul de azul de Prusia; con las sales de Cu, precipitado rojo pardo



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

$\text{H}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$	—	en solución amoniacal forma un precipitado pardo rojizo	anaranjado, soluble en NH_3 y KCN	Los ferrícianuros forman con las sales ferrosas azul de Turnbull
HCIO	—	blanco, que se transforma en pardo por la acción del calor	blanco, soluble en NH_3 , KCN y $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Los hipocloritos descomponen las soluciones de KI, aciduladas con HCl o H_2SO_4 depositando I
HSCN	—	blanco, únicamente de disolución concentrada; soluble en HNO_3	blanco, soluble en KCN	Los sulfocianuros con las sales férricas producen una coloración sanguínea
H_2S	—	negro, soluble en HNO_3 , hirviente	negro, soluble en HNO_3 , hirviente	Todos los sulfuros neutros solubles tiñen en violeta la solución de nitroprusiato sódico

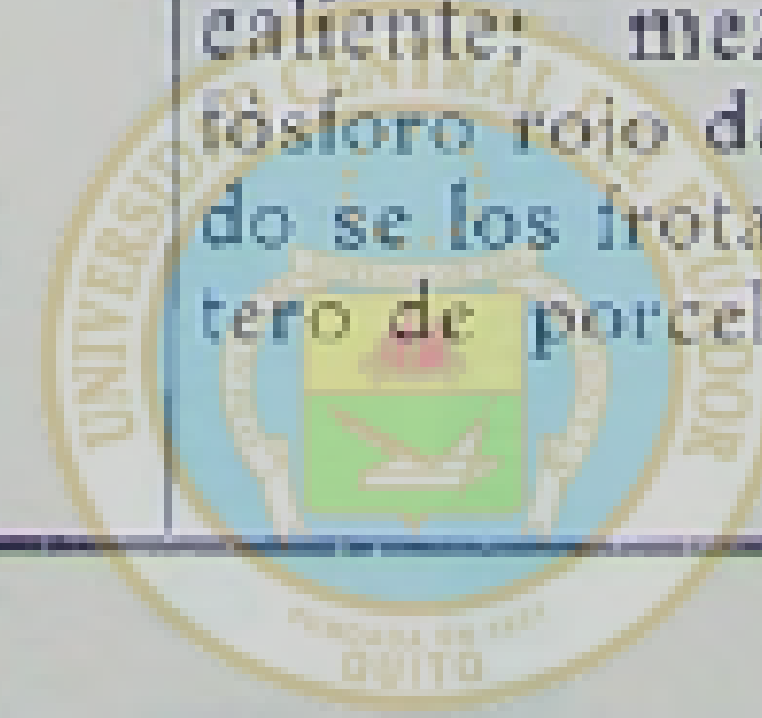
Grupo	Acidos	Precipitados que produce la acción de			Reacciones particulares
		BaCl ₂	Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂	AgNO ₃	
V	HNO ₃	—	—	—	Los nitratos desprenden con H ₂ SO ₄ conc. vapores nitrosos; tratados con FeSO ₄ + H ₂ SO ₄ , se forma un anillo pardo oscuro
	HNO ₂	—	—	—	Los nitritos tratados con H ₂ SO ₄ diluido, desprenden vapores nitrosos; con KI + ácido acético, depositan yodo
	C ₂ H ₃ O ₂ Acético	—	—	—	Los acetatos tratados con percloruro de hierro, dan una coloración roja intensa, que por ebullición se



				forma un precipitado par- do-rojizo
HClO_3	—	—	—	Los cloratos tratados con H_2SO_4 conc. desprenden un gas amarillo verdoso (ClO_2) que explota en caliente; mezclados con fósforo rojo deflagran cuan- do se los frota en un mor- tero de porcelana



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL