



*Universidad Nacional Autónoma
de México*

FACULTAD DE QUIMICA

Química Analítica del Indio

INFORME

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICA

P R E S E N T A:

Bárbara García Márquez



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS 1978.
M.T. 187 180 B.5
FECHA _____
PROC. _____
*s _____



JURADO ASIGNADO:

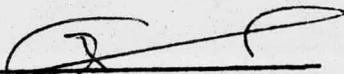
| | | |
|--------------|---------|------------------------------|
| PRESIDENTE | PROF. | MANUEL BUENROSTRO GARCIA |
| VOCAL | PROF | ALBERTO OBREGON PEREZ |
| SECRETARIO | PROFRA. | ALICIA BENITEZ DE ALTAMIRANO |
| 1er.Suplente | PROFRA | MARTHA RODRIGUEZ PEREZ |
| 2do.SUPLENTE | PROF. | MAURO CRUZ MORALES |

Sitio donde se realizo el tema: Facultad de Química, Facultad de Geología, Instituto Politecnico Nacional, Centro de Investigación de Estudios Avanzados, Instituto del Petróleo, Instituto de Química.

Sustentante: Bárbara García Márquez

Bárbara García Márquez

Asesor del Tema:


I.Q. ALBERTO OBREGON PEREZ.

Con cariño y gratitud a mis padres.

A mis hermanos.

A mis abuelitos, gracias por su comprensión y cariño.

Con respeto, gratitud y admiración
A todos mis maestros.

A mis amigos, un buen amigo es el mejor tesoro que
podemos poseer.

Y a tí, querido lector.

CONTENIDO

PARTE I

OBJETIVO

INTRODUCCION

GENERALIDADES: Estado Natural, Propiedades Físicas y Químicas.

MÉTODOS DE OBTENCIÓN

COMPUESTOS

USOS.

PARTE II

MÉTODOS ANALÍTICOS

TABLAS DE EXTRACTOS

EXTRACTOS POR VOLUMEN

BIBLIOGRAFIA

PARTE I

OBJETIVO:

El objetivo principal, de este tipo de trabajos monográficos, es introducir al lector, en el conocimiento de nuevas técnicas, empleadas en el análisis de elementos, en este caso, del indio.

En este estudio, se hace una revisión de varios libros y revistas en donde se mencionan las propiedades físicas y químicas, métodos de obtención, formación de compuestos y usos del indio.

Se hace además, una revisión de la revista especializada "Analytical Abstracts", que abarca desde de 1969 a 1976.

En la última parte de este trabajo, se presenta una lista bibliográfica de libros y revistas empleados en la revisión monográfica de indio.

1. INTRODUCCION:

El indio, elemento químico de número atómico 49, pertenece al grupo IIIA ó 13, es un metal blanco, maleable, que se raya fácilmente con la uña, se deposita generalmente en chapas delgadas sobre base no ferrosa.

El indio, tiene en común con su grupo; dos electrones s y un electrón p en su capa externa, su estado de oxidación máximo es de tres.

Muy poco se oye hablar del indio, debido a que en la naturaleza se encuentra en pequeñas cantidades. En la corteza terrestre su abundancia es de $1 \times 10^{-5}\%$, y es posible encontrarlo en concentraciones de 0.01% en muchos yacimientos y minerales. La mayor parte de indio comercial se obtiene de los polvos y humos de los conductos de desecho resultantes de la fusión del zinc.

Es curioso saber como fue descubierto este elemento; en el año de 1863, Reich y su asistente Reichter examinaban una muestra de esfalerita; en virtud de la aparición de dos líneas espectrales brillantes indigo-violadas en el espectrógrafo, dieron el nombre de indio a este elemento.

Es importante hacer mención de que, para la investigación cuantitativa de concentraciones bajas de indio en minerales y residuos, se emplean procedimientos espectrográficos. Si se dispone de activación protónica, se pueden hacer estimaciones cuantitativas.

Para la determinación del indio existen varios métodos analíticos, entre ellos se tienen: amperometría, colorimetría, cromatografía, espectroscopía, gravimetría, volumetría etc. Sus descripciones se verán más adelante.

El principal uso del indio se encuentra en el campo de la galvanoplastia, aunque cada vez va adquiriendo mayor valor comercial y por lo tanto sus usos van en aumento.

El precio del indio ha disminuído considerablemente, debido a que su producción va en aumento, en 1930 una onza de indio, de una pureza de 99% tenía un precio de 460 dólares, en 1942 el precio fue sólo de \$13 a \$ 30 dólares, hoy en día una onza de indio con una pureza de 99.9999% es de aproximadamente \$16 dólares.

El indio como todos los metales se aléa, sus principales aleaciones son con bismuto, estaño y plomo.

El indio metálico y sus cloruros y sulfatos aplicados sobre la piel no dan evidencia de propiedades irritantes, al menos que se tengan heridas en la piel, un obrero con heridas en la piel no debe estar en contacto con indio metálico ó con sus sales de indio en solución debi

do a que producen efectos tóxicos.

En esta introducción se dá una somera idea de lo que es el indio - por lo tanto es necesario adentrarse en la revisión de la "Monografía Analítica del Indio".

11.- GENERALIDADES:

Estado natural. El indio se halla, en escasas cantidades, en algunas menas de zinc y de aluminio, las fuentes más abundantes de indio contienen menos del 1% de este elemento.

Propiedades. El indio es un metal blanco, blando parecido al estaño, pero más fusible y volátil; en el espectroscopio presenta una raya azul característica. Fue descubierto en 1863 por Reich y Reichter cuando examinaban una muestra de esfalerita en el espectrógrafo.

Propiedades físicas: El indio (In) pertenece a la familia del boro es decir al grupo IIIA.

Los elementos de este grupo se caracterizan por tener tres electrones en su capa externa. El indio se caracteriza por tener:

Número atómico; 49

Configuración electrónica: $(Kr) 4d^{10}5s^25p^1$. 2-8-18-18-3.

Punto de fusión: $157^{\circ}C$

Punto de ebullición: $1450^{\circ}C$

Radio metálico: 1.497 \AA

Peso atómico: 114.76

Radio de ión trivalente \AA : 0.81

Densidad gr/cm^3 : 7.362

Gravedad específica: 7.31 g/ml

Calor de fusión: 0.78 Kcal/mol

Calor de vaporización: 58.7 Kcal/mol

Potencial de ionización: eV

| 1° | 2° | 3° | 4° |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 5.79 | 18.79 | 27.9 | 57.8 |

Color del sólido: blanco argentino.

El indio tiene un isótopo natural estable radioactivo muy abundante y otro estable no radioactivo.

El indio cristaliza en forma octagonal de caras centradas, emite una especie de grito cuando se dobla, es muy maleable.

Propiedades químicas: El indio metálico no es afectado por el aire a temperatura ordinaria, pero al rojo arde con llama azul y forma el In_2O_3 , el indio metálico se disuelve en ácidos metálicos, y no es afectado por el agua hirviendo ó por el KOH.

El indio se combina con varios elementos de mayor electronegatividad, como halógenos, azufre, arsénico etc., con ayuda de calor se combina directamente con los halógenos, con el azufre se combina en incandescencia.

El indio es oxidado con oxidantes moderados.

El indio actúa con diferentes estados de oxidación, el más ordinario es 3+. Como los elementos del grupo IIIa, al cual pertenece el indio, poseen una configuración electrónica del tipo ns^2np , resulta lógico considerar la posibilidad de que existan iones monovalentes.

Aunque los compuestos de indio en estados de valencia inferiores son aparentemente más estables que los del galio, están peor caracterizados que los de este elemento. El InF_2 parece tener existencia real pero no se conoce su estructura. Se conocen los monohaluros InCl , InBr e InI . El In_2O es probablemente un compuesto auténtico del In^1 , pero aún no se ha dilucidado su estructura.

El grupo IIIa, se destaca por la actividad de sus compuestos para aceptar electrones haciendo uso del orbital externo que permanece desocupado cuando los elementos forman tres enlaces covalentes.

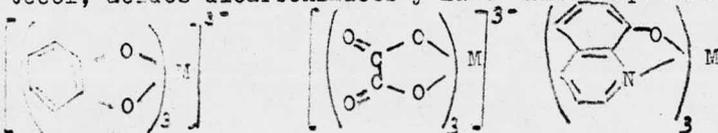
Compuestos binarios. Se conocen nitruros de indio InN , el cual es obtenido por pirólisis del $(\text{NH}_4)_3\text{InF}_6$.

El indio forma compuestos 1:1 con los elementos del grupo V, los cuales se denominan compuestos III-V.

En general los elementos del grupo del indio, forman diversos compuestos, como por ejemplo: carburos, fosfuros, sulfuros etc.

Complejos: En solución acuosa el ión indio octaédrico se comporta como ácido $[\text{In}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$. Se conocen sales de iones $[\text{InCl}_6]^{3-}$, $[\text{InBr}_6]^{3-}$.

Los complejos octaédricos más importantes del indio son los que contienen anillos quelatos. Ejemplos típicos son los complejos con catecol, ácidos dicarboxílicos y la 8-hidroxiquinolina.



Obtención y Usos:

El indio es un metal raro de poca importancia industrial, se obtiene como subproducto de minerales de zinc principalmente, obteniéndose generalmente por electrólisis de soluciones acuosas de sus sales. Ello es posible por la gran sobretensión del hidrógeno sobre estos metales.

Su mayor empleo es en el campo de la galvanoplastia, aunque también tiene otros usos, como lo son, en aleaciones para empastes de dientes.

Extracción.- Se han sugerido y empleado métodos para la extracción de indio en concentrados y residuos.

Método.- Se tuestan las concentraciones de zinc, y el indio es lixiviado con solución diluida de H_2SO_4 , es precipitado juntamente con cobre, plata etc. Estos métodos serán descritos más adelante.

111. METODOS DE ANALISIS:

El indio puede ser detectado por el color azul- violeta característico que dá a la flama a 4511.31 y 4101.76 Å, usándo una solución de un cloruro ó un hidróxido. Pueden detectarse a la flama concentraciones de indio de 0.01- 0.02 ppm, espectroscópicamente, por la identificación de la línea del indio a las siguientes longitudes de onda dadas en orden decreciente de intensidad: 4511.31, 4101.76, 3256.09, y 3039.36 Å.

No hay métodos químicos específicos para la detección del indio conocidos hasta ahora. De los métodos más comunes se recomiendan los siguientes:

Método de la urotropina.- El indio es precipitado como hidróxido con NH_4Cl y NH_4OH y el precipitado es disuelto en un ligero exceso de HCl . Una gota de esta solución es tratada con hexametilentetraamina - (urotropina), la formación de un pequeño cristal octaédrico isotrópico indica la presencia de indio.

Método con alizarina y quinalizarina.- El indio dá una coloración rojo oscuro con alizarina, y una coloración violeta con quinalizarina en solución amoniacal. El efecto del aluminio puede ser enmascarado con fluoruro, y los de zinc, fierro, cobalto y níquel con cianuro. La detección límite del indio es de 0.01-1g, dependiendo de las condiciones usadas.

Método con morina.El metodo es descrito (61) para la detección de indio en presencia de aluminio, escandio y galio, por la exhibición de un complejo fluorescente intenso de indio- morina.

Separación:

Existen dos métodos de precipitación frecuentemente usados para la separación de indio. Puede ser precipitado como hidróxido por un número de reactivos tales como álcalis y NH_4OH , magnesia y óxidos de zinc y sales alcalino-terreas, ácidos débiles tales como KCN y BaCO_3 , y algunas bases orgánicas debiles tales como hexametilentetraamina, piridina. El indio no es precipitado de una solución alcalina conteniendo una cantidad equimolar o de mayor concentración de citrato, tartrato malato ó de agentes quelatantes tales como ac. etilendiamitetraácetico.

El indio también puede ser precipitado con H_2S en soluciones debilmente ácidas ó en solución alcalina. Es precipitado cuantitativamente por una solución de ac. acético con acetato y de solución débil

de HCl en concentraciones menores de 0.05 N. El indio no es precipitado en soluciones mayores de 0,6N en ácidos minerales.

La otra posibilidad de separación del indio es por extracción por disolventes. El indio puede ser extraído con isopropil éter ó etil éter en soluciones 4-6 N con respecto al HBr (62,63).

El indio es también extraído con éter en soluciones 0.5- 2.5 M con respecto al HCl (64).

DETERMINACION DE INDIO:

Hay un gran número de métodos analíticos clasificados para la determinación del indio, entre ellos los métodos gravimétricos ó los titrimétricos, los cuales son, por un gran número de laboratoristas, empleados y recomendados para los analistas.

Métodos gravimétricos:

Como óxido de indio. En este método, el indio es precipitado como hidróxido, después incinerado a dar In_2O_3 . El precipitado puede conseguirse con el empleo de varios reactivos. Un requisito para la precipitación, es la separación de indio de otros elementos, los sean también precipitados por los reactivos, bajo las mismas condiciones.

Un número de procesos han sido recomendados (4,5,65) para la separación de la interferencia específica de otros elementos.

Procedimiento:

Precipitación combinada.- A una alícuota conveniente de indio en solución como nitrato, conteniendo menos de 0.25g de indio, adicionar 20 ml de H_2SO_4 (1:1) y evaporar a humos de trióxido de azufre.

Enfriar, diluir a 100 ml con agua, y calentar por 15-20 min. Enfriar y filtrar a través de un asbesto, bajo succión, lavar tres ó cuatro veces con H_2SO_4 (1:100) y dos veces con agua fría.

Al filtrado adicionar 5 g de NH_4Cl , 5 ml de H_2O_2 (1:1) vol/vol, -- después adicionar NH_4OH hasta solución amoniacal. Calentar el precipitado hasta que se coagule, filtrar sobre un papel grueso, lavar -- bien con soln. diluída de NH_4OH - NH_4NO_3 , conteniendo 5 ml de NH_4OH - 14M y 20g de NH_4NO_3 por litro de solución.

Lavar el precipitado del papel, en el recipiente con HCl (3:1), calentar a ebullición. Conducir gases de H_2S durante 10-15 min. a la solución, diluir a 200 ml con agua caliente, y conducir el gas durante 30 min. más. filtrar a través de asbesto, bajo succión, lavar -- bien con agua caliente. Calentar el filtrado hasta liberar H_2S oxidar con H_2O_2 y precipitar nuevamente con NH_4Cl y NH_4OH , filtrar y lavar.

transferir el precipitado del papel al recipiente original, agregar agua y lavar el papel con pequeñas cantidades de HCl diluido (1:20). Combinar los lavados en el recipiente, adicionar un pequeño exceso de NH_4OH , calentar. Adicionar suficiente ácido tartárico hasta disolver el precipitado, calentar, adicionar de 3 a 5 ml de ácido acético glacial.

Conducir H_2S al interior de la solución hasta la precipitación de In_2S_3 , entonces diluir a 200 ml con agua caliente, y conducir el gas por tiempo extra de 30 min. Filtrar a través de un filtro de asbesto, pero antes de filtrar, calentar el precipitado a coagularse, filtrar y lavar dos veces con agua caliente, lavado el precipitado regresarlo al recipiente original, adicionar de 3-5 ml de HCl 11M, y calentar hasta disolver el sulfuro. Adicionar NH_4OH , hasta solución amoniacal disolver el precipitado en ácido tartárico y acético, y repetir la precipitación de indio con H_2S , filtrar y lavar el precipitado y regresarlo al recipiente, y disolver en 3-5 ml de HCl 11M, reprecipitar con NH_4OH y NH_4Cl . Calentar a coagular el precipitado, filtrar y lavar con una solución diluida de $\text{NH}_4\text{OH}/\text{NH}_4\text{NO}_3$.

Disolver el precipitado en HNO_3 (1:10), y guardar la solución para la determinación gravimétrica.

Precipitación y Extracción por Disolvente. - Pesar una muestra conteniendo cerca de 0.25g de indio y ponerla en un recipiente de 400 ml Adicionar 15 ml de HNO_3 16M y de 1-2g de KClO_3 . Calentar sobre una parrilla a poca temperatura durante 15 min, adicionar 15 ml de HCl 11M y evaporar hasta tener poco volumen. Adicionar 10 ml de H_2SO_4 (1:1) y evaporar hasta el desprendimiento de humos de trióxido de azufre. Enfriar, diluir a 100 ml con agua, calentar por algunos minutos, después enfriar. Filtrar a través de asbesto bajo succión, lavado con H_2SO_4 (1:50).

Al filtrado adicionarle 5 g de NH_4Cl , NH_4OH hasta alcalinizar, después adicionar 10 ml en exceso de NH_4OH . Calentar durante algunos minutos y filtrar. Lavar el precipitado dos veces con solución diluida de $\text{NH}_4\text{OH} - \text{NH}_4\text{NO}_3$ (ver proceso previo) y dos veces con agua caliente.

Puesto el papel y el precipitado en el recipiente original, adicionar 50 ml de ácido acético glacial, secar el papel y calentar a ebullición. Diluir a 200 ml con agua caliente, y pasar H_2S a través de la solución caliente por 30 min. Reposar el precipitado, después filtrar sobre un papel de poros medianos, lavar con agua caliente.

Regresar el precipitado al recipiente original, y adicionar 5 ml de H_2SO_4 18M, calentar y adicionar HNO_3 16M hasta que el papel es --

completamente oxidado. Diluir a 100 ml con agua, repetir la operación con amoníaco y HNO_3 .

Filtrar el precipitado como sulfuro, sobre papel, lavando con agua caliente, regresar el precipitado al recipiente, y oxidar con H_2SO_4 y HNO_3 .

Evaporar a sequedad, enfriar y adicionar 15 ml de HBr 9M. Transferir en un embudo de separación de 60 ml, lavar el recipiente con 5 ml de agua y adicionar el lavado al embudo.

Extraer con 20 ml de isopropil éter, y descartar la fase acuosa. Regresar el extracto de indio a un vaso de precipitados conteniendo 20 ml de HCl (1:1) y guardar la solución para la determinación de In.

La siguiente separación de indio de otros elementos que interfieren para su determinación, y la precipitación son métodos que pueden ser usados para la determinación de indio como óxido:

Procedimiento:

Precipitación con NH_4OH .- Diluir la solución conteniendo no menos de 250 mg de indio, como cloruro, nitrato ó sulfato, aproximadamente a 300 ml y llevar ésta a ebullición. Adicionar NH_4OH (1:1) hasta alcalizar, agregar 5 ml de exceso. Hervir durante algunos minutos para permitir que el precipitado floccule, después enfriar hasta cerca de 50- 60°C. Filtrar la solución en caliente a través de un papel de poros pequeños y lavar papel y precipitado con solución caliente de NH_4NO_3 al 2%. Transferir el papel y el precipitado a una cápsula de porcelana ó a un crisol de platino, y secar, carbonizar el papel a baja temperatura, después aumentar la temperatura a 750- 800°C, y después incinerar en una atmósfera de oxidación a peso constante. Pesar como óxido de indio. Un gramo de In_2O_3 contiene aproximadamente 0.82g de indio.

Precipitación con KCNO .- A una solución de ácido débil conteniendo no más de 250 mg de indio, en un volumen de aproximadamente 300 ml, - adicionar unas cuantas gotas de rojo de metilo, y suficiente solución acuosa de cianato de potasio al 10% peso/ vol. hasta el cambio de color del indicador a amarillo. Calentar la solución a ebullición durante algunos minutos, filtrar sobre un papel de cenizas conocidas, lavar el precipitado y el papel con agua caliente hasta liberación de cloruro.

Transferir papel y precipitado a una cápsula de porcelana ó a un crisol de platino, secar y carbonizar el papel a baja temperatura, - después aumentar la temperatura a 750 - 800°C e incinerar en una at-

mósfera oxidante a peso constante. Pesar como In_2O_3 .

Precipitación con piridina.- A una solución ácida de InCl_3 , adicionar solución acuosa de NH_4OH hasta alcalinizar a rojo de metilo, - después HCl (1:20) gota a gota hasta acidificar, de algo turbio a claro. Adicionar de 5-10 g de NH_4Cl y calentar la solución a ebullición. Hervir un rato, adicionar lentamente una mezcla de piridina y - agua (1:4), hasta que el color de rojo de metilo haya cambiado a amarillo. Continuar hirviendo durante 1-2 horas, filtrar la solución en caliente a través de un papel de cenizas conocidas. Lavar precipitado y papel con solución caliente de NH_4NO_3 al 2% hasta liberación de cloruro, y finalmente con agua caliente. Transferir papel y precipitado a un crisol de platino, secar e incinerar. Pesar como In_2O_3 .

Precipitación con urotropina.- Este proceso se lleva a cabo en la misma forma que la precipitación con piridina, excepto que en este caso se sustituye la mezcla de piridina- agua por una solución de hexameten- tetraamina (urotropina) al 20% peso/vol.

Determinación de indio como sulfuro.- El indio puede ser precipitado como el sulfuro de la solución alcalina ó ácidamente débil por H_2S ó por $(\text{NH}_4)_2\text{S}$. La precipitación puede ser efectuada por la adición de una mezcla de ácido acético- acetato con pH 1-2, una solución diluída de HCl (0.03- 0.05 N) ó por una solución alcalina.

Procedimiento:

Precipitación con ácido acético en solución.- A la solución de HCl e indio, adicionar NH_4OH 14M gota a gota hasta alcalizar y alcanzar - la precipitación. Adicionar 30 ml de ácido acético glacial, agitar y calentar si es necesario hasta disolver el hidróxido, y diluir a 100 ml. Calentar a ebullición, y pasar H_2S a través de la solución hasta enfriar. Filtrar a través de un crisol de Gooch previamente preparado con asbesto, lavar con agua fría saturada con H_2S . Secar a $120-160^\circ\text{C}$ y pesar como In_2S_3 . Un gramo de In_2S_3 contiene 0.7048g de indio.

Precipitación con soluciones diluídas de HCl .- Juntar la solución ácida de cloruro de indio con la solución acuosa de NH_4OH y HCl diluído a dar una acidéz de 0.03- 0.05N con respecto al HCl .

Calentar la solución a ebullición y pasar H_2S a la solución en caliente por lo menos durante 30 min. Secar a $120-160^\circ\text{C}$ y pesar como In_2S_3 .

Determinación de indio como hidroxiquinolinato.- El indio puede ser precipitado de una solución de acetato con pH 4-5 por la adición de una solución de 8- hidroxiquinolina al 5% (peso/ vol.) en ácido acé-

tico (1:3). El precipitado se filtra sobre un crisol de vidrio con una porosidad de 4, lavando con agua caliente y después con agua fría secar a peso constante a 110- 120°C. El residuo será $\text{In}(\text{C}_9\text{H}_2\text{NO})_3$; 1g de éste contiene 0.2097g de indio.

Electrodeposición.- El indio puede ser determinado por deposición electrolítica sobre un cátodo de platino previamente cubierto con cobre (66). La deposición se lleva generalmente sobre una solución reguladora con amonio y ácido fórmico o con ácido oxálico.

Proceso:

A la solución a analizar se le adiciona un peso conocido de cobre como solución de sulfato, después adicionar NH_4OH hasta formarse el color del cuproamonio. Adicionar suficiente ácido oxálico ó fórmico a cambiar el color azul, redissolver el precipitado. Electrolizar con un cátodo de platino previamente tarado, a un potencial cercano a 2V, a depositar el cobre, después aumentar el potencial para depositar el indio.

Quando la electrodeposición es completa, lavar el cátodo, secar a 110- 120°C, y pesar. Quitar el peso de cobre y calcular el peso del indio.

Métodos Titrimétricos:

Titulación con EDTA.- El indio puede ser determinado por titulación con ácido etilendiamintetracético (EDTA) (67). La titulación puede ser llevada a cabo en un rango de pH 2-3 o en un rango de pH 7-10. La reacción en cada rango de pH es específica, y la separación de elementos que interfieren fue reportada anteriormente.

La titulación directa de indio con EDTA es generalmente lenta, a no ser que se realicen en caliente. Por esta razón se prefiere determinar el indio por una titulación con exceso de EDTA, con bismuto a pH de 2, empleando como indicador violeta de pirocatecol, ó con magnesio a pH 10 empleando negro de eriocromo T (NET).

Proceso:

Retitulación con nitrato de bismuto.- A una alícuota de la muestra en solución conteniendo no más de 25 mg de indio, adicionar un exceso de EDTA 0.01M estandarizada con solución de $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, adicionar 5 gotas de solución acuosa de violeta de pirocatecol al 0.1%. Adicionar NH_4OH gota a gota hasta que el color del indicador sea amarillo claro brillante. Titular con la solución de $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ 0.01M hasta que el indicador cambie a azul claro. Si es necesario, agregar una gota de NH_4OH a mantener el pH cercano a 2. 1 ml de EDTA 0.01M es equivalente

a 1.1482 mg de indio.

Retitulación con $MgSO_4$.- A una solución conteniendo no más de 25mg de indio, adicionar un exceso de EDTA 0.01M estandarizada con solución de $MgSO_4$. Adicionar suficiente solución reguladora NH_4Cl / NH_4OH 2M a mantener un pH de 10.5, agregar unas cuantas gotas de solución etanólica de negro de eriocromo T. Adicionar 1 g de KCN, titular con exceso de EDTA con solución de $MgSO_4$ 0.01M hasta que el indicador cambie a azul claro. Un ml de EDTA 0.01M es equivalente a 1.1482 mg de indio.

Titulación con ferrocianuro.- En la titulación de indio con ferrocianuro, el punto final puede ser detectado potenciométricamente, ó por un indicador redox tal como difenilbencidina ó 3,3'- dimetilnaftidina. Un gran número de elementos interfieren en la determinación de indio tales como molibdeno, cadmio, zinc, cobre, fierro, titanio, estaño, bismuto, manganeso, y plomo. Los métodos para la separación de estos elementos se encuentran en los trabajos de Belcher (68), -- descritos a continuación:

Procedimiento:

Diluir la solución debilmente ácida conteniendo no más de 50 mg - de indio a 50 ml aproximadamente. Adicionar unas cuantas gotas de -- una solución acuosa de KCN al 1%, preparada en el momento en que se vaya a emplear, recientemente, agregar de 2-3 gotas de solución 3,3' dimetilnaftidina en ácido acético glacial al 1%. Adicionar un exceso de solución KCN 0.01M estandarizada con solución de indio puro, retitular el exceso de KCN con la solución de indio hasta que el indicador cambie de gris a rosa.

Titulación con 8- hidroxiquinolinato de indio en presencia de --- $KBrO_3$.- La precipitación de 8- hidroxiquinolinato de indio ha sido - descrita anteriormente, y puede ser disuelta en HCl 1-2N, y la hidróxiquinolina liberada es titulada con solución de $KBrO_3$, Matsumae (69) sugiere que el precipitado sea digerido durante 2-4 horas, a 70-80°C con HCl diluido para tener mayor rendimiento.

Determinación de indio como constituyente menor ó en trazas:

El indio puede ser determinado cuando se encuentra como impureza con las siguientes técnicas: polarografía, espectrofotometría, espectrografía de emisión, fotometría a la flama, espectrometría fluorescente y por activación de neutrones.

Polarografía.- El proceso polarográfico para la determinación del indio es más conveniente que el gravimétrico, en muestras con más del 20% de indio. Conociendo los elementos que interfieren tales como Bi, Cu, Sb, Pb, Sn, Cd, y As se eliminan.

En una muestra de 0.5 g y diluido a 100 ml, la detección límite es del orden de 0.01%. Para valores en los cuales el rango es en ppm la preconcentración para cada extracción es incorporada por un proceso por lo menos tan sensitivo como el método espectrofotométrico.

Procedimiento.- Preparar una mezcla bromo- bromuro, adicionando 30 ml de bromo a 270 ml de HBr concentrado. Preparar una solución gelatina 0.5%, disolviendo 0.5g de gelatina en agua y diluir a 100 ml. Preparar una solución estandard de indio como la que se describirá más adelante para el análisis espectrofotométrico.

Concentraciones arriba de 0.01% de indio.- Pesar 0.500g de muestra en un vaso de precipitados de 150 ml. Humedecer con agua, adicionar 30 ml de HCl conc. y calentar durante 15 min; si hay presencia de arsénico en cantidades arriba del 15% puede volatilizarse adecuadamente. Adicionar 2-3 ml de HNO_3 y 2 ml de HF conc. Cuando la reacción es completa, ajustar el volumen aproximadamente a 75 ml, adicionar 10 ml de H_2SO_4 (1:1) y esperar a que haya desprendimiento copioso de SO_3 . Adicionar 5 ml de la mezcla bromo- bromuro, cubrir y calentar hasta claridad, cuando aparezcan humos blancos seguir humedeciendo por 10 min. Este tratamiento en presencia H_2SO_4 en exceso elimina cantidades arriba de 20% de estaño sin pérdida de indio. Enfriar, ajustar el volumen con agua a 50 ml y hervir por 15 min. Ponerlo en un baño a enfriar, filtrar a través de un filtro Whatman de No. 2 y lavar tres veces con agua fría.

Si la muestra tiene baja cantidad de fierro, adicionar arriba de 0.5g de sulfato de amonio ferroso al filtrado, calentar y adicionar 5 ml de una solución de H_2O_2 al 3%, ajustar a 150 ml y hervir durante 15 min. Adicionar 4g de NH_4Cl y suficiente NH_4OH a precipitar el fierro y después 3 ml más en exceso, hervir durante 5 min. Filtrar en caliente sobre un papel Whatman del No. 1 y lavar tres veces con solución caliente conteniendo 5 ml de NH_4OH y 20g de NH_4Cl en 1 litro de agua.

Lavar el precipitado en el recipiente original, disolverlo con 5 ml de HCl 11M, ajustar el volumen a 150 ml, adicionar 5 ml de sol. H_2O_2 al 3% y hervir. Adicionar NH_4Cl , reprecipitar con NH_4OH , hervir, filtrar y lavar.

Lavado el precipitado regresarlo a un vaso de precipitados de 250

ml; colocar el papel a un lado del vaso y lavarlo, primero con 30 gotas de HCl 11M, después con un chorro de agua hasta que desaparezca el color amarillo. Calentar, adicionar 3 ml de una solución de H_2O_2 al 30% y calentar hasta que la evolución del oxígeno cese. Adicionar 250 mg de hidroxilamin-clorhidrico, diluir justo abajo del volumen final requerido, el cual es 100 ó 250 ml, dependiendo de la cantidad de indio presente. Cubrir y hervir hasta que la solución sea clara.-- transferir a un matraz volumétrico conteniendo 7 g de KCl, adicionar de 10- 12 gotas de la solución de gelatina 0.5%, enfriar, diluir, mezclar bien y registrar el polarograma de una alícuota. La reducción de indio ocurre a - 0.58V con electrodo de calomel.

Preparar un estandar por adiciones apropiadas de una solución estandar de indio. Por las diferentes longitudes de onda entre las pruebas, y las pruebas a las cuales se les adicionó indio, se determina un factor de indio/mm de longitud de onda, el cual es aplicable para la constante polarográfica empleada en la determinación de indio.

$$\% \text{ de indio, en peso} = \frac{(H) (F) (V) (100)}{(v) (w)}$$

Donde:

H= longitud de onda de la muestra en mm.

F= factor, g de indio/ mm a longitud de onda.

V= volumen al cual la muestra fue diluida, dad en ml.

v= volumen de la alícuota polarografiada, dada en ml.

w= peso de la muestra, en gramos.

Concentraciones menores a 0.01% de indio.— Después de disolver la muestra, y eliminar los elementos que interfieren en la determinación de indio, por los procesos dados anteriormente, colocar el filtrado en un embudo de separación de 125 ml, adicionar 6 ml de HI y 15 ml de éter isopropílico. Agitar por un minuto y dejar reposar 2 minutos. Separar la capa de HI en otro embudo de separación y reextraer con una segunda porción de 15 ml de éter isopropílico. Combinar las dos porciones y adicionar 15 ml de HCl (1:1) para volver a extraer el indio. Calentar a reducir el volumen a 2ml, diluir a 30 ml con agua, adicionar 10mg de clorhidrato de hidroxilamina y hervir. Transferir la soln. a un matraz volumétrico de 50 ml conteniendo 3.5g de KCl, adicionar 5 gotas de la solución de gelatina, enfriar y diluir, correr el polarograma de una alícuota adecuada.

Espectrofotometría.— La espectrofotometría es un proceso adecua—

do para la determinación de pequeñas cantidades de indio. La muestra a analizar es diluida a 110 ml, se toma una alícuota de 10 ml conteniendo no menos de 60µg de indio. Rendimientos de 95- 100 % son obtenidos mediante este proceso, para muestras que contienen entre 20 y 60µg de indio. Cobre y estaño serán coextractados con el indio, por lo que es removido como sulfuro. El presencia de trazas de fierro, dá una coloración verde ó negra, por esta razón, toda la cristalería deberá enjuagarse con HCl diluido y después con agua.

Procedimiento:

Preparación de soluciones estandares:

Solución base.- Disolver 0.20g de indio altamente puro en HNO_3 diluido, hervir lejos de la presencia de óxidos de nitrógeno, enfriar y diluir a 100 ml. La concentración de indio en esta solución es de 0.002 mg/ml.

Solución trabajo.- Medir con una pipeta 10 ml, exactamente, de solución base en un embudo volumétrico de 100 ml, y mezclar bien. Diluir 10 ml de esta solución a 100 ml, que se usará para la preparación de la curva de calibración. La concentración de indio en esta solución es de 0.002 mg/ml.

Al preparar la curva de calibración, adicionar aproximadamente 15 ml de agua a cada cinco embudos de separación, después adicionar 0,1.0,2.0, 3.0, 4.0 ml de solución de indio diluido, con una concentración de 20 µg/ml, diluir a un volúmen de 25 ml, ajustar el pH a 3.8 con solución concentrada de NH_4OH y ácido glacial, y llevar a cabo la determinación como se describe a continuación, comenzando con la extracción de indio con éter etílico.

Pesar una muestra de 0.50- 2 g en un vaso de 150 ml. Adicionar de 10-15 ml de agua y 5 ml de HCl 11M y suficiente HF (de 2-3 ml) a descomponer los silicatos presentes. Calentar hasta descomponer los sulfuros, completar la descomposición por adición de 3-5 ml de HNO_3 -16M. Finalmente adicionar 10 ml de H_2SO_4 (1:1), hasta desprendimiento de humos de SO_3 . Enfriar y adicionar aproximadamente 50 ml de agua y hervir hasta disolver las sales solubles. En caliente conducir H_2S a la mezcla, a precipitar CuS , estaño y otros elementos presentes en la muestra. Filtrar y lavar el papel y el contenido. Agragar unas cuentas de cristal, hervir para remover el H_2S , sin ningún agente oxidante. Enfriar y transferir la muestra a un matraz volumétrico de 100 ml, diluir y mezclar.

Medir con pipeta una alícuota de 10 ml, llevarla a un embudo de separación de 50 ml y adicionar 10 ml de HBr concentrado.

Si es usada una alícuota menor de 10 ml diluir a 10 ml con agua adicionando antes HBr. Agitar la mezcla y adicionar de 30- 50 mg de ácido ascórbico para reducir el bromo libre y particularmente las trazas de fierro. Adicionar 20 ml de etil éter y agitar durante un minuto a extraer el InBr_3 . Dejar reposar hasta la formación de una capa acuosa y llevar ésta a un embudo de separación de 60 ml. Transferir la fase de éter a un embudo de separación de 125 ml y guardarla. Adicionar 20 ml de éter a la fase acuosa y repetir la extracción combinar las dos extracciones, adicionar 5 ml de HBr (1:1), agitar durante 20- 30 segundos y dejar reposar hasta la separación de fases. Repetir el lavado con 5 ml de HBr (1:1), a la fase solvente -- adicionar 5 ml de HCl (1:1), agitar durante 1 min, dejar reposar -- hasta la separación de la fase acuosa, llevar ésta a un embudo de separación de 60 ml, repitiendo la extracción con dos adiciones de HCl (1:1). Combinar los tres extractos ácidos, los cuales contienen indio. lavar con etil éter mediante agitación, llevar la fase acuosa a un vaso limpio de 150 ml. Adicionar tres gotas de solución de sulfato de sodio al 10% y evaporar a sequedad a baja temperatura. Enfriar, adicionar una gota de HCl conc. y 10 ml de agua hasta disolver, transferir a un embudo de separación de 60 ml y diluir aproximadamente a 25 ml. Adicionar 1 gota de solución acuosa de anaranjado de metilo al .1% y NH_4OH 14M hasta la aparición de coloración amarilla, entonces adicionar ac. acético glacial hasta la aparición de coloración rosa, a un pH de 3.8. Adicionar exactamente 10 ml de solución de 5,7 dibromo-8- quinolinol en cloroformo con una conc. de 1 mg/ml agitar durante un minuto para extraer el indio, dejar reposar por unos minutos y llevar ésta a una celda apropiada. Medir la absorbancia a 420 nm usándo cloroformo como solución referencia.

Llevar un blanco, empezando la determinación con adición de 10ml de HBr conc., sustituyendo la solución muestra por 10 ml de agua, restar la absorbancia del blanco de la absorbancia de la muestra y determinar la cantidad de indio presente en la curva de calibración.

Espectrografía de emisión.- El indio puede ser determinado cuantitativamente en otros metales por procesos de emisión óptica empleando técnicas para sólidos y soluciones.

Adicionar indio en cantidades apropiadas del metal fundido, con estándares espectrográficos. Preparar una muestra como standard para ser analizada. Una técnica para el análisis de Cd metálico, por la cual el indio puede ser determinado en un rango de 0.001-0.016% se describe en la referencia (70).

Los procedimientos para la disolución de la muestra, utilizando ácidos adecuados, seguidos por una técnica de emisión óptica, son - cuantitativos cuando se usan estándares adecuados. Tales métodos incluyen corriente directa (72) por las cuales son determinadas cantidades - de 1- 50 ppm de indio en muestras de oro. Una solución residual en procesos de arcos de corriente directa, para la determinación de 2- 300ppm de indio en oro, (73).

Técnicas en las cuales se emplean electrodos de grafito se utilizan en la determinación de muestras disueltas. Técnicas en las cuales se emplean soluciones rotacionales por uso de chispa (74) a determinar de 0.05 - 2 $\frac{1}{2}$ de indio en oro aleado, han sido reportadas.

Un proceso semicuantitativo para la determinación de ppm de indio y otros elementos en metales altamente puros han sido reportados (75). - Una muestra de 10- 50 mg es quemada en un arco de corriente directa y un plato fotográfico a una nueva exposición a intervalos durante el periodo de excitación. La detección límite es de 0.1 ppm en otras matrices.

Fotómetro de Flama.- El indio puede ser determinado por la intensidad de las líneas de emisión a 4101.76 y 4511.31 Å, las cuales pueden medirse directamente, o por comparación con emisión de un estándar - adecuado.

El método fotométrico a la flama para la determinación del indio - en aleaciones de magnesio es descrito (76).

El indio puede ser determinado por procesos fotométricos usando un número de diferentes flamas como campo de excitación. Más técnicas que envuelven la atomización de una solución de cloruro de indio bajo aire-acetileno u oxi- acetileno flama. Aunque las flamas de oxi- acetileno y oxi hidrógeno son reportadas y recomendadas en la referencia (60).

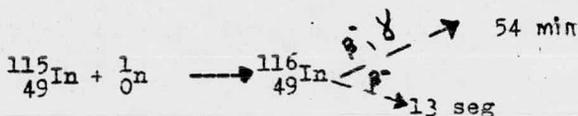
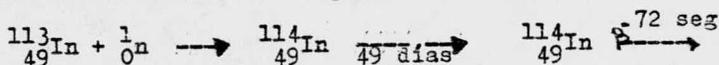
La referencia (5) hace buena revisión de técnicas fotométricas.

Espectrofotometría de Absorción Atómica.- El indio puede ser determinado utilizando flamas de aire- acetileno, ó aire- propano operando en relaciones estequiométricas de combustiones de aire. La línea más sensitiva es de 303.9 nm, otras líneas de absorción menos sensitivas - entre 325.6, 256.0 y 410.2 nm. Allan (77) cotizó la sensitividad de la línea de resonancia a 303.9 nm como 0.2 g/ml y la de menor sensibilidad a 410.2 nm como 1.0 g/ml.

A alta temperatura a la flama de aire- acetileno, la adición de KCl a la solución es conveniente a bajar la temperatura y a reducir la ionización del indio.

Activación de Neutrones.- El indio tiene un gran corte transversal a la activación de neutrones térmicos, de esta forma puede ser determinado fácilmente por irradiación neutrónica térmica, en un reactor nuclear, o de un bajo nivel de fuente neutrónica tal como la fuente en radio-berilio.

Dos isótopos son presentes en el indio natural: $^{113}_{49}\text{In}$ (con una abundancia de 4.23%) y $^{115}_{49}\text{In}$ (con abundancia de 95.77%). En irradiación con neutrones se verifica la siguiente reacción:



El análisis radioquímico es usualmente llevado a cabo a 1.98 meV β^- activación de $^{114}_{49}\text{In}$.

Un método efectivo de irradiación de neutrones para la determinación de indio ha sido reportada por Meinke y Anderson (78) usando 25 mg de radio y 250 mg de berilio, y parafina como moderador.

Los siguientes puntos se utilizan para la determinación de microgramos de indio en materiales radioactivos:

1. La muestra irradiada se disuelve el 10 ml de HBr conc. A esta solución se le adicionan 10 mg de indio y varios mg de nitrato ó sulfato férrico, y se evapora a sequedad.
2. El residuo es disuelto en HBr 4.5N, después transferirlo a un embudo de separación, y extraer con éter isopropílico, el indio es separado del éter por agitación con HCl 5M, y precipitado de la fase acuosa como $\text{In}(\text{OH})_3$, con NH_4OH .
3. El precipitado es transferido a un vidrio de reloj, secado, y para medir la activación se usa un tubo Geiger-Müller.
4. El precipitado es transferido cuantitativamente a un crisol, y es incinerado a 800- 850°C y pesado como In_2O_3 . Determinado el rendimiento químico.

Método específico (79) para la determinación de indio en rocas y minerales. La irradiación es conducida en una pila nuclear Harwell, y sensibilidad de 8×10^{-10} g de indio, usando $^{114}_{49}\text{In}$ y 49 días, y 5×10^{-12} g de indio durante 54 min con el isótopo $^{116}_{49}\text{In}$, son obtenidos.

Determinación de Impurezas.

Método Espectrográfico.

Indio comercial. Procedimientos de condensación (80, 81) donde se pueda emplear suficiente muestra a fundir.

Las líneas espectrales de indio pueden estar interferidas por otros elementos. Las líneas de indio a 4057.9 Å y en último término a 4072.4Å interfieren con las líneas sensitivas del plomo a 4057.8 Å.

La determinación es llevada a cabo en un espectrógrafo ó en un espectrómetro de emisión óptica, teniendo suficiente potencia y dispersión lineal para separar claramente la línea analítica requerida, de las otras líneas espectrales, en la región 2100- 4600 Å. El campo de excitación utilizaría un arco condensado o un equivalente a proveer un voltaje intermedio, suprimiendo la descarga a la brecha analítica. La muestra será capaz de producir una fundición rápidamente enfriada, empleando, de preferencia, un disco con un diámetro de 2.5 -- pulgadas y con un espesor de 0.25 pulgadas. La prensa empleada será -- capaz de producir una presión de 10 000 psi y moldiará una piedra de 1.25 pulgadas de diámetro. Los electrodos para el conteo tendrán una varilla de grafito, con un diámetro nominal de 0.25 pulgadas.

Proceso:

Preparar una serie de estandares a cubrir el rango de pruebas. Para cada estandar adicionar una alícuota apropiada de impurezas metálicas, en un baño de indio especialmente purificado, y fundido en un horno de inducción. Perfectamente mezclado y fundido en un molde apropiado a dar un disco al enfriarse. Estos discos pueden ser colocados sobre un torno de banco, empleando unas gotas de glicerol sobre la -- herramienta cortante, después enfriar el disco con hielo seco. Revisar la homogeneidad de los estandares espectroquímicamente y analizar su composición por medio de métodos químicos.

Preparar muestras fundiendo como en los estandares. El material se prensa a 10 000 psi a formar un disco con diámetro, 1.25 pulgadas y -- un espesor de 3/16 pulgadas. Evitar la contaminación.

La muestra en disco es colocada en la parte superior del electrodo. En oposición al disco insertado en el electrodo contador. El foco de energía radiante sobre la hendidura del espectrógrafo, excluyendo la luz incandescente del electrodo extremo. Se lava el electrodo con --- agua fría. Se hace que el electrodo quede lo menos electricamente positivo y se ajusta la hendidura a 3 mm.

Registrar el espectro teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Voltaje máximo | 1000V |
| Capacitancia | 40F |
| Inductancia | 460H (Henry) |
| Resistencia | 50 |
| Región espectral | 2100- 4600 Å |
| Ancho de la hendidura | 0.030mm |
| Altura " " " | 2mm |
| Periodo de exposición del arco | 30 seg |

Hacer una lectura de los estandares y tres lecturas de las muestras.

Proceso de emulsión.- Con un microfotómetro medir la transmitancia relativa de impureza, la línea estándar interna es aproximadamente - 30%. La línea correcta de impureza es una parte de la transmitancia -- total; leer la última transmitancia relativa adyacente a la línea lateral de alta longitud de onda. Medir la línea elemento, la línea de un estándar interno y asociar la última a la misma altura relativa, utilizando la altitud de la hendidura sin exceder de 1.0 mm.

Calibrar la emulsión empleando las dos etapas dadas en el proceso. Estos pueden ser determinados por una serie de platos que tengan el mismo número de emulsiones. Preparar curva analítica. Convertir las transmitancias relativas obtenidas en el microfotómetro a intensidades relativas de las líneas de elementos, a la línea estándar interna, - trazar las relaciones de concentración a escala.

Convertir las transmitancias relativas de muestra a intensidades relativas. Trazar porcentaje de concentración de indio en una curva analítica apropiada. Reportar el promedio de las tres lecturas. Los rangos de concentración para cada elemento en la tabla #3, pag. 539 de la Enciclopedia Química Industrial. Snell- Etre. Vol. 14.

La tabla 4, reporta datos de precisión para una sola determinación pag. 540.

Se pueden usar otros métodos espectroquímicos para mejores resultados. Jaycox (82) resume una técnica de poder de arco:

Muestras y estandares en forma de In_2O_3 seco y pulverizado, mezclados con grafito pulverizado (actúa como buffer y diluyente). Empaquetar la muestra en la copa del electrodo de grafito. Emplear corriente directa en el arco de excitación, los espectros de muestras y estandares son registrados sobre una emulsión, las relaciones de intensidad, las líneas analíticas seleccionadas y el control interno de las líneas de intensidad de indio son determinadas fotográficamente.

Indio altamente puro.- Indio altamente puro, cuyas impurezas me-

tálicas estan consideradas abajo de 10 ppm, puede ser analizado por un proceso semicuantitativo (75) para todos los elementos detectables.

Además del equipo requerido, y aparatos utilizados en el proceso, el equipo adicional requiere de arco con fuente de corriente directa capaz de producir una mínima cantidad de corriente en el circuito de 15A a 125v. Los materiales requeridos son: indio metálico altamente puro, el cual contiene principalmente impurezas no detectables, óxidos de metal, grafito pulverizado (SP-2 de la Co. de Carbón), y de dos electrodos: un electrodo similar a ASTM con designación S-12, y un electrodo contador similar a ASTM designación C-8.

Proceso:

Preparar un estandar mezclando grafito pulverizado con óxidos finamente pulverizados, una porción de 10 mg de la mezcla adicionada a 100 mg de indio puro producirá una serie de estandares conteniéndolo. — 0.1, 0.3, 1.0, 3.0 y 10.0 ppm de cada elemento como impureza. Llevar las cantidades de indio pesado y la mezcla con grafito a un electrodo. Preparar de dos a tres series de estandares, para exponer en el mismo plato como el metal que se analiza.

Preparar por triplicado 100 mg de muestra en un electrodo con 10mg de grafito pulverizado (con extrema limpieza).

Colocar en el fondo del electrodo empacado un arco en posición vertical electricamente positivo. Empalmar y alinear el electrodo registrador en la parte superior interna electricamente negativo. Enfriar las prensas con agua. Encender el arco, manteniéndolo un hueco de 3 mm, encender hasta que la porción de la copa del electrodo sea completamente consumido y no queden restos metálicos. Encender el plato fotográfico durante 30 seg; la completa combustión se lleva a cabo durante 3 1/2 min, usando una descarga a 125 V, 20A. Exponer la muestra por triplicado, con 2 ó 3 estandares sobre el mismo plato. Llevar un espectro de fierro inmediatamente seguido de la última muestra. Registrar el espectro bajo las siguientes condiciones:

| | |
|----------------------------------|--------------|
| Región espectral de la emulsión: | 2100- 4600 Å |
| 2100- 3350 Å | Eastman SA1 |
| 3350- 4600 Å | Eastman SA3 |
| Ancho de la hendidura | 0.030 mm |
| Altura " " " | 1 mm |
| Periodo de exposición del arco | 210 seg |

Algunas otras condiciones son reportadas en la pag 541 de la Enciclopedia Química Industrial. Snell- Ettore. Vol 14.

Si la línea espectral de interés es visible solamente uno ó dos tiempos de fracción entonces checar con un microfotómetro, determinar la concentración de la menor cantidad de impurezas con una comparación visual con los standards. Si la línea espectral es intensa, pero visible sólo en dos ó tres fracciones de tiempo, medir la transmitancia relativa de la línea espectral y el fondo continuo, determinar la suma total de las intensidades de la línea neta para el elemento de interés, y traza la concentración en una gráfica concentración - intensidad preparada por las intensidades leídas de los standards. La línea espectral de interés ocurre en más de un tiempo de fracción, los resultados pueden ser erróneos; muestras y standards entonces deberán ser re-exhibidos sin trasegar, y deberán usarse un sector y filtros adecuados para que la línea espectral dé una intensidad capaz de fotomedir. Referencia 83.

Se usa un filtro azul colocado en la senda de la luz refractada inmediatamente enfrente del plato espectroscópico cilíndrico, 100 mm de longitud focal, enfocado sobre la hendidura manteniendo un índice, así que existe un fondo definido en todas las regiones del espectro.

Tabla 5 Tiempos de intervalos.

| Elemento | Tiempo de fracción, seg | elemento | Tiempo Frac.Seg |
|--------------|-------------------------|----------|-----------------|
| Ag | 160- 180 | Ni | 140-180 |
| Al | 0- 180 | Pb | 0-180 |
| Bi | 0- 20 | Sb | 120-180 |
| Cd | 0- 20 | Si | 0-60 |
| Cu | 160- 180 | Sn | 180-200 |
| Fe | 180- 200 | Tl | 0-150 |
| In (matriz) | 0- 200 | Zn | 0-20 |
| Mg | 0-40 | | |

En la tabla 5 se enlistan los tiempos de intervalos durante el período de exhibición de las líneas espectrales cuando son visibles en el plato espectroscópico para varios elementos presentes en el indio a una concentración de 1 ppm.

La tabla 6 lista las cantidades mínimas detectables, para un número de elementos.

La precisión de análisis repetidos es buena si la muestra es homogénea. A concentraciones de 0.2 y 0.6 ppm los elementos plomo, cadmio, estaño y talio muestran coeficientes de variación de menos del 25%, y las líneas espectrales son fotométricas

Tabla 6 Límites de Detección

| Elemento | Mínimas cantidades detectables, ppm | Elemento | Mínimas cantidades detectables, ppm. |
|----------|-------------------------------------|----------|--------------------------------------|
| Ag | < 0.1 | Ge | 0.3 |
| Al | 0.1 | Hg | 0.5 |
| As | 20.0 | Mg | < 0.1 |
| B | 0.1 | Mn | 0.1 |
| Be | < 0.1 | Ni | 1 |
| Bi | 0.1 | Pb | 0.1 |
| Ca | 0.1 | Sb | 3' |
| Cd | 0.1 | Si | 0.2 |
| Co | 0.5 | Sn | 0.1 |
| Cr | 0.1 | Te | 5 |
| Cu | 0.1 ^a | Tl | 0.1 |
| Fe | 0.3 | Zn | 1.0 |
| Ga | 0.1 | | |

^a3247.5 Å, segundo orden

Cuando los elementos de impureza son adicionados a los estándares como compuestos, los cuales pueden tener un punto de ebullición muy diferente al de la forma de impureza en la muestra los resultados límite de las pruebas sobre otros metales que tengan indio, se pueden comparar con otros métodos.

PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS.

Níquel. Con solución de dimetilglioxima. Disolver 0.9g de dimetilglioxima en 1 litro de agua hirviendo, diluir a dos litros, y enfriar.

Solución de níquel standard. Disolver 0.100g de metal níquel puro en HNO₃ diluido, hervir hasta remover los óxidos de nitrógeno. Enfriar, diluir a 1 litro en un matraz volumétrico a obtener un standard con una concentración de 0.1 mg/ml. Hacer

disoluciones sucesivas a obtener estandares con concentraciones de níquel de $10\mu\text{g/ml}$ y $1\mu\text{g/ml}$.

Como Indicador verde de bromocresol. Disolver 100 mg de bromocresol en 5 gotas de solución de NaOH al 10% y diluir a 100 ml con agua.

Preparar una curva de calibración de la siguiente manera:

Transferir 0, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0, 10.0 y 12.0 ml de la solución estandar de níquel (con una concentración de $10\mu\text{g/ml}$) a 7 vasos de 100 ml. Adicionar un ml de H_2SO_4 (1:1) y esperar hasta humos deprendidos de SO_3 . Enfriar, adicionar 10 ml de agua, calentar hasta disolver, después transferir a un embudo de separación. Llevar a cabo el procedimiento como se indica a continuación, empezando por la adición de solución de ácido cítrico. Sise emplean concentraciones abajo de 1 ppm, se utilizan estandares de $1\mu\text{g/ml}$.

Ensayos del orden de 0.1 a 1 ppm requieren 5g de muestra. En concentraciones de arriba de una ppm se emplean 2g de muestra ó menos.

Pesar 2g de indio metálico colocándolo dentro de un vaso de 150 ml. Teniendo el reactivo limpio durante el proceso, adicionar 15ml de HCl conc., cubrir y calentar hasta disolver. A la muestra en solución adicionar de 2-3 gotas de H_2O_2 . Hervir durante algunos min. a descomponer el exceso de peróxido. Enfriar, adicionar 20 ml de una solución de ácido cítrico al 20%, diluir arriba de 60 ml y transferir a un embudo de separación de 125 ml. Adicionar 3 gotas de indicador verde de bromocresol, y después gotear NH_4OH hasta que la solución dé color azul adicionar 3 ml de exceso. Adicionar 25ml de solución dimetilglioxima, mezclar bien y dejar reposar por lo menos durante 15 min.

Adicionar 12 ml de cloroformo y agitar bien durante 1 min. Permitir que las capas se separen, después transferir el cloroformo a un segundo embudo de separación conteniendo 25 ml de una solución de NH_4OH . Agitar vigorosamente durante 30 seg. esperar que las capas se separen, después transferir la capa de cloroformo a una celda de un espectrofotómetro. Medir la absorbancia a 400nm teniendo cuidado de mantener limpieza. Si una tenue opalescencia es observada en el extracto de cloroformo, ésta puede ser removida por sumergimiento del final de la celda en agua caliente durante unos segundos. Establecer las cantidades de níquel presente en la curva de calibración.

Cobre. Reactivo: carbamato en cloroformo. Disolver 1 g de -- dietilditiocarbamato de dietilamonio en 100 ml de cloroformo.

Solución estandar de cobre.— Pesar exactamente 0.0250 g de cobre metálico altamente puro dentro de un vaso de precipitados de -- 150 ml, adicionar 10 ml de agua, después 5 ml de HNO_3 conc. Calentar hasta disolver. Al metal en solución adicionar 5 ml de H_2SO_4 (1:1) y esperar a que se desprendan humos de SO_3 . Enfriar y diluir con 50 ml de agua aproximadamente y calentar hasta completar la -- solución del cobre. Enfriar y transferir a un matrás volumétrico -- de 250 ml, enjuagar el vaso que contenía la solución con un poco -- de agua, y adicionarlo al matrás, después diluir a 250 ml, y mez-- clar bien. La concentración de cobre de esta solución es de 0.1 mg por mililitro. Después hacer disoluciones de esta solución a obte-- ner solución estandar con una concentración de cobre de 5 $\mu\text{g}/\text{ml}$.

Enjuagar todo el material de vidrio con HNO_3 diluido y agua antes de usarse.

Preparar una curva de calibración de la siguiente manera:

A cada uno de los seis vasos de 150 ml cada uno, adicionar 15 -- ml de agua seguida por 20 ml de solución de ácido cítrico al 20%. Adicionar: 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 ml de solución estandar de -- cobre con una concentración de 5 $\mu\text{g}/\text{ml}$. Ajustar el pH de la solu-- ción a 7.0 y continuar el proceso como se describe a continuación-- empezando con la adición de la mezcla carbamato- cloroformo.

Pesar de 0.5 a 2.0 g de indio metálico sobre la solución de co-- bre en un vaso de precipitados de 150 ml. Simultáneamente poner un reactivo blanco, y llevarlo a un tubo de ensaye. Adicionar 15 ml -- de HCl conc., cubrir, y calentar hasta disolver. Cuando la muestra esta en solución, enjuagar con el reactivo anterior, lavar las pa-- redes del vaso, evaporar a sequedad a poca temperatura, después re-- mover, trasladar de lo caliente a lo frío. Adicionar 4 gotas de -- HCl conc., y cerca de 15 ml de agua, calentar para ayudar a la di-- solución. El residuo es disuelto, y después enfriar y adicionar -- 20 ml de solución de ácido cítrico al 20%. Usando un medidor de pH ajustar el pH a 7.0, goteando NH_4OH 14M. Enfriar, y transferir a -- un embudo de separación de 60 ml. Adicionar 10.0 ml de la mezcla -- carbamato - cloroformo, agitar durante un minuto. Esperar que se separen las capas, después desechar el cloroformo, llevándolo a una celda de un espectrofotómetro adecuado.

Medir la absorbancia del extracto a 420 nm usando el reactivo --

blanco con solución de referencia. Establecer las cantidades de -- cobre en la curva de calibración.

Sulfuro (84-87). HNO_3 . Tratar HNO_3 con un exceso de KMnO_4 y destilar. Descartar la primera porción del destilado hasta un 10%, y guardar la porción intermedia del destilado en una botella Pyrex - taponeada.

HCl. Destilar (1:1) descartando la primera porción hasta un 10%. Guardar la porción intermedia del destilado en una botella Pyrex.

Ácido Fórmico. Destilar ácido fórmico de un pequeño exceso de KMnO_4 . Descartar la primera porción hasta un 5% del destilado, -- guardar el destilado intermedio en una botella Pyrex taponeada.

Agua. Toda el agua empleada en el proceso se destila y se desmineraliza pasándola a través de una resina intercambiadora, prepararla cada que se emplee.

Mezcla reductora. Medir 250 ml de mezcla de HCl conc., con un 47% de HI y 50% de H_3PO_2 . y transferir a un matríz redondo con 2 - bocas de aproximadamente 1000 ml. Colocar un colector de agua de - 350 mm de longitud a una de las dos bocas del matríz, y un tubo cónico en la otra y llevar a reflujo. Pasar nitrógeno a través del - tubo cónico y calentar la mezcla a ebullición. Llevar a reflujo -- durante poco menos de dos horas. Después enfriar, manteniendo el - fluido de nitrógeno durante el enfriamiento. Después guardar la mezcla en una botella Pyrex taponeada. Este reactivo es purificado inmediatamente antes de usarse.

Solución absorbente. Disolver 25g de acetato de zinc y 15g de - acetato de sodio en aproximadamente 700 ml de agua, transferir a - un matríz volumétrico de 1000 ml y diluir. Dejar reposar por lo menos durante 12 horas y filtrar. Guardar éste en una botella Pyrex.

Sulfato férrico. Disolver 3.8g de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$ en 500 ml - de H_2SO_4 0.5N, y guardarlo en una botella Pyrex.

Sulfato de p- aminodimetilanilina en solución. Disolver 1g del - reactivo en 50 ml de H_2SO_4 6N, y si la solución se colorea, adicionar 200 mg de carbono activado en polvo. Agitar bien durante 3-4 - minutos, filtrar. Diluir el filtrado a un litro con H_2SO_4 6N, y guardar la solución en una botella Pyrex y tapparla. Si la solyción es colorida, se puede diluir inmediatamente a 1 litro con el ácido.

Solución estandar de K_2SO_4 . Pesar exactamente 0.1358 g de -

K_2SO_4 en un vaso de ppitados, disolver en agua, y transferir a un matr az volum etrico de 250 ml, y aforar con agua. Un ml de esta solución equivale a 0.1 mg se azufre. Hacer diluciones sucesivas de esta solución a obtener una solución standard con una equivalencia de azufre de 10 μ g/ml.

Preparar una curva de calibración de la siguiente manera:

A cada una de seis peras, con fondo redondo y con dos cuellos para destilación, poner 0, 2.0, 1.0, 3.0, 4.0, y 5.0 ml de la solución standard de potasio y seguir el procedimiento de abajo empezando con la purificación de la mezcla reductora. Si es necesario, usar otra alícuota del standard.

Transferir 5 g de indio metálico a una pera de destilación, de 250 ml, y calentar por encima de una pequeña flama, hasta fundir al indio. Ya fundido, agitar el recipiente vigorosamente a formarse una pequeña capa de indio dentro della pera, después enfriar rápidamente por medio de un baño de agua fría.

Prepare la mezcla ácida constituida por 4 partes de HCl destilado y una de HNO_3 destilado, después adicionar cerca de 60 mililitros de la mezcla a la pera de destilación. Calentar para efectuarse la solución, evaporar lentamente a cerca de 10 ml. Enfriar, un poco, y adicionar pequeñas cantidades de ácido fórmico (1-3 ml) hasta que ya no haya reacción. Evaporar la solución a sequedad.

Transferir 100 ml de la mezcla reductora a una pera de destilación de 250 ml. Conectar el refrigerante de agua a un cuello de la pera, y un tubo conductor de gas en el otro cuello, conectar un tanque de n trgeno al tubo que permite el paso de gas a la pera de destilación, regular el paso de n trgeno proporción nivelada. Llevar la solución a ebullición y poner a reflujo por 40- 50 min. Poner a calentar, y permitir que la solución se enfrie, manteniendo el paso de n trgeno.

Después de enfriar la mezcla reductora, desmontar, y transferir ésta a la pera que contiene al indio, y volver a montar la pera al condensador y al tubo que conduce al gas. Llevar un tubo de escape en la parte alta del reflujo - condensador, y sumergir la superficie de 25 ml de solución absorbente es un frasco volum etrico de 50 ml. Ajustar el flujo de n trgeno a 2 burbujas/ seg., en la solución absorbente, después calentar la mezcla en una pera de destilación a ebullición durante 45 min. Mover la mezcla absorbente del escape del condensador, y esperar

que se enfríe.

Adicionar 10 ml del reactivo sulfato de p -aminodimetilanilina a la solución absorbente en un matraz volumétrico de 50 ml, mezclar bien. Adicionar rápidamente 1 ml de solución de sulfato férrico, mezclar y aforar con agua.

Mezclar bien y medir la absorbancia a 670 nm junto al reactivo blanco.

Usando una celda de 10 mm, y una absorbancia de cerca de $\frac{1}{10}$ 0.025 nm puede ser obtenido de 1 μ g de azufre.

ALEACIONES DE INDIO.

El indio se alea con varios metales. Algunas substituciones de indio por otros metales se ensayan para reducir el costo, y estos esfuerzos se abandonan en favor del indio debido a que con el indio estas aleaciones presentan dureza, solidéz, y resistencia a la corrosión.

Las aleaciones se preparan por mezcla de metales fundidos. La fundición del indio necesita mucho cuidado. La esponja de indio es muy finamente dividido y oxidado fácilmente.

Grandes cantidades de indio pueden ser fundidos sin exceso de oxidación.

TIPOS DE ALEACIONES DE INDIO.

41 binarios, 13 ternarios, 4 cuaternarios, y un quinario, son las aleaciones que contienen indio y estas son enlistadas en la literatura (89-98). Los tipos más importantes será resumidos.

Las aleaciones de indio con antimonio, arsénico y fosfato son de gran importancia. De éstos últimos In-Sb es la que más extensamente ha sido estudiado.

InSb. Es preparado por la fundición de cantidades pesadas de indio cosido y antimonio en una zona refinada en un tubo de cuarzo a una temperatura de 635- 650°C en gar de hidrógeno altamente puro, o en un gas inerte a alta atmósfera (99). El indio y el antimonio combinados con una facilidad relativa y forman un compuesto intermetálico.

Algunas propiedades termodinámicas del InSb estan dadas por Geiderikh y Gerasimov (100). La movilidad del electrón en el InSb varía muy ampliamente con la temperatura. Esta propiedad combinada con estas pequeñas bandas, forma la base del uso de

-30-

este compuesto en dispositivos fotoconductor y galvanomagnético. En alta presión indaga esta transformación en forma metálica (101) - analoga al estaño gris y estaño blanco en su transformación, ha sido reconocido, y esta aleación InSb es superconductor, la cual puede tener una única aplicación de este poder. El InSb tiene pocos usos incluyendo conmutatrices, remilinos, amplificadores etc.

InAs. Se obtiene por medio de dos métodos (102). En el método de horno simple, los elementos altamente puros se hacen reaccionar directamente, y en el método de dos hornos, los vapores de arsénico se hacen reaccionar con indio a temperatura cercana al punto de fusión de InAs. Esta aleación es más fuerte que la de InSb y por lo tanto favorable para la estabilidad requerida para sus usos. La movilidad del electrón de InAs es bastante sensible a las impurezas: con un 99.999% de indio y arsénico puro, la movilidad del electrón es de 15,000 $\text{cm}^2/(\text{V})(\text{seg})$ con una concentración neta de impurezas de 1×10^{17} átomos/ cm^3 , siéndo comparada con el InAs con una movilidad de electrón de 24,000 $\text{cm}^2/(\text{V})(\text{seg})$ con una concentración de impurezas de 2.3×10^{16} átomos/ cm^3 , preparado con arsénico producido por una óxido- reducción.

InP. Se obtiene por fundición de cantidades pesadas de los dos elementos.

Sin embargo, el indio y el fósforo reaccionan solamente en un rango de 94-95% a 700°C y durante 350- 400 hrs. el InP tiene alta resistividad. Si bien ésto a sugerido su uso transistor, la pureza y el orden cristalino del compuesto preparado por otro sistema, disminuye la inclinación de los transistores basados en el germanio. Este compuesto tiene una extraordinaria característica, ya que a bajas temperaturas sufre averías eléctricas (103).

En la siguiente tabla se pueden observar los puntos de fusión de aleaciones semiconductoras conteniendo indio:

Puntos de Fusión:

| Aleación | Punto de fusión en °C |
|----------|-----------------------|
| In-Sb | 523 |
| InAs | 942 |
| | 936 |
| In-P | 1070 |

Algunos otros tipos de aleaciones con indio son los siguientes: Ag-Pb-In, Pb-Cd-In, Cd-Ag-Cu-In, Ag-Tl-In, Pb-Sn-In, Cd-Sn-In

y Pb-Sn- Sb-As In.

Aleaciones ferromagnéticas: Estas aleaciones son también llamadas Heusler. En este grupo, el Cu-Mn-In parece ser el más común. La aleación Cu-Mn tiene una relación de 2/1, y el indio contenido de 0- 60% en átomos. Las propiedades de estas aleaciones han sido estudiadas con detalle (104, 105).

La investigación de la estructura de estas aleaciones indica ser cúbica centrada en las caras.

Otras aleaciones: aleaciones para uso dental y joyería tienen la siguiente composición: de 5- 65% de oro, 2-30% de Pb, 10-50% Ag, -- 10-25% de Cu y de 0.5- 5% de indio.

En la página 547 de la "Encyclopedia of Industrial Chemical Analysis" Snell- Etre, Vol. 14 (1973), se dá una tabla (8) con los nombres de algunas aleaciones de indio más comunes, como lo es InCu 60 (In,Cu,Au).

En la tabla 9 página 548, se mencionan algunas aleaciones con un punto de fusión más bajo.

Análisis de aleaciones de indio.

Determinación de indio. La determinación de indio en aleaciones no requiere de una separación tan compleja como la dada en los procesos anteriores. En algunas aleaciones, donde el elemento aleado no interfiere en la determinación, no es necesario su separación, -- mientras que en otras donde interfiere en un grado mayor, puede aplicarse un proceso de separación selectiva, tal como precipitación como $\text{In}(\text{OH})_3$ (110,111) ó sulfuro (110), ó por extracción por solvente (62) de InBr_3 ó InI_3 (64).

A continuación se describen tres métodos típicos:

Método Gravimétrico. -- Este método ha sido empleado para la determinación en aleación con plomo con un 80% de indio.

La muestra es disuelta en HNO_3 diluido, adicionando unos cuantos ml de H_2SO_4 , con desprendimiento de SO_3 . Después enfriar y diluir con agua fría, el PbSO_4 se filtra.

El filtrado precipita como $\text{In}(\text{OH})_3$, el cual es lavado varias veces con una solución diluida de NH_4OH - NH_4Cl , conteniendo 5 ml de NH_4OH 14M y 20g de NH_4Cl en un litro de agua. El precipitado y el papel filtro son quemados hasta dar un color rojo pardo, obteniéndose así en In_2O_3 , y después son pesados.

Métodos titrimétricos. -- La siguiente titulación con EDTA ha sido usada, dando resultados satisfactorios, para la determinación de In

en aleaciones de In-Sb.

Proceso:

Preparar una solución de sal sódica 0.05M y EDTA, por disolución de 18.6g de NaCl en 1 litro de agua. Preparar una solución de CuSO_4 0.02M, por disolución de 0.5g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ en 100 ml de agua.

Preparar una solución PAN por disolución de 0.100g de 1-(2-piridilazo)-2-naftol (PAN) en 100 ml de etanol al 95%.

Titular un volumen conocido de la solución de cobre con EDTA usando unas cuantas gotas de la solución de PAN. Preparar una mezcla con las soluciones de cobre y EDTA para la titulación, guardarla.

Estandarizar la solución EDTA con indio metálico puro y antimonio, el proceso se dá a continuación, titulando con la solución de EDTA.

Expresar estas titulaciones como mg de indio por ml de EDTA.

Pesar 0.5g de aleación en un matr az de 150 ml, y adicionar 5 ml de HCl 11M, 5 ml de HNO_3 16M, y 5 ml de agua. Cubrir  este con un vidrio de reloj, y llevarlo a un plato caliente, calentar a baja temperatura. Cuando la solución es completa, adicionar 20 ml de agua y 2g de ácido tartárico, agitar hasta disolver, y transferir la solución a un matr az volumétrico de 100 ml, y diluir.

Pipetear una alicuota adecuada, conteniendo cerca de 50 mg de indio, y llevarla a un matr az Erlenmeyer de 150 ml, y ajustar el pH a 2.5 - 3, con NaOH y ácido acético, empleando un medidor de pH.

Calentar cerca de ebullición, adicionar 3 gotas de la solución Cu-EDTA y 4 gotas de solución indicador PAN.

Titular la solución en caliente EDTA 0.05M a un punto fonal con una coloración amarillo claro.

$$\% \text{ In} = \frac{(A) (B)}{(W) (10)}$$

Donde:

A= volumen de EDTA empleado en la titulación de la muestra en ml.

B= mg de indio por ml de EDTA como se determinó en la estandarización.

W= peso de la muestra en gramos.

Método polarográfica. Este método es muy empleado en la determinación de indio en aleaciones, en concentraciones arriba de 20%.

Proceso:

Pesar una muestra de 0.1- 2.0 g, dependiendo de la concentración

de indio, y disolver ésta en ácido. Usar HNO_3 diluido, si plomo y plata están presentes, y agua regia para otras combinaciones. Después de disolver la muestra, adicionar unas cuantas gotas de H_2SO_4 concentrado, hasta desprendimiento de SO_3 . Enfriar y adicionar 5 ml de HBr /bromo, preparado por la adición de 30 ml de bromo a 270 ml de HBr , cubrir con un vidrio de reloj, y esperar que se desprendan humos blancos. Este tratamiento de bromo volatilizará arriba del 20% de estaño. Enfriar y diluir a 50 ml con agua, y hervir durante 15 minutos. Enfriar y filtrar a remover el PbSO_4 , y lavar el precipitado tres veces con agua fría.

Si no hay fierro en la aleación, adicionar de 0.1 a 0.2 g de sulfato de amonio ferroso, que sirve como clector para el indio. Adicionar 5 ml de H_2O_2 al 3%, ajustar el volumen a 150 ml con agua y hervir durante 15 min. Adicionar 4 g de NH_4Cl , precipitar el fierro y el indio con NH_4OH conc. y adicionar 3 ml en exceso. Hervir durante 5 min., -- filtrar en caliente y lavar el precipitado tres veces con una solución en caliente de NH_4Cl amoniacal.

Lavar el precipitado, adicionar 5 ml de HCl conc. , diluir a 150 ml de agua, adicionar 5 ml de H_2O_2 al 3%, y hervir para disolver los hidróxidos. Reprecipitar el fierro y el indio con NH_4Cl y NH_4OH , filtrar y lavar el precipitado tres veces NH_4Cl en solución amoniacal.

Mover el papel filtro, y llevar éste a las paredes del vaso de precipitados. Dejar pasar casi todo el precipitado y disolver el residuo con pequeñas cantidades de HCl conc. Lavar bien el papel con agua. Adicionar 3 ml de H_2O_2 al 3% y hervir para disolver todo el precipitado. Adicionar 250 mg de clorhidrato de hidroxilamina, para reducir el fierro y el exceso de peróxido. Diluir a 75 ml y hervir hasta que la solución sea clara.

Transferir la solución a un matrás aforado de 100 ml que contenga 7 g de KCl y de 10- 12 gotas de la solución de gelatina (preparada como se dijo ya anteriormente). Enfriar y diluir, agitar bien. Llevar una alícuota de esta muestra a la celda polarográfica, pasar nitrógeno por varios minutos, y correr el polarograma. La reducción de indio ocurre a - 0.59 V con un electrodo estandar de calomel.

Determinación de elementos aleados:

Generalmente, los métodos para la determinación de éstos. son idénticos a los procesos que se usan para cada elemento. A continuación se observarpan los elementos aleados más comunes:

Arsénico. Pesar 0.500- 2.00 g de muestra (dependiendo del contenido de As) en un matr az Erlenmeyer de 250 ml, adicionar de 10-15 ml de agua, despu es 15 ml aprox. de FeCl₃·6 H₂O. Adicionar de 2-3g de FeCl₂·H₂O, 1 g de CuCl, 75 ml de HCl conc. y llevar el matr az a un aparato de destilación.

Colocar un vaso de 400 ml conteni ndo 50 ml de agua bajo el condensador, y ajustar el extremo del condensador. Destilar, hasta que el volúmen del matr az se haya reducido a 15-20 ml. Desconectar el matr az , enjuagar el condensador, guardando el enjuague en el mismo recipiente del destilado, y agitar. Enfriar éste a temperaturas menores de 30 C, neutralizar con NH₄OH conc. a rojo de metilo, y adicionar la solución con HCl (1:1). Enfriar, y adicionar de 8-10 g de NaHCO₃ , 5 ml de una solución de almidón al 1%, despu es titular con solución de yodo 0.1N, hasta dar una coloración azul persistente.

Llevar un blanco a través de la determinación.

$$\%As \text{ en peso} = \frac{(A-B) (N) (37.45)(100)}{w (1000)}$$

Donde:

- A= vol. de la solución usada en la titulación, en ml.
- B= " " " " " para el blanco en ml.
- N= normalidad de la solución de yodo.
- w= peso de la muestra en gramos.

Antimonio. Pesar 0.500- 2.00 g de muestra. dependiendo del contenido de Sb, en un matr az Erlenmeyer de 500 ml, de boca ancha. Adicionar 10 ml de H₂SO₄ conc. y 7 g de piro-sulfato de potasio, y calentar a descomponer la muestra . Evitar calentar a alta temperatura. Cuando la muestra sufre una descomposición completa, calentar vigorosamente para expulsar el azufre.

Enfriar, adicionar cuidadosamente 10 ml de agua, agitar y enfriar nuevamente. Adicionar 75 ml de HCl conc., y 5 ml de solución acuosa de Na₂SO₄ al 20%, cubrir con vidrio de reloj, calentar a ebullición Se pueden adicionar unas cuentas de vidrio, para controlar la ebullición. Continuar hirviendo hasta reducir el volúmen a 60± 5 ml, diluir a 300 ml con agua hirviendo. Titular en caliente con solución de KBr 0.05 N, empleando 4 gotas de indicador anaranjado de metilo. Adicionar éste justo antes del punto final.

Llevar un blanco y una muestra de antimonio puro a través del proceso, se debe estandarizar el KBr con la muestra del metal puro.

$$\% \text{ Sb, en peso} = \frac{(A-B)(N)(68.88)(100)}{w(1000)}$$

Donde:

A= vol. de la solución de KBr empleando para la titulación de la muestra, en ml.

B= vol. de la solución de KBr empleado para la titulación del testigo, en ml.

N= normalidad del KBr en solución.

w= peso de la muestra en gramos.

La solución KBr 0.05 N deberá estandarizarse junto con el Sb metálico puro.

La determinación del Cu, Bi, Pb, y Cd: se dan en la referencia -- (67, 112- 119).

Para bajas concentraciones de cobre, se determina por el método polarográfico, por absorción atómica espectrofotométrica.

Para altas concentraciones de cobre, se determina por el método iodométrico ó por titulación quelatométrica con EDTA.

Zinc. Para la determinación de 0.4- 3% de zinc en aleaciones de indio, se aplica el siguiente proceso:

Se separa el indio como $\text{In}(\text{OH})_3$, y se titula el zinc con una solución ácida de ferrocianuro de potasio, usando molibdato de amonio -- como indicador. Para lograr el punto final se requiere mucha experiencia y por ésto se puede determinar el punto final potenciométricamente, o con difenil- amín- sulfónico como indicador interno.

Disolver 1-2 g de aleación con 5 ml de HNO_3 conc. y 5 ml de HCl -- conc. en un vaso de precipitados de 100 ml, calentando. A la muestra en solución, adicionarle 5 ml de H_2SO_4 (1:1) hasta desprendimiento -- de SO_3 . Enfriar y adicionar unas cuantas gotas de HCl conc. a redissolver las sales. Adicionar 20 ml de agua, 2-3g de NH_4Cl y 20 ml de NH_4OH conc. Hervir durante 7-8 min. y filtrar en caliente a través -- de un papel Whatman No. 1 de 15 cm de ancho, en un matríz de 250 ml.

Lavar el precipitado dos veces con solución amoniacal de NH_4Cl -- caliente en 1 litro. Regresar el precipitado al vaso de 100 ml con -- un mínimo de agua y redissolver éste con pequeñas cantidades de HCl . Reprecipitar el indio con 2-3 g de NH_4Cl y 20 de NH_4OH conc. (ml) y después hervir durante algunos min., filtrar en el matríz de 250ml, lavando con la solución amoniacal. Acidificar el filtrado con HCl -- adicionar 100 mg de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ferroso, alcalinizar con NH_4OH conc. --

y después adicionar de 2-3 gotas de exceso. Calentar durante algunos minutos, coagular el precipitado.. Refiltrar la solución, lavar con pequeñas cantidades de solución amoniacal, acidificar el filtrado con HCl conc., y adicionar de 5 - 10 gotas más de exceso. Calentar la solución a ebullición y evaporar, si es necesario a un volumen de 150 ml.

Titular la solución en caliente con ferrocianuro de potasio en solución conteniendo 21.53 g de $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ en un litro --- hasta que una gota de la solución dé un color amarillo- café, probar con una gota de molibdato de amonio en solución al 8%. Cuando se acerca al punto final la solución dará una coloración verde azulado muy ténue y después desaparece. Este color relámpago ocurre justo antes del punto final. Después de la coloración amarillo- café con molibdato, adicionar de 20 -30 ml de agua fría y continuar la titulación hasta que se obtenga un color permanente.

Llevar una muestra de zinc puro, seleccionando el volumen de --- ferrocianuro de potasio.

$$\% \text{ zinc en peso} = \frac{(A) (W) (1000)}{(B) (w)}$$

Donde:

A= Volumen de la solución de ferrocianuro empleada en la titulación de la muestra en ml.

B= volumen de la solución de ferrocianuro de potasio empleada en la titulación del zinc puro, en ml.

W= peso de la muestra de zinc puro, en g.

w= peso de la muestra en g.

El zinc aleado con el indio puede también determinarse por el método de rayos X. La aleación es disuelta en HNO_3 , sulfatada, y la intensidad del rayos X del zinc en la línea K es determinada --- sobre la muestra finamente pulverizada.

Plata. Aleada con indio se determina de la siguiente manera:

Disolver de 0.5- 2 g de muestra en HNO_3 conc. y evaporar a sequedad. Adicionar de 50- 60 ml de agua y 3 ml de HNO_3 conc. Hervir a disolver las sales presentes, y diluir a 100 ml, enfriar en un baño de agua fría. Adicionar de 1-2 gotas de solución acuosa de --- rodamina 6G al 0.1% y titular con solución de NaBr 0.1N. El cambio de coloración de naranja a rosado ó violeta. Para muy bajas --- concentraciones de plata se emplean soluciones de bromo 0.05N.

$$\% \text{ Ag en peso} = \frac{(v)(N)(107.87)(100)}{w(1000)}$$

Donde:

v= volúmen de la solución de NaBr empleada en la titulación, en ml.

N= normalidad de la solución de NaBr.

w= peso de la muestra.

Para la determinación de estaño, con concentraciones de cobre arriba de 0.5%, será necesario que el cobre y el estaño sean precipitados con H_2S , en una solución debilmente ácida con HCl, separar el sulfuro estañoso por solución con $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ y filtrar. Acidificar el filtrado con HCl conc., y oxidar con KClO_3 , después tratar con Pb pueba, y titular con solución de yodo.

El procedimiento se describe en la página 553 de la "Enciclopedia Química Industrial" Snell and ETTre, Vol. 14, London (1971).

Galio. El siguiente proceso se emplea en la determinación de galio aleado con: In, Pb, Ag, Au, Sb, Cd, Ni, Cu, Fe, Zn, Sn, Al y Ge sin interferencia. El talio interfiere y se elimina por una leve modificación del proceso. El ión nitrato interfiere severamente por lo que se debe eliminar completamente en la preparacion de la muestra.

Proceso. Pesar de 0.1 a 2g de muestra, y disolver en ácido. Las aleaciones que contengan: In, Al, Zn, Cd, Sn ó Ni, son disueltas en HCl conc. Las aleaciones con Pb y Ag se disuelven rápidamente en HNO_3 diluido, y se remueven con vapores de HClO_4 . Las aleaciones con Au, Sb y Ge son tratadas con una mezcla de HCl y HNO_3 conc. (5:1) y calentar a disolver, diluir con agua fría, y tratar con pequeñas cantidades de ácido fórmico hasta que ya no haya liberación de óxidos de nitrógeno.

Diluir las soluciones muestra con HCl 6.5 N a dar una concentración de Ga de 1 a 10 $\mu\text{g/ml}$. Adicionar un ml de esta solución a 5 ml de HCl 6.5 M conteniendo cloruro de titanio al 1% en un embudo de separación de 60 ml. Medir con una pipeta 5 ml de éter isopropílico al embudo, agitar durante un minuto. Si hay presencia de Tl en la aleación, adicionar 1 ml de una solución de SnCl_2 al 20% en HCl 6.5 M antes de la adición de éter isopropílico. Separar la solución acuosa del embudo y adicionar 5 ml de HCl 6.5M que contiene cloruro de titanio. Si hay presencia de talio volver a lavar con 5 ml de la mezcla HCl 6.5M con el cloruro de titanio al 1%. Agitar el embudo.

Al extracto lavado, de éter isopropílico, adicionarle 3 ml de HCl 6.5N con el cloruro, y 1 ml de una solución de rodaminaB al 0.5% en HCl. Medir con una pipeta 10 ml de monoclorobenceno y agregar esto a un embudo, agitar y dejar reposar durante 1 min. Separar la fase acuosa del embudo y tapar éste. Tomar 9 ml de la fase acuosa y llevar a un matraz volumétrico de 10 ml conteniendo 1 ml de etanol. Mezclar la solución y transferir a un recipiente de vidrio tapado, a una celda de absorción de 1 cm, y medir la absorbancia a 560 nm empleando monoclorobenceno como solución de referencia. Llevar un testigo y deducir las absorbancias para la muestra.

Para la preparación de la curva de calibración, disolver 0.4g de galio puro en HNO_3 conc. y unas gotas de H_2SO_4 conc. y tratar la solución con ácido fórmico. Diluir en un matraz volumétrico de 1 litro con HCl 6.5N; la concentración de galio es de 0.4 mg/ml. Se hacen diluciones posteriores con HCl 6.6N, y preparar una solución estandar con una concentración de 10mg/ml. Se miden con una pipeta 0, 0.2, 0.4 0.8, 1.0 ml de esta solución en un embudo de separación, seguir el proceso empezando con extracción, empleando éter isopropílico.

Método de Rayos X. El siguiente método puede ser empleado para la determinación de Ga en una gran variedad de aleaciones debido a la facilidad con que se pueden hacer los estandares. Disolver la muestra en ácidos adecuados, evaporar a sequedad en presencia de H_2SO_4 y pulverizar en un mortero. El polvo fino se empaqueta en un estuche para muestra y se mide la intensidad de la línea de interés en rayos X. La exactitud y precisión dependen de la finura del polvo de la muestra, del empaquetamiento en el estuche, de la uniformidad de la superficie etc. Los estandares se preparan fácilmente por sintetización de la composición de la aleación, para soluciones estandar de varios constituyentes, evaporar éstos a sequedad con H_2SO_4 , y después moler.

En una curva de calibración, trazar la intensidad de galio en la línea K, en cps, contra % en peso del galio en el rango de concentraciones de interés, preparar este rango por una serie de mezclas sintéticas sulfatadas de composición similar.

Proceso. Pesar por duplicado 3g de muestra, disolver en ácido adecuado. Cuando hay Sb en la aleación, tal como: In-Sb-Ga, una mezcla de ácido tartárico y HNO_3 facilitan la disolución, formándose un complejo con Sb. Para In-Ga, In-Ag-Ga y Pb-Ga usar HNO_3 diluido.

In-Ge-Ga se disuelve en agua regia. La muestra se evapora, y se le

adiciona H_2SO_4 , agitando vigorosamente a formar una pasta homogénea, y llevar rápidamente a sequedad. Transferir el secado a un mortero, y molerlo por varios min. Colocar el polvo en el estuche (2 ml a 5 ml) y llevarlo a rayos X midiendo la intensidad de la línea K de Ga. De la curva de calibración obtenida de los estándares, determinar la concentración de galio en la aleación.

En las aleaciones relativamente simples, conteniendo solamente Ga e In ó Ga- In- Ag, no es necesario llevarla a disolución y purificación, pero el análisis en rayos X puede ser realizado en la aleación prensados en un pequeño disco.

Un total de 25 g de muestra cortados en pequeños discos, comprimidos a 68,00 psi. En rayos X se cuentan las intensidades de la líneas K de Ga y se determina en ambos lados del disco, promediando, y convirtiendo a % en peso de Ga mediante el uso de una curva de calibración apropiada. Una sola curva puede ser usada para aleaciones con concentraciones de Ag abajo del 3%.

Germanio. El análisis de aleaciones de In- Ge- Ga, se disuelven y se miden en rayos X, llevadas en soluciones acuosas. Esta técnica de solución es usada para la segregación de Ge en aleación sólida y en la preparación de sulfato en polvo.

Proceso. Pesar por duplicado de 1-2 g de muestra, y cubrir con 30 ml de agua. Adicionar 1 g de ácido oxálico y calentar hasta disolver. Adicionar de 10-15 ml de HNO_3 concentrado y calentar hasta disolver la aleación. Enfriar y transferir a un matraz volumétrico de 100 ml, y diluir a vol. con ácido oxálico en solución al 1% en HNO_3 1:19. Pipetear una alícuota de esta sol. y medir la intensidad de la línea K de Ga.

Preparar estándares de soluciones adecuadas de In, Ge, y Ga. Simultáneamente cambiar la concentración de Ge y de In, y cubrir el rango de concentraciones de Ge de interés. Pipetear una alícuota de la solución de la solución y medir la intensidad de la línea K de Ge. Hacer la curva de calibración, teniendo intensidad contra % en peso de Ge.

ANALISIS DE SEMICONDUCTORES.

El indio se usa en grandes cantidades, en la manufactura de semiconductores tales como $InSb$ y $InAs$. Estos pueden ser considerados como aleaciones de In con una especificación adicional, --

que tanto indio como elementos de la aleación, tengan un alto grado de pureza. La determinación de estos elementos se hacen utilizando procesos análiticos muy sensitivos.

En la manufactura de semiconductores, se debe reducir la concentración de impurezas, a un nivel abajo del límite de de tección de este elemento por análisis convencional.

Se hacen numerosas modificaciones a las técnicas establecidas, tal como a la emisión espectrográfica, para mayor detalle ver la referencia 132.

COMPUESTOS DE INDIO.

Los compuestos bivalentes y monovalentes se conocen también combinados con halógenos y calcógenos. El compuesto de menor valencia generalmente pasan a compuestos trivalentes y metal libre en soluciones acuosas.

Tabla 10. PROPIEDADES DE COMPUESTOS DE INDIO.

| COMPUESTO | DENSIDAD g/ml | P. EBULLICION, °C | P. FUSION, °C |
|---|------------------|-------------------|------------------|
| In ₂ O | 6.99 | aprox. 2000 | sublima en vacío |
| In ₂ O ₃ | 7.2 | aprox. 2000 | |
| InCl | 4.18 | 225 | 608 |
| In Cl ₂ | 3.64 | 235 | 570 |
| InCl ₃ | 3.46 | 586 | sublima a 498 |
| InBr | 4.96 | 220 | 608 |
| InBr ₂ | 4.20 | 235 | |
| InBr ₃ | 4.74 | | sublima a 361 |
| InI | 5.32 | 351 | 715 |
| InI ₂ | 4.71 | 210 | |
| InI ₃ | 4.68 | " | |
| InF ₃ | 4.4 | 1170 | 1200 |
| InS | 5.18 | 692 | |
| In ₂ S | 5.87 | 653 | |
| In ₂ S ₃ | 4.9 | 1050 | |
| InN | 6.84 | | |
| In (CH ₃) ₃ | 1.57 | 88.4 | 135.8 |
| In(C ₂ H ₅) ₃ | 1.19 | -32 | 144 |
| In(C ₃ H ₇) ₃ | 1.2 | -51 | 178 |

La mayoría de los compuestos con indio trivalente son incoloros. Las sales de indio son solubles en agua, a excepción de los oxalatos fosfatos y sulfuros. Se están estudiando las posibilidades de explotación del uso de óxidos y sulfuros de indio en la industria electrónica.

Oxidos.- Se reportan cuatro óxidos de indio que son:

In_2O , que es preparado por reducción de In_2O_3 con hidrógeno a temperaturas menores de 400°C . Este es recristalizado, siendo un sólido no higroscópico soluble y estable en agua fría.

InO , se obtiene como una superficie blanca, al calentar In_2O_3 en alto vacío. Es un sólido blanco soluble en ácidos.

In_2O_3 , es el óxido más común, el cual puede ser obtenido por tostación del metal en presencia de aire, o por ignición del hidróxido carbonato, nitrato u otras sales de indio a temperaturas mayores de 850°C . Este es un sólido amorfo de color amarillo pálido a bajas temperaturas, obscureciendo hasta color rojo al ir calentando. Es soluble en ácidos e insoluble en álcalis.

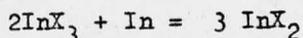
In_3O_4 , éste es considerado como una mezcla de InO y In_2O_3 .

Cloruros.- Se describen tres cloruros diferentes de indio que son: InCl , InCl_2 y InCl_3 .

InCl , es preparado por el paso de vapor de InCl_3 sobre indio caliente. Es de color rojo sangre en estado líquido, el cual al solidificarse forma una masa de color amarillo rojizo. Este se descompone con el agua para formar InCl_3 e indio metálico, siendo soluble en ácidos.

InCl_2 , es obtenido por calentamiento de indio en presencia de HCl a temperaturas de 200°C , o en calentamientos más lentos de InCl_3 en presencia de mezclas de hidrógeno y HCl (85:15) a temperaturas menores de 600°C . El compuesto formado, líquido de color ambar y al solidificarse es en forma de cristales incoloros. Este se descompone con el agua en InCl_3 e indio. El compuesto es isomorfo en presencia de cloruro de estaño.

Según Klemm y Dierks, si se funden al vacío en un recipiente de vidrio, cantidades calculadas de trihaluro y de indio, se produce la transformación completa en el dihaluro correspondiente.



Donde X puede ser: Cl, I, Br.

Para su purificación se destilan los productos resultantes al vacío. El InCl_2 : higroscópico con p.f. 235°C .

InCl_3 , puede ser preparado por calentamiento de indio en exceso de cloro, o por acción de HCl sobre el metal. El compuesto formado es de color blanco nacarado, soluble en agua y en etanol, y forma sales dobles conocidas con el nombre de cloroindatos, en cloruros alcalinos y cloruros de base orgánica; ejemplos de estas sales son: K_3InCl_6 y $(\text{CH}_3\text{NH}_4)_4\text{InCl}_7$.

Bromuros.- Se describen tres bromuros de indio que son: InBr , InBr_2 y InBr_3 .

Su preparación es similar a la de los cloruros.

InBr , es un sólido color rojo, el cual se hidroliza lentamente en frío, pero en caliente rápidamente cuando se calienta, se transforma en InBr_3 e indio.

InBr_2 , es un sólido amarillo pálido, el cual se descompone en agua para formar InBr_3 y InBr .

InBr_3 , es sólido ligeramante amarillo; delicuescente y soluble en agua y etanol.

Ioduros.- Se describen tres posibles ioduros:

InI , sólido de color café-rojizo, el cual se torna rojo al sublimarse; éste es relativamente estable en agua.

InI_2 .- soluble en etanol, con punto de fusión de 210°C .

Su preparación es similar al InCl_2 , fundiendo al vacío cantidades calculadas de InI_3 y de indio metálico, se obtiene la transformación



Se destila al vacío, después se cierra el aparato al soplete para evitar cualquier alteración en la composición de la sustancia, por pérdida de I_2 .

InI_3 , éste es preparado por calentamiento de indio y vapor de I_2 a $150\text{-}200^\circ\text{C}$ en aire saturado con CO_2 . Formándose cristales amarillos siendo higroscópico y soluble en agua.

Fluoruros.- solamente se conoce un fluoruro InF_3 . Este forma residuos blancos, y es ligeramante soluble en agua. En NH_4F forma una sal doble, $(\text{NH}_4)_3\text{InF}_6$, el cual es ligeramante soluble en agua y por calentamiento se obtiene InF_3 .

Sulfatos.- el $\text{In}_2(\text{SO}_4)_3$ es un sólido blanco cristalino, delicuescente, soluble en agua caliente y el sulfato puede recogerse evaporando a sequedad. En el comercio se encuentran soluciones concentradas de sulfato de indio, para usarlas en galvanoplastia.

Formación de sulfuros inferiores.- El In forma al parecer sulfuros I y II.

El sulfuro de In (I) se obtiene cuando se calienta el sulfuro (III) con hidrógeno (parece ser reacción reversible).



También se puede obtener calentando In metálico con azufre en proporciones convenientes. El sulfuro de In (II), InS es de color rojo y se obtiene de forma similar, descomponiéndose por el calor en In_2S y azufre libre.

Formación de sulfuros superiores.- El In forma un sulfuro: In_2S_3 , que difiere de los restantes del grupo por su resistencia a la hidrólisis, pudiéndose precipitarse de las disoluciones con H_2S . La polaridad de enlace en este compuesto es semejante al de B_2S_3 , pero el pequeño tamaño de los átomos del boro impide la reversibilidad del equilibrio de hidrólisis. El BOH no se ioniza.

En el In, debido al mayor tamaño de sus átomos del elemento, las uniones M-OH son ionezables, Siendo posible la precipitación de In_2S_3 cuando es suficientemente elevada la concentración del ión sulfuro.

El In_2S_3 precipitado, es amarillo, mientras que el formado por combinación directa de estos elementos, es una modificación rojo-naranja.

El hecho de que el indio no pueda formar enlaces múltiples estables hace que el sulfuro sea mucho menos volátil que el B_2S_3 , cuyos enlaces tienen la misma polaridad.

Algunas propiedades de sulfuros del grupo IIIa.

| Fórmula | B_2S_3 | Al_2S_3 | In_2S | InS | In_2S_3 |
|---------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|------|-------------------------|
| Color | blanco | amarillo | negro | vino | amarillo |
| Densidad g/ml | 1.55 | 237 | — | 5.18 | 4.9 |
| P. fusión | 310 | 1100 | 653 | 692 | 1050 |
| P. ebullición | 200s | 1550s | s | 850d | — |

Se puede observar que el InS funde a temperaturas más bajas que el In_2S_3 , a pesar de su elevado carácter iónico de los enlaces del sulfuro (II), este comportamiento sugiere que es mayor la interacción o la tendencia a formar redes covalentes entre átomos y moléculas en los sulfuros (III) ó en los sulfuros (II). Existen enlaces metal-metal, siendo los átomos metálicos realmente trivalentes:

S=M-M=S

El In_2S_3 puede prepararse, calentando el metal con azufre ó hacer pasar H_2S por solución debidamente ácida de sales de indio.

Carbonato de indio: $\text{In}_2(\text{CO}_3)_3$.

Este compuesto se obtiene por disolución del metal ó de su óxido en un ácido apropiado y precipitando por medio de la adición de Na_2CO_3 ó $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, esta sal es insoluble en agua.

Nitrato de indio: $\text{In}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

Este compuesto se prepara disolviendo el metal, o su óxido en HNO_3 y evaporando a sequedad, el nitrato pierde dos moléculas de agua a 100°C quedando monohidratado, esta sal es muy soluble en agua.

Fosfato de indio: InPO_4 .

Este compuesto se prepara disolviendo el metal o el óxido en un ácido apropiado y precipitando por adición de Na_3PO_4 . Esta sal es insoluble en agua.

La utilidad comercial de las sales anteriores es muy escasa hasta ahora, quizás con el tiempo los usos de estas sales vaya en aumento. Algunas de ellas se usan para añadir indio a baños de galvanoplastia.

Obtención del In a partir del plomo residual por el proceso de New - Jersey.

El Pb obtenido como subproducto en la refinación del Zn por este proceso, contiene un 0.5-0.75% de In.

La obtención de In puede conseguirse de la siguiente manera:

Al pasar una corriente de aire sobre Pb a $800-1000^\circ\text{C}$, se logra la oxidación completa del In, y tan sólo se ha atacado un 10-15% de Pb, debido a que a temperatura elevada se oxida más rápidamente el In que el Pb. El barro rico en Zn y Fe, que se separa antes de la oxidación del Pb, contiene muy poco In (0.2-0.4%) y se desecha. Frácticamente todo el In esta contenido en el 10-15% del litargirio que primero se forma, siendo las primeras porciones más ricas en In que las últimas, conteniéndose en total un 4.5%. Durante el proceso de oxidación del Pb a litargirio, se pierde por volatilización una pequeña cantidad de In.

El Pb metálico ocluido por el litargirio se pulveriza en un mortero de acero, y se puede separar con ayuda de un tamiz fino, el producto que pasa por el tamiz se lixivia, hasta su agotamiento, con H_2SO_4 caliente cuya concentración sea de 150g de H_2SO_4 por li-

no. De esta disolución que contiene la totalidad del In, junto -- con Zn, Co, Cd y algo de Pb y Sn, se precipitan el In y los metales nobles, en forma de barro metálico, introduciendo en la solución -- láminas de Zn puro. Este barro se filtra, se lava, se prensa y se -- funde con una mezcla de KCN y NaOH (1:1) a 600- 800°C, hasta obtener un régulo metálico.

El indio metálico que así se obtiene, contiene aún de 2 a 5% de -- impurezas (aproximadamente 0.8% de Pb, 0.5% de Zn, 0.5% de Sn etc.) Puesto que en la purificación electrolítica del In, que es descrita a continuación, se depositaría conjuntamente el Zn, por lo que se debe separar previamente de la siguiente manera: En un tubo de Fe cerrado por un extremo, y bastante largo, se calienta el producto impuro a -- 800- 1000°C, y se hace burbujear vapor de agua, a través de la masa metálica fundida, durante 15 min., por medio de un tubo estrecho de Fe. De esta manera, se volatiliza casi por completo el Zn, en forma de óxido, y el In impuro resultante contiene sólo 0.008% de Zn.

Purificación electrolítica:

El In impuro se desmenuza y se disuelve, en H_2SO_4 diluido y ca-- liente, de una concentración de 100-120g de H_2SO_4 por litro, para -- que quede aún algo de In junto al residuo de Pb, Sn y Cu no atacado y de esta forma, la disolución pase a la electrólisis, sólo con la -- acidéz necesaria para impedir la hidrólisis de la solución de In.

Usando como ánodo una lámina o malla de platino. Si se dispone de de una lámina de In, ésta se utiliza como cátodo, sino, puede usarse una lámina de Al muy bien pulimantada, lavada previamente con benci-- na, quedando una finísima película grasa, que permite separar con fa-- cilidad el In depositado. El cátodo de Al debe ser algo más grueso que el ánodo y su bordes se han de recubrir con una capa gruesa de -- cera, para que no se deposite el In ni en ellos ni en la parte poste-- rior del cátodo, lo que dificultaría la separación del In depositado

La electrólisis se lleva a cabo de 20-35°C, con una densidad de corriente de 1 Amp/100 cm², con el fin de evitar rigosidades, se a-- ñade cada hora un ml de solución de gelatina o cola al 1% por litro de solución.

El In depositado se funde con una mezcla de KCN y NaOH (1:1), tal como se indico antes, el metal obtenido tiene un 99.95% de pureza.

Usos.- El principal uso del In es en la protección de superficie contra corrosión, especialmente de las aleaciones de cadmio y plomo para cojinetes. Un tipo de cojinete muy usado en la industria de fa--

bricación de aeroplanos, consiste en una capa de plata, depositada por electrólisis o laminada sobre acero con una capa de plomo (0.025 mm) para mejorar las cualidades de fricción. Puesto que el plomo es atacado por ácidos orgánicos que se forman en los aceites, se deposita por galvanoplastia en la superficie una película delgada (0.0025 mm) de In. De esta manera se reduce notablemente la corrosión.

Se han sugerido otros usos del indio para acabados de protección ó decorativos pero pocos han tenido aceptación comercial.

Se usa en aleaciones para empastes de dientes.

El principal uso del indio es en el campo de la galvanoplastia.

La galvanoplastia del indio es relativamente fácil y pueden usarse diversos electrolitos como: cianuro, sulfato, fluoborato y sulfamato.

Se han propuesto otros baños electrolíticos pero ninguno parece tener importancia.

Baño galvanoplástico de cianuro.- Fue uno de los primeros baños para la galvanoplastia del indio, y tiene una aceptación considerable. Entre las variantes de descomposición de este electrolito, suele preferirse la siguiente:

Indio 30g/l a temperatura ambiente.

Dextrosa 30g/l en ánodo inerte.

Cianuro(KCN) 80g/l con una densidad de corriente de 2.15 Amp./dm.²

El NaCN puede sustituir al KCN variando algo la concentración. La dextrosa puede ser remplazada por glicina, HCN ó ac. abiético por ciertas ventajas. Puesto que se usa como ánodo insoluble, es necesario el contenido de indio en el electrolito y ésto suele hacerse por medio de In Cl₃ en solución concentrada.

Esta solución galvanoplástica tiene buena potencia de depósito y excelente calidad humedecedora, pero el control analítico es algo difícil y la solución se oscurece y se enturbia.

El indio a encontrado uso además, en las aleaciones dentales, principalmente en los tipos de oro, plata y platino, y se afirma que con adiciones de 0.5-5% de indio se obtiene más dureza, un punto de fusión más bajo y mayor facilidad para vaciar las piezas.

En virtud de su resistencia a la corrosión por los álcalis, se ha sugerido el uso del indio en soldaduras, las cuales pueden estar constituidas por aleaciones de: un 25% de indio, 37.5% de estaño y 37.5% de plomo. Este tipo de soldaduras es muy conveniente, debido a la gran resistencia a los álcalis.

PARTE II

METODOS DE ANALISIS:

- 1.- ABSORCION ATOMICA.
- 2.- ABSORCION DE NEUTRONES.
- 3.- ACTIVACION GAMA.
- 4.- ACTIVACION DE NEUTRONES.
- 5.- ADSORCION.
- 6.- AMPEROMETRIA :
 - 6a.- BIAMPEROMETRIA.
- 7.- ANALISIS (TECNICAS GENERALES)
- 8.- CATALISIS.
- 9.- COLORIMETRIA:
 - 9a ANILLO COLORIDO
 - 9b BASE SECA.
- 10.- COMPLEJOMETRIA:
 - 10a. INDIRECTA.
- 11.- CONCENTRACION.
- 12.- CONDUCTIMETRIA.
- 13.- COULOMETRIA.
- 14.- CROMATOGRAFIA:
 - 14a CAPA FINA.
 - 14b COLUMNA.
 - 14c EXTRACCION.
 - 14d GAS- LIQUIDO.
 - 14e GAS- SOLIDO.
 - 14f INTERCAMBIO IONICO.
 - 14g LIQUIDO.
 - 14h PAPEL;
 - 14hh BASE INVERTIDA.
 - 14i PARTICION.
- 15.- CRONOPOTENCIOMETRIA.
- 16.- DETECCION:
 - 16a REACCION DE COLOR.
 - 16b REACCION DE FLUORESCENCIA.
 - 16c RESINA INTERCAMBIADORA DE IONES.
- 17.- DETERMINACION:
 - 17a FENOMENO CRISTAL PIEZO ELECTRICO.
- 18.- DIFUSION GASEOSA.
- 19.- DILATAACION DE ISOTOPOS.

- 20.- DISOLUCION:
 - 20a ELECTROLITICA.
 - 20b ISOTOPOS.
 - 20c SELECTIVA.
- 21.- EMISION ATOMICA:
 - 21a FOTOELECTRICA.
 - 21b U.V.
- 22.- ELECTRODEPOSICION.
- 23.- ELECTROFORESIS.
- 24.- ELECTROGRAVIMETRIA.
- 25.- ESPECTROFOTOMETRIA:
 - 25a ABSORCION ATOMICA.
 - 25b EMISION ATOMICA.
 - 25c ENZIMATICA.
 - 25d FLUORESCENCIA ATOMICA.
 - 25e INDIRECTA.
 - 25f VAPOR ATOMICO.
- 26.- ESPECTROGRAFIA:
 - 26a EXCITACION LASER
 - 26b RAYOS X.
- 27.- ESPECTROMETRIA:
 - 27a GAMA.
 - 27b MASAS.
- 28.- ESPECTROPOLARIMETRIA.
- 29.- ESPECTROSCOPIA:
 - 29a i. r. REFLEXION Y TRANSMISION.
- 30.- EXTRACCION POR DISOLVENTE
- 31.- FLUORESCENCIA ATOMICA.
- 32.- FLUORIMETRIA.
- 33.- FOTOMETRIA:
 - 33a FLAMA.
- 34.- ACTIVACION DE FOTONES.
- 35.- FUENTES DE ERROR.
- 36.- FUSION SELECTIVA.
- 37.- GASOMETRIA.
- 38.- GRAVIMETRIA.
- 39.- IODIMETRIA:
 - 39a INDIRECTA.
- 40.- INTERCAMBIO IONICO.
- 41.- MERCURIOMETRIA.

- 42.- OSCILOPOLAROGRAFIA:
 - 42a EFECTO DE ELECTROLITO BASAL.
- 43.- POLAROGRAFIA:
 - 43a ALTA FRECUENCIA.
 - 43b CORRIENTE ALTERNA (a.c)
 - 43c a.c. DE DOBLE ADMISION PEAK.
 - 43d ONDA CUADRADA.
- 44.- POTENCIOMETRIA:
 - 44a AUTOMATIZADA.
 - 44b CORRIENTE DIRECTA.
- 45.- PRECIPITACION:
 - 45a COPRECIPITACION.
- 46.- PRECONCENTRACION.
- 47.- QUIMIOLUMINISCENCIA.
- 48.- RADIOMETRIA.
- 49.- RAYOS BETA.
- 50.- RESONANCIA DE NEUTRONES.
- 51.- SEPARACION.
- 52.- TERMOMETRIA.
- 53.- TITULACION.
- 54.- TURBIDIMETRIA.
- 55.- VOLTAMETRIA:
 - 55a INVERSA.
 - 55b LIMPIEZA ANODICA.
- 56.- VOLUMETRIA.

VOL. 16 AÑO 1969.

| MATERIAL | METODOS | | | | | |
|--|---------|------|----|------|------|------|
| | 4 | 10 | 25 | 27 | 30 | 33 |
| Como In(OH) ₃ , en un crisol de Ni y NH ₄ HF ₂ , HF y NH ₄ NO ₃ . | 1170 | | | | | |
| En In altamente puro, con lumogallion y butanol. | | 2338 | | | | |
| Con cianuro de solo-cromo R. (complejo de color violeta). | | 1166 | | | | |
| Con cromozuro S. (complejo color violeta). | | 1167 | | | | |
| In altamente puro -- con lumogallion y ac. bencen-sulfónico. | | 1797 | | | | |
| Con cromozuro S. | | | 78 | | | |
| Como InP en presencia de HCl 6N, HNO ₃ 6N, H ₂ S 2N. | | | | 2389 | | |
| En Cd con 3-metil-4-octanoil-1-fenil-2-pirazonil-5-ona. | | | | | 1798 | |
| En aleaciones de In-Sn. | | | | | 2388 | |
| Como haluro de In en isobutil-metil-cetona y HCl. | | | | | 2918 | |
| In en 2-3-1-metil-2-piperidil)-2-piridilazo-1-naftol. | | | | | | 1169 |
| En aleaciones de Sn-In. | | | | | | 2388 |

| MATERIAL | METODOS | | | | |
|--|---------|------|------|------|--|
| | 38 | 40 | 43 | 43d | |
| Con Na ₃ H ₂ IO ₆ en H ₂ SO ₄ y anaranjado de metilo. | 1168 | | | | |
| En aleaciones de In-Cd-Al con EDTA y eriocromo negro T. | | 2919 | | | |
| En fierro y acero, con HCl 3N. | | | | 1270 | |
| En metales semiconductores. | | | 2330 | | |

VOL. 17 AÑO 1969.

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|---|------------------------------|------|----|-----|------|
| | 33 | 38 | 47 | 55b | 56 |
| In en pironina, con HBr. | 1369 1370 2627 3300 | | | | |
| In en $\text{Na}_3\text{H}_2(\text{IO}_3)_6$ al 3% con H_2SO_4 . | | 2020 | | | |
| In en $\text{Fe}(\text{OH})_3$ con NaOH 1N y NaCl 5M. | | | 80 | | |
| Con un electrodo metálico (Hg) y NH_4Br al 0.5M. | | | | 770 | |
| In con KIO_4 . | | | | | 2629 |

VOL. 18 AÑO 1970.

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|--|----------|------|------|-----|------|
| | 1 | 4 | 6 | 10 | 14a |
| In en agua de mar en botellas de po- lietileno y HCl. | 634 | | | | |
| In con acetileno. | 704 | | | | |
| In en pirita. | 195 | | | | |
| En aleaciones se- miconductores en CuInSn_2 . | 757 | | | | |
| En Th altamente puro. | | 84 | | | |
| En solución. | | 2291 | | | |
| En Se altamente puro, en una bo- tella de silicio negra, etil éter y agua regia. | | 3934 | | | |
| En aleaciones -- con EDTA y HNO_3 . | | | 2290 | | |
| En cerio con EDTA 0.05M y HClO_4 más anaranjado de xi- lenol. | | | | 752 | |
| En EDTA y ac. fe- nilbenzohidroxámico y Fe mM. | | | | | 818 |
| In en 5-dietilamin- 2-(2-piridilazo). | | | | | 3920 |

VOL. 18 AÑO 1970.

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|--|----------|------|------|------|------|------|
| | 14a | 14f | 14h | 16 | 17 | 17a |
| En mezclas de Al-Fe-Ga-Ti-In en sol. alizarín al 0.1%. | 1538 | | | | | |
| En InSb y resina EDE/LOP y HCl. | | 1603 | | | | |
| In en Dowex 50-X8 con HBr. | | 1524 | | | | |
| En Ga con solventes orgánicos y HCl. | | 3023 | | | | |
| En mezclas de Ga Be, Al, Y e In en mezclas de etanol y HCl en una resina Bio-Rad A G 50W X8. | | 3693 | | | | |
| In en papel impregnado de HCl en amberlita LA-1 y LA-2. | | | 3703 | | | |
| En óxido de escandio. | | | | 4514 | | |
| En amalgama de Zn. | | | | | 1537 | |
| In en etanol y ac. nítrico. | | | | | | 2320 |
| En In altamente puro. | | | | | | 3701 |

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|--|----------|-----|--|--|--|
| | 26 | 29a | | | |
| In en flama de acetileno. | 704 | | | | |
| En aleaciones semiconductoras. | 757 | | | | |
| En Pb altamente puro. | 2328 | | | | |
| En In altamente puro. | 2974 | | | | |
| En Zn, con electrodo de carbón en un medio de nitrato. | 3784 | | | | |
| En 5-dietilamín-2-(2-piridilazo). | 3820 | | | | |

VOL.18 AÑO 1970.

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|---|----------|------|----|------|------|------|
| | 26 | 29a | 30 | 31 | 32 | 33 |
| En yacimientos. | 3821 | | | | | |
| Como InAs y InP. | | 1394 | | | | |
| En In-Ga-Tl con tributil fosfa- to e isobutil-- metil cetona. | | | | 78 | | |
| En Pb-Zn y cobre industrial con - 2-etil-hexil fos- fato en heptano. | | | | 821 | | |
| En galio. | | | | 2283 | | |
| Como InFe, en HCl HNO ₃ y rodamina - 6G. | | | | 2289 | | |
| En tenciltrifloro acetona. | | | | 2292 | | |
| En In altamente - puro con 2- etil- hexil fosfato. | | | | 2293 | | |
| En yacimientos de Zn, con electrodo de carbón. | | | | 3821 | | |
| Sobre un refrige- rante desmontable. | | | | | 4498 | |
| En InFe. | | | | | | 2289 |
| En In altamente - puro. | | | | | | 2227 |

| MATERIAL | METODOS. | | |
|--|----------|------|-----|
| | 40 | 43 | 43b |
| En KNO ₃ 0.01M. | 2212 | | |
| En sulfóxido de - de dimetil. | 1466 | | |
| Sobre Dowex 50 - X8 con solvente - orgánico. | 3694 | | |
| En CHCl ₃ . | | 755 | |
| En aleaciones se- miconductoras. | | 822 | |
| In en cloruro de - sulfenol S. | | 1445 | |
| En solocromo azul oscuro. | | 1535 | |
| En NaH ₂ PO ₄ 0.1M y y Na ₂ HPO ₄ más EDTA. | | 2219 | |

VOL.18 AÑO 1970.

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|---|----------|------|------|------|-----|
| | 43 | 43b | 45a | 50 | 55b |
| En Cd, con HNO_3 y urea. | 3008 | | | | |
| In en 5-dietil--amin-2-2-piridilazo fenol y sus derivados, de Cr. | 3820 | | | | |
| En Co_2 con NaH_2PO_4 al 25%. | 4015 | | | | |
| In en presencia de acetato de uracil y fósforo. | | 1595 | | | |
| In en Tl con $\text{Zr}(\text{OH})_4$. | | | 3822 | | |
| En Al con $\text{Fe}(\text{OH})_3$. | | | 1530 | | |
| In en etil éter con $\text{H}_2\text{O}-\text{H}_2\text{SO}_4$ (1:4). | | | 3821 | | |
| En minerales. | | | | 2247 | |
| In en HCl. | | | | | 22 |

VOL.19 AÑO 1970.

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|--|----------|-----|----|------|-----|-------|
| | 4 | 7 | 10 | 13 | 14f | 14h |
| In en NH_3 , y HNO_3 | 112 | | | | | |
| En ZnSO_4 . | 91 | | | | | |
| In en Ge_2O_4 y en VSO_4 . | 1016 | | | | | |
| In en titanio. | 2177 | | | | | |
| En In altamente puro. | 4684 | | | | | |
| In en grafito. | 4807 | | | | | |
| Como InAs en bromo y HBr. | | 113 | | | | |
| In en 1-(5-bromo-2-piridilazo)-2-naftol | | | 12 | | | |
| In en $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$. | | | | 2098 | | |
| En Ga con resina-Dowex I-8X, en KI 0.5M. | | | | | 107 | |
| In en papel impregnado con NH_4SCN y sol. de benceno y cloroformo. | | | | | | 2880. |

VOL. 19 AÑO 1970.

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|--|----------|------|-----|------|------|------|
| | 16a | 25 | 25a | 25b | 26 | 30 |
| In en acetato de sodio. | 104 | | | | | |
| In en ac. cromatropico y sus derivados. | | 1084 | | | | |
| Ni en In con NH_3 y CHCl_3 . | | 265 | | | | |
| In en 4-(2-tiazolilazo) resorcinol. | | 1097 | | | | |
| In en azo-derivados | | 2119 | | | | |
| In en 4-(6-metil-2-piridilazo)resorcinol | | 2937 | | | | |
| In en HCl. | | 3717 | | | | |
| In con azul de metilo timol. | | 3758 | | | | |
| | | 4777 | | | | |
| | | 4779 | | | | |
| Tl en In con TlCl_4 . | | | | | | |
| Sbre flama de acetileno- NO_2 . | | | 23 | | | |
| En flama de acetileno. | | | | 1085 | | |
| En soldadura de Pb y de Sn. | | | | | 155 | |
| En Ga con resina DOWEX I/X8. | | | | | 186 | |
| En CdTe con alúmina. | | | | | 1070 | |
| En cloro-etil con HBr 8N. | | | | | 1102 | |
| En amalgama de In, en ausencia de aire. | | | | | 1984 | |
| En en KI, con azul de metileno. | | | | | 2943 | |
| En alúmina. | | | | | 3749 | |
| En polvo de carbón y HCl. | | | | | 4773 | |
| In en Pb. | | | | | 4817 | |
| In en AsCl_3 con HCl y benceno. | | | | | 4832 | |
| In en niobio. | | | | | | 186 |
| In en diantipirinilmetano, con CHCl_3 . | | | | | | 996 |
| In en tributilfosfina y HBr 6M. | | | | | | 1100 |

VOL.19 AÑO 1970.

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|--|----------|------|------|------|------|------|
| | 30 | 31 | 32 | 34 | 38 | 40 |
| In en presencia de KI. | 1101 | | | | | |
| Como In (SCN) ₃ - en tributil fosfato. | 2041 | | | | | |
| In en alquil fosfato con CCl ₄ . | 2888 | | | | | |
| In con rodamina. | 4694c | | | | | |
| InI ₃ en ciclohexanona. | 4711 | | | | | |
| In en presencia de cetonas alifáticas, con HCl. | 4712 | | | | | |
| Tl en In, con etano-tricloroetileno (1:1). | 4779 | | | | | |
| In en HCl y HBr. | | 2044 | | | | |
| In en morín de rodamina B. | | | 2942 | | | |
| In en 2-(2-piridol) benzimidazol. | | | 106 | | | |
| In en minerales y rocas. | | | 3759 | | | |
| In en Co radioactivado. | | | | 2045 | | |
| En In(IO ₃) ₃ . | | | | | 2881 | |
| In en AlSb. | | | | | | 4773 |
| In en Cd sobre resina intercambiadora de cationes Dowex 50-X. | | | | | | 2105 |
| In en HBr, sobre solvente orgánico y resina intercambiadora de aniones Dowex I-X8. | | | | | | 3677 |

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|--|----------|------|----|----|-----|
| | 43 | 44 | 51 | 55 | 55a |
| En InSb con HCl y NaH ₂ PO ₂ . | 178 | | | | |
| En Zn y aleaciones con HBr 5.7N. | 2102 | | | | |
| En 8- hidroxiquinolinato. | | 2339 | | | |

VOL. 19 AÑO 1970.

| MATERIAL | METODOS. | | |
|-------------------------|----------|------|-------|
| | 51 | 55 | 55a |
| In en ac. mine- ral. | 2759 | | |
| En In altamente puro | | 1610 | |
| In en piridina. | | | 2885. |

VOL. 20 AÑO 1971.

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|--|----------|------|----|------|------|------|
| | 1 | 4 | 6 | 7 | 10 | 12 |
| In en minerales. | 4547 | | | | | |
| En InSb con H ₂ O regia. | | 914 | | | | |
| In en agua de -- lluvia, sobre -- Fe ₂ O ₃ .H ₂ O. | | 1339 | | | | |
| En Ti y TiO ₂ . | | 2397 | | | | |
| En Ge altamente puro. | | 3710 | | | | |
| En aerosol sobre poliestireno. | | 4412 | | | | |
| En aleaciones de In- Pb con EDTA y HNO ₃ . | | | 93 | | | |
| En InCl ₃ solucio- nes no acuosas. | | | | 1571 | | |
| In en solución a- cuosa en frío. | | | | 3542 | | |
| En minerales y ro- cas por medio de - una resina inter- cambiadora de ani- ones EDE-10p. | | | | | 1689 | |
| En sales de In con EDTA y anaranjado de xilenol. | | | | | 2298 | |
| In con azul de me- til timol. | | | | | 3579 | |
| Como InCl ₃ . | | | | | | 3000 |

VOL. 20 AÑO 1971.

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|---|----------|------|-----|------|------|
| | 14a | 14f | 14h | 17 | 25 |
| En In sobre kieselgel. | 2979 | | | | |
| In en Al y Ga, con H ₂ SO ₄ sobre Dowex ² 1-4X8. | | 2351 | | | |
| In en Al, Ga y Tl con alizarín metanólico. | | | 92 | | |
| In en bromo con electrodo de Hg. | | | | 3360 | |
| In en trihidroxi fluoranos. | | | | | 1570 |
| In en rodamina B. | | | | | 2354 |

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|--|----------|------|------|------|-----|
| | 25b | 26 | 27 | 28 | 30 |
| En In altamente puro. | 4547 | | | | |
| En InSb altamente puro con 2-etil hexil fosfato. | | 3664 | | | |
| In en Ga, Al y Tl con acetato de etilo-etanol. | | 92 | | | |
| In en Sb altamente puro. | | 965 | | | |
| In en Ge puro con un electrodo de carbón. | | 1607 | | | |
| In en cenizas de carbono dentro de la cavidad de un electrodo de Al. | | 1692 | | | |
| In en casiterita. | | 2393 | | | |
| In en 8-hidroxi-quinolina. | | 3071 | | | |
| En In radiactivo. Como complejo. | | | 1609 | 1555 | |
| In en alcohol alifático. | | | | | 863 |
| In en 2-etil-hexil fosfato. | | | | | 864 |
| In en Ga en CCl ₄ con ferronato de Cu. | | | | | 865 |

VOL. 20 AÑO 1971.

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|--|----------|------|-----|------|------|------|
| | 30 | 33 | 39 | 40 | 43 | 45a |
| In en adogen 364 en un medio acu- oso de haluro. | 1568 | | | | | |
| In en Al y Ga. | 2351 | | | | | |
| In en aleacio- nes semiconduc- toras con azul de metileno, | 2353 | | | | | |
| In en tributil fosfina. | 3661 | | | | | |
| In en presencia de SCN, Cl, Br en un medio acu- oso. | 3662 | | | | | |
| In en Ag con Fe- (OH) ₃ . | 3663 | | | | | |
| En InP. | | 910 | | | | |
| In en rodamina- 6Zh. | | 912 | | | | |
| en In-Ga con a- zul de metileno. | | 2357 | | | | |
| In en uranio con 5-7-dibromo-8-hi- droxiquinolina. | | 2514 | | | | |
| Ga en In-Ga. | | 3657 | | | | |
| In en Tl y en Yb. | | | 913 | | | |
| Como ditizonato - de In | | | | 22 | | |
| In en aleaciones con Ga y Al en - presencia de sul- fóxido de dimeti- lo con resina in- tercambiadora de protones con am- berlita-15. | | | | 1400 | | |
| In en Ga. | | | | 3810 | | |
| En In-Pb. | | | | | 1572 | |
| In en minerales y rocas. | | | | | 1689 | |
| Cd en In. | | | | | 4584 | |
| In en Ga y Tl con Zr(OH) ₄ . | | | | | | 3658 |

VOL. 20 AÑO 1971.

| MATERIAL | METODOS. | | | |
|--|----------|------|-----|------|
| | 48 | 53 | 55b | 56 |
| En InAs. | 910 | | | |
| In en sol. no acuosas de HClO_4 y en ac. acético. | | 2945 | | |
| In en Pb con HNO_3 3M. | | | 141 | |
| In en ac. 1,2,di- níciclohexano-NMNM- tetraacético. | | | | 2157 |

VOL. 21 AÑO 1971.

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|---|----------|-----|------|------|------|------|
| | 3 | 4 | 6 | 7 | 10 | 14b |
| In en $\text{Al}(\text{OH})_3$. | 2461 | | | | | |
| In en rocas. | | 877 | | | | |
| O_2 en InSb. | 1055 | | | | | |
| In en mezclas sin- téticas con EDTA. | | | 3288 | | | |
| In en 8-mercapto- quinolina con ac. sulfúrico. | | | 2463 | | | |
| In en aleaciones - metálicas. | | | | 3293 | | |
| In en Ga con EDTA- Cu y derivados de resorcinol. | | | | | 1735 | |
| In con azul de me- tileno. | | | | | 3292 | |
| In en aleaciones - de Ga-In-Tl en pre- sencia de isobutil éter y HBr 3M. | | | | | | 962 |
| In en Tl. | | | | | | 2465 |

| MATERIAL | METODOS. | |
|---|----------|------|
| | 14f | 14h |
| Como dietil ditio- carbamato de In. | 1736 | |
| In sobre papel -- whatman No 1 im- preganado con iso- butil alcohol. | | 3282 |

VOL. 21 AÑO 1971.

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|---|----------|-----|-----|------|------|-----|
| | 16b | 17 | 25 | 26 | 27 | 27a |
| En mezclas de In. | 1709 | | | | | |
| In en concentra- ciones de Zn. | | 5c | | | | |
| In en agua de mar. | | 673 | | | | |
| In en material me- talúrgico. | 3222 | | | | | |
| In en Sn y Cd con violeta de catecol. | | | 967 | | | |
| In en aleaciones - metálicas con azul de nilo A. | | | | 2459 | | |
| In en Fe con 2-clo- roetil éter. | | | | 3392 | | |
| In en mezclas metá- licas. | | | | 3975 | | |
| In en HNO_3 -HF y MoO_3 | | | | 1131 | | |
| In en Cd altamente puro en presencia de MnO_2 . | | | | 1728 | | |
| In en base de Fe. | | | | 1823 | | |
| In en Tl con 2-clo- ro-etil-éter y HBr. | | | | | 99 | |
| In en base de Pb en presencia de $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ | | | | | 2505 | |
| In en Bi altamente - puro. | | | | | 4061 | |
| En In activado. | | | | | | 864 |

| MATERIAL | METODOS. | |
|--|----------|-----|
| | 29 | 30 |
| En mezclas de Ga-In. | 35 | |
| En In altamente puro. | 4513 | |
| In en ac. N-fenilben- zohidroxámico. | | 858 |
| In en 2-tenoil-tri- fluoro acetona. | | 872 |
| In en aminas de ca- denas largas, con - anaranjado de xile- no. | | 876 |
| In en Al, bajo 5,7- dibromo-8-hidroxi- quinolina. | 1710 | |

VOL. 21 AÑO 1971.

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|---|----------|----|------|------|------|------|
| | 30 | 31 | 33 | 38 | 39a | 40 |
| In bajo derivados de tiazolil cetona. | 3287 | | | | | |
| In en 2-cloro - etil éter. | 3976 | | | | | |
| In en mezclas metálicas. | | 35 | | | | |
| In en InTe, con anaranjado de - xilenol. | | | 95 | | | |
| En mezclas metálicas. | | | 1035 | | | |
| In en 5,7-dibromo-8-hidroxi-quinolina. | | | 2458 | | | |
| Como periodato - de In. | | | | 3291 | | |
| In en $Pb(IO_4)_4$. | | | | | 2392 | |
| In en solventes orgánicos acuosos sobre Dowex 1-X'. | | | | | | 3224 |
| In en Ti_2W_3 sintético con HNO_3 6M y H_2O . | | | | | | 963 |
| In sobre resina intercambiadora de aniones AV-17. | | | | | | 955 |

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|--|----------|------|------|------|-----|--|
| | 43 | 43b | 44 | 48 | 50 | |
| In en etanol amina. | 2460 | | | | | |
| In en material - semiconductor. | | 96 | | | | |
| O_2 en In con NaCl LM. | | 4549 | | | | |
| In en EDTA y KNO_3 HNO_3 . | | | 3223 | | | |
| In sobre resina - amberlita LA-2-hidroclórica. | | | | 1737 | | |
| In en aleaciones metálicas. | | | | | 886 | |

VOL. 21 AÑO 1971.

| MATERIAL | METODOS. | |
|--|----------|------|
| | 51 | 55b |
| In en Ni, con resina intercambiadora de protones Dowex 50W-X8. | 2591 | |
| En aleaciones metálicas. | | 3219 |

VOL. 22 AÑO 1972.

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|--|----------|------|------|------|-----|------|
| | 1 | 4 | 7 | 10 | 13 | 14 |
| En fibras sintéticas, como nylon, poliéster etc. | 4163 | | | | | |
| In sobre resina Dowex 50W/X8. | | 1249 | | | | |
| In en aerosoles. | | | 2004 | | | |
| In en agua corriente en ampolla de silicio. | | | 2763 | | | |
| In en Sn sobre columna empacada con PTEF. | | | 3037 | | | |
| In en Pb altamente puro, como $Pb(NO_3)_2$. | | | 3075 | | | |
| In en fierro con EDTA. | | | | 26 | | |
| In con HNO_3 . | | | | 2151 | | |
| In en neodimio, con 8-hidroxi-5,7-quinolina y -rodamina B. | | | | 3918 | | |
| En aleaciones de Ag-Cd-In sobre un electrodo de calomel. | | | | | 594 | |
| In en compuestos organometálicos. | | | | | | 2350 |

| MATERIAL | METODOS. | |
|-----------------------|----------|-----|
| | 14f | 14h |
| In sobre resina KU-2. | 2156 | |

VOL. 22 AÑO 1972

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|---|----------|------|------|------|------|------|
| | 14h | 17 | 25 | 25b | 26 | 27 |
| In en mezclas de alcoholes y cetonas con HCl. | 593 | | | | | |
| In altamente puro en presencia de Hg. | | 3828 | | | | |
| In platinado en oro. | | 2158 | | | | |
| In en estilbazo. | | | 2155 | | | |
| In en rojo de alizarín S. | | | 663 | | | |
| In en 3,4,5,7-tetrahidroxiflavona. | | | 3036 | | | |
| In en Ga, formación de complejo color violeta. | | | 3039 | | | |
| En mezclas de In. | | | 3040 | | | |
| In en un filamento de carbón en de oxígeno-acetileno. | | | | 2075 | | |
| In en material pulverizado, conteniendo Fe. | | | | | 2284 | |
| In en medio acuoso de HNO ₃ y NH ₃ . | | | | | 2130 | |
| In en placas de Ag con 8-hidroxi-quinolina y HNO ₃ 6N. | | | | | | 3866 |

| MATERIAL | METODOS. | | | |
|---|----------|------|------|-----|
| | 30 | 38 | 40 | 43 |
| In en presencia de acetona. | 3048 | | | |
| In en ac. antranílico. | | 2148 | | |
| In en acetona-HCl sobre columna Bio-Rad AG 50W-X8. | | | 2083 | |
| In en solvente orgánico acuoso y ac. sulfúrico sobre una resina AB-17-X8. | | | 3900 | |
| In en mezclas metálicas. | | | | 545 |

Vol. 22 AÑO 1972.

| MATERIAL | METODOS | | | |
|--|---------|-----|------|------|
| | 43 | 43b | 47 | 55b |
| In en la flama de gas. | 662 | | | |
| In en Pb conteniendo grandes cantidades de Fe y Cd. | 3080 | | | |
| In en aleaciones - semiconductoras -- conteniendo Ag. | 3864 | | | |
| In en disolventes orgánicos. | 3901 | | | |
| Cd y Tl en In. | | 20 | | |
| Tl en In. | | | 3902 | |
| Cd en In altamente puro con adición de $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$. | | | | 2157 |

Vol. 23 AÑO 1972.

| MATERIAL | METODOS | | | | |
|--|---------|------|------|------|----|
| | 1 | 4 | 6 | 7 | 10 |
| In en Sn, en resina Dowex 50W X8 -- con HNO_3 . | 1349 | | | | |
| In en una cámara - de ionización tipo 1383A. | | 4447 | | | |
| In en Sb altamente puro. | | 3805 | | | |
| In en objetos antiguos de bronce. | | 3027 | | | |
| In en 8- mercapto--quinolina. | | | 1319 | | |
| Indio en Si altamente puro. | | | | 183 | |
| En mezclas de sales de Ga, In y Tl. | | | | 1331 | |
| In como pirridilín-l-carbaditionato de In. | | | | 2277 | |
| In en dicetonas vicinales. | | | | 3695 | |
| En InAgTe_2 | | | | | 38 |

VOL. 23 AÑO 1972.

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|---|----------|------|------|-----|------|
| | 10 | 14a | 14b | 14e | 14f |
| In en Pb(II) y Cu(II) en presencia de H ₂ O ₂ con EDTA. | 15 | | | | |
| In en dietilenti- triamín-penta- acetato de Cu. | 1255 | | | | |
| In en celulosa. | | 3685 | | | |
| In en mezclas - de HCl y tribu- til-fosfato. | | | 3050 | | |
| In en forma de quelatos en β dicetonas. | | | | 123 | |
| In en mezclas - conteniéndolo ace- tona, en presen- cia de EDTA con resina catióni- ca Dowex 50W/X8. | | | | | 1257 |

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|---|----------|------|------|------|-----|
| | 141 | 16a | 17 | 25 | 25d |
| In en 2-etil-he- xil-fenil-fosfato. | 1335 | | | | |
| In en rezarsón. | | 3689 | | | |
| In en Tl como a- liación. | | | 132 | | |
| In en trifenil-fos- fato. | | | 1400 | | |
| Bi en In. | | | 3052 | | |
| Indio. | | | | 131 | |
| Mezclas de In y - Ga con HNO ₃ 0.1N. | | | | 2354 | |
| In en violeta de catecol. | | | | 2355 | |
| Sn en In altamen- te puro. | | | | 3088 | |
| In en flama de a- cetileno-N ₂ O ₅ . | | | | | 43 |

VOL 23 AÑO 1972.

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|--|----------|-----|------|-----|------|
| | 26 | 26a | 30 | 33 | 40 |
| En In altamente puro en un arco de Ar. | 1271 | | | | |
| Zn y Hg en In - altamente puro. | 2285 | | | | |
| | 4547 | | | | |
| In en flama de acetileno. | | 43 | | | |
| Tl en In sobre-celulosa DEAE en solvente orgánico y H ₂ SO ₄ . | | | 30 | | |
| In en violeta de catecol. | | | 2355 | | |
| In en H ₂ SO ₄ -KI - con tolueno. | | | 2996 | | |
| In en un derivado de xilenol. | | | | 130 | |
| Mezclas de sulfatos de Ga y In - en un medio acuoso. | | | | | 3765 |

| MATERIAL | METODOS. | | | |
|--|----------|------|------|-------|
| | 42 | 43 | 51 | 55b |
| In en Sn sobre una resina catiónica Dowex-1-X8. | 197 | | | |
| In en Ga con acetil-acetona. | | 129 | | |
| In sobre un electrodo de Hg. | | 4434 | | |
| In en una mezcla de butanol-HCl-H ₂ O(8:1:1). | | | 1254 | |
| In sobre resina-Dowex 50W-X8. | | | 2274 | |
| In en amina con HCl y Cloroformo. | | | 2356 | |
| In en mezclas diamagnéticas. | | | 3051 | |
| In en GaAs. | | | | 3768. |

VOL. 24 AÑO 1973.

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|---|----------|------|------|-----|------|------|
| | 7 | 10 | 14b | 14f | 26 | 26b |
| In en un compu- tador de kalou- sek. | 608 | | | | | |
| In en Zn alta- mente puro. | 690 | | | | | |
| In en EDTA. | | 2734 | | | | |
| En In haluro y en In(SCN) ₃ con isobutil-metil- cetona. | | 68 | | | | |
| In en EDTA con un derivado de- ac. acetico. | | 15 | | | | |
| In sobre resina intercambiadora de aniones AV-17. | | | 1488 | | | |
| In en arena no- nozita de origen asiática. | | | 1491 | | | |
| In en EDTA. | | | | 647 | | |
| In en aleaciones con ac. cítrico. | | | | | 1438 | |
| In en ac. orgáni- co. | | | | | 1629 | |
| In en electroli- tos de Cd y Zn. | | | | | 3366 | |
| In el torio. | | | | | 3402 | |
| In en mineral cru- do conteniendo -- mezclas de TiO ₂ , Bi ₂ S ₃ y Al ₂ O ₃ . | | | | | 3416 | |
| In en mezclas de GaAs y InAs. | | | | | | 1484 |

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|---|----------|-----|--|--|--|--|
| | 27 | 30 | | | | |
| In en Tl altamen- te puro. | 71 | | | | | |
| En Co-In. | 1434 | | | | | |
| Como carbaditio- ato de In. | 3825 | | | | | |
| In en metil ceto na. | | 68 | | | | |
| In en mezclas de metales tervalen- tes. | | 660 | | | | |

VOL. 24 AÑO 1973.

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|---|----------|------|----|------|------|------|
| | 30 | 31 | 32 | 40 | 43 | 43b |
| In en tributil fosfato con -- HCl acuoso. | 1444 | | | | | |
| Como In(SCN) ₃ . | 3331 | | | | | |
| In en dimetil formamida. | 3384 | | | | | |
| In en trialquil fosforo. | 3386 | | | | | |
| In en mezclas metálicas. | | 1326 | | | | |
| In en supercromo ganet. | | | 59 | | | |
| In en Sn ₃ Se ₄ - termicamente estable. | | | | 2074 | | |
| In en celulosa-DEAE con HCl. | | | | 2075 | | |
| In en H ₂ SO ₄ -HCl-O ₄ . | | | | 2086 | | |
| In en HCl-acetona. | | | | 2111 | | |
| En HgInTe ₄ en - HCl. | | | | | 2165 | |
| In en Ar-Cd-Si. | | | | | | 693 |
| In en EDTA. | | | | | | 2685 |

MATERIAL METODOS.

| | | |
|------------------------------------|------|------|
| | 44 | 55a. |
| In en sales en solución no acuosa. | 3384 | |
| In en amalgamas. | | 692 |

VOL. 25 AÑO 1973.

MATERIAL METODOS.

| | | |
|--------------------------------|------|------|
| | 4 | 6 |
| In en metales semiconductores. | 2213 | |
| In en acero armco | 3087 | |
| In en mezclas con EDTA. | | 1489 |

VOL. 25 AÑO 1973.

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|---|----------|-----|-----|-----|------|------|
| | 7 | 10 | 14b | 14d | 17 | 23 |
| n mezclas de -- n S_3 , $In_2(SO_4)_3$ y n_2O_3 . | 89 | | | | | |
| n eleaciones de n-In. | 1491 | | | | | |
| n en muestras - arinas. | 4288 | | | | | |
| n en oro pla- inado. | | 64 | | | | |
| n en derivados e benzotiazol. | | 659 | | | | |
| n como tetrabro iodato de In. | | 736 | | | | |
| n en mezclas de c. oxálico y HCl. | | | 89 | | | |
| n $InCl_3$. | | | | 681 | | |
| n en soluciones cuosas con NaCl. | | | | | 2121 | |
| n en complejan on EDTA y ac. ní- riloacético. | | | | | | 2290 |

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|---|----------|----|------|------|------|
| | 25 | 26 | 27 | 27b | 30 |
| n en Ga. | 1488 | | | | |
| n en antipiri- a. | 2184 | | | | |
| n en azul de - astrazona 5 GL. | 3726 | | | | |
| n en aleacio-- es de Ga. | | 85 | | | |
| n en astrazona .S. | | | 86 | | |
| n en H_3Te . | | | 1549 | | |
| O_2 en InP. | | | | 1545 | |
| n en triocetil- amina con HCl. | | | | | 88 |
| oro en In metá- lico. | | | | | 738 |
| n en agua de mar trifluoro-acetil- acetona-tolueno. | | | | | 1308 |

VOL. 25 AÑO 1973.

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|--|----------|------|-----|------|------|------|
| | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 40 |
| n en N-benzol-N- enil-hidroxilami- a. | 2145 | | | | | |
| omo InI ₃ . | 2943 | | | | | |
| n en 8-mercapto-- quinolina. | 2946 | | | | | |
| n en derivados de c. hidroxámico. | 2950 | | | | | |
| omo InCl ₃ ó InI ₃ . | 2995 | | | | | |
| n en molibdeno al- camente puro. | 3064 | | | | | |
| En mezclas de In. | 3683 | | | | | |
| n en tributil fos- fato y HBr. | 3727 | | | | | |
| n en solución acuo- sa de LiBr, NaBr y - Br. | 3728 | | | | | |
| n en mezclas metá- licas. | | 1381 | | | | |
| n en rodamina B. | | | 730 | | | |
| n en 2-etil-hexil- fosfato. | | | | 1490 | | |
| 2 y C en InP. | | | | | 1492 | |
| n en uranio con -- tributil fosfato. | | | | | | 2201 |
| n en HCl sobre una resina SN-2. | | | | | | 3692 |
| n en talio sobre - una columna AV-17. | | | | | | 3729 |

| MATERIAL | METODOS. | | | |
|--|----------|-----|------|------|
| | 43 | 43b | 43d | 44 |
| In en mezclas se- miconductoras con - INO ₃ . | 87 | | | |
| n en presencia de- Zn. | 2997 | | | |
| En InHgTe. | | 737 | | |
| En mezclas con bajas concentraciones de In. | | | 2884 | |
| In en Ga. | | | | 2996 |

VOL. 26 AÑO 1974.

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|---|----------|-----|------|------|------|------|
| | 1 | 3 | 4 | 7 | 10 | 14 |
| n en silicio semi-conductor. | 725 | | | | | |
| 2 en In. | | 771 | | | | |
| n en silicio semi-conductor. | | | 1483 | | | |
| n en estaño. | | | 2604 | | | |
| n en hidroxiflato- onas. | | | | 1985 | | |
| n en anaranjado de ileno y en azul - e metiltimol. | | | | | 766 | |
| n en presencia de ustancias orgáni- as con H ₂ O y EDTA. | | | | | 1984 | |
| n en ac. dietileno- riamin-NNNNN-pen- acético. | | | | | 2022 | |
| n en tiopironas. | | | | | 2526 | |
| n en ac. dicarbo- ilico. | | | | | 2570 | |
| n en cromoazurol S. | | | | | 3158 | |
| n en mezclas metá- licas. | | | | | | 2052 |

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|--|----------|------|-----|-----|------|
| | 14a | 14h | 15 | 16 | 17 |
| n en mezclas inor- ánicas. | 2522 | | | | |
| n en ac. dietileno- riamin- N N N N N- entacético. | | 2875 | | | |
| n en flama de ace- ileno. | | | 704 | | |
| n en cristales de xidos semiconduc- ores. | | | | 709 | |
| n en compuestos - e Mg. | | | | | 1432 |
| n en arsénico. | | | | | 1499 |
| n en Cd. | | | | | 2563 |
| n en 8-hidroxiqui- olina. | | | | | 2571 |

VOL. 26 AÑO 1974.

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|--|----------|------|------|------|------|
| | 23 | 25 | 26 | 27 | 30 |
| n sobre gel de Si on EDTA. | 23 | | | | |
| n en minerales po- metálicos como - ulfuros. | | 1458 | | | |
| n en oro altamen- e puro. | | | 741 | | |
| n In altamente pu- o. | | | 770 | | |
| n en arsénico. | | | 2051 | | |
| n renio altamente uro con óxido de e trioctil. | | | 2649 | | |
| n enTi altamente- uro. | | | | 2576 | |
| n en hexa-hidro-- zepinio. | | | | | 714 |
| n en sol. de iodo. | | | | | 751 |
| n en una sol. de - riocetilamina, con naranjaado de meti- o y cloroformo. | | | | | 768 |
| n en óxido de me- til con HCl 6M ó Br 4M. | | | | | 769 |
| n en ac. 2-dibutil osfonil-2-hidroxil- ropínico. | | | | | 2016 |
| n en soluciones de romo. | | | | | 2572 |
| n en derivados de- irazolano. | | | | | 2573 |
| n en fósforo. | | | | | 3104 |
| n en tiotenoil tri- luoro- acetona. | | | | | 3157 |

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|--|----------|------|-------|----|--|
| | 33 | 43 | 44b | 48 | |
| n en mezclas metá- icas. | 2520 | | | | |
| n mezclas metálicas. | | 1937 | | | |
| n soluciones no acu- sas se aleaciones - emiconductoras. | | | 1457. | | |

VOL. 26 AÑO 1974.

| MATERIAL | METODOS. | | |
|--|----------|-----|----|
| | 48 | 55b | 56 |
| In en rocas. | 3159 | | |
| En metales depositados en electrodos de grafito. | 1994 | | |
| In en azul de bromotimol. | | | 64 |

VOL. 27 AÑO 1974.

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|---|----------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 4 | 6 | 10 | 14a |
| In en agua de lluvia, con 8-hidro-xilquinolina. | 3683 | | | | | |
| In en soluciones acuosas de termol. | | 1822 | | | | |
| In en desechos en tubos conductores de humo. | | | 1063 | | | |
| In en aerosoles atmosféricos. | | | 1704 | | | |
| In en ac. uramil-N-N- diacético. | | | | 3154 | | |
| In en colorante - azo-heterocíclico con indicador crómico y EDTA. | | | | | 1215 | |
| En trazas de In - con EDTA. | | | | | 1864 | |
| In en EDTA y ac. acético. | | | | | 2482 | |
| In y Sn en mezclas metálicas. | | | | | | 3200 |
| In en HCl. | | | | | | 1865 |

| MATERIAL | METODOS. | |
|---|----------|------|
| | 14e | 25 |
| In en aleación. | 3351 | |
| En mezclas de sulfuro de itrio y de In_2S_3 . | | 2499 |
| In como impureza. | | 2422 |

VOL. 27 AÑO 1974.

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|---|----------|------|------|------|------|
| | 25a | 25d | 26 | 27 | 27b |
| In en minerales. | 2539 | | | | |
| Cd en In altamente puro. | | 2468 | | | |
| In en Sb altamente puro. | | | 1320 | | |
| En tungsteno altamente puro, con H_2O_2 . | | | | 1925 | |
| In en vidrio. | | | | | 2597 |

| MATERIAL | METODOS. | | | |
|---------------------------------|----------|------|------|------|
| | 30 | 36 | 43 | 55b |
| In en Tl, con N--benzilanolina. | 1869 | | | |
| En InAs, con tributil fosfato. | 2485 | | | |
| In en sulfóxidos con HCl. | 3117 | | | |
| Oxígeno en In. | | 3157 | | |
| In en esfalerita. | | | 2487 | |
| In en Cd. | | | 3830 | |
| En In altamente puro. | | | 3834 | |
| In en Ga_5As_3 . | | | | 2486 |

VOL. 28 AÑO 1975.

| MATERIAL | METODOS. | | | |
|--|----------|------|------|---|
| | 4 | 6 | 6a | 7 |
| In en pelo humano con $Sb_2O_5 \cdot H_2O$. | 3D6 | | | |
| In en muestras terrestres, lunares y meteoritos. | 4B168 | | | |
| In en ac. acético y EDTA. | 3B9 | | | |
| In en ac. acético benceno y EDTA. | | 2B65 | | |
| En soluciones acuosas de In. | | | 6B57 | |
| En isótopos de In. | | | 6E58 | |

VOL. 28 AÑO 1975.

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|---|----------|------|------|------|-------|
| | 10 | 14 | 14d | 14h | 15 |
| In en un Ac. 2,7 disulfónico. | 1B57 | | | | |
| In en 2-cloro-etil-éter. | 3B15 | | | | |
| In en forma de complejo con 1,7,9, trihidroxifenoxazín-3-ona. | 4B60 | | | | |
| In en forma de complejo con trihidroxifluoranos. | 5A9 | | | | |
| In en Cu-EDTA, en presencia de resorcinol. | 5B15 | | | | |
| In en Ga metálico. | | 1358 | | | |
| In en trifluoroacetona. | | | 3B12 | | |
| In en amberlita LA 1 con HCl. | | | | 5B17 | |
| In en aleación con electrodo de carbón. | | | | | 4J120 |



| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|---|----------|------|------|-------|------|
| | 16a | 16b | 21 | 25 | 25a |
| En In metálico. | 5B66 | | | | |
| " " " | | 6B14 | | | |
| " " " | | | 6B14 | | |
| In en Co (11) con uso de cromozuról S. | | | | 2B66 | |
| In en mezclas de Fe con HCl y cromozuról S, bajo etil-éter. | | | | 2B149 | |
| In bajo azo derivados de ac. cromotrópico. | | | | 6B69 | |
| In en muestras industriales. | | | | | 2J41 |
| In sobre carbón en polvo. | | | | | 4B33 |

VOL. 28. AÑO 1975.

| MATERIAL | 26 | 27 | METODOS. 30 | 32 | 40 |
|---|-------|------|----------------|------|------|
| In en compuestos de Zn con NaCl. | 1B42 | | | | |
| In en Bi altamente puro. | 1B97 | | | | |
| In en AsCl ₃ altamente puro, en destilación al vacío. | 1B111 | | | | |
| In en sulfuros. | 5B186 | | | | |
| In en bauxita, alumina etc. | | 4B58 | | | |
| Como haluro de In bajo solventes orgánicos como: isobutil metil cetona con hexanol. | | | 1B63 | | |
| In en N-bencilanilina y CHCl ₃ . | | | 2B63 | | |
| In con enzimas catalizadoras. | | | 2B97 | | |
| In en 8-hidroxi-quinolina. | | | 3B11 | | |
| En mezclas metálicas. | | | 3B153 | | |
| In en SeO ₂ líquido. | | | 4B11 | | |
| In en mezclas de tridecilamina y HCl. | | | 5B70 | | |
| In en 1-(2-píridilaz)-2 naftol. | | | 6B13 | | |
| In como haluro. | | | 6B83 | | |
| In en óxido de mesitil con HCl. | | | 6B88 | | |
| In en Ga metálico | | | | 1B58 | |
| In en mezclas de citrato y tartrato. | | | | | 3B54 |
| In en una resina aniónica EDE-10-CO ₃ . | | | | | 5B68 |
| In en mezclas de HCl- acetona. | | | | | 6B85 |

MATERIAL

METODOS.

VOL. 28 . AÑO 1975.

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|--|----------|------|-------|------|------|
| | 43 | 51 | 55 | 55b | 45a |
| In en presencia de cetona. | 6B84 | | | | |
| In en tetraetil-pentamina. | 5B69 | | | | |
| In en presencia de ac. acético. | 5B10 | | | | |
| In en dietilenti-riamina. | 3B16 | | | | |
| In sobre un ge-nerador iónico inorgánico. | | 4A4C | | | |
| In en Al altamen-te puro. | | | 1B49 | | |
| In en aleacio--nes semiconduc-toras de Te. | | | 2B125 | | |
| In en agua natu-ral. | | | | 3H22 | |
| In en mezclas me-tálicas. | | | | | 4B71 |

VOL. 29. AÑO 1975.

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|---|----------|------|------|------|------|
| | 1 | 4 | 6 | 7 | 10 |
| In en esfaleri-ta, chalcopiri-ta como sulfuro. | 1B205 | | | | |
| In en metales -alcalinos. | 3B25 | | | | |
| Como In ¹¹³ y en Sn ¹¹³ . | 4B80 | | | | |
| En rocas y sue-los. | 6B75 | | | | |
| In en GaAs. | | 5B91 | | | |
| In en mezclas -con Sn. | | 5B96 | | | |
| In con EDTA. | | | 4B10 | | |
| Como In ^{113m} | | | | 3E42 | |
| En mezclas de -In-Sb-Zn. | | | | 6B59 | |
| In en presencia de antipirina -con flavonas. | | | | | 1B69 |

VOL. 29. AÑO 1975.

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|--|----------|------|------|------|-------|
| | 10 | 25 | 25a | 25d | 26 |
| In en bohemita hidrotérmica. | 5B23 | | | | |
| In en mezclas metálicas. | 5B90 | | | | |
| In en electrodo ori6n 92-32. | 6B15 | | | | |
| In en presencia de compuestos azo coloridos. | 6B57 | | | | |
| In en 9,9'-p-fenilendifluorona. | | 4B75 | | | |
| In en mezclas con timol. | | 6B84 | | | |
| In en oro altamente puro. | | | 5B53 | | |
| In en mezclas metálicas. | | | | 2J46 | |
| In en Cd altamente puro. | | | | 5B69 | |
| In en TiO ₂ altamente puro. | | | | | 2B133 |
| In en Ge. | | | | | 4B122 |

| MATERIAL | METODOS. | | |
|--|----------|------|------|
| | 27 | 27b | 30 |
| In en tributil fosfato. | 3B85 | | |
| In en (2-etil hexil)difosfato. | 5B92 | | |
| En mezclas metálicas. | 5B93 | | |
| En mezclas metálicas. | 6J43 | | |
| En aleaciones metálicas. | | 3B11 | |
| In en soluciones acuosas. | | | 1B19 |
| In en verde de malcocita. | | | 1B70 |
| In en mezclas de HCl y tributil fosfato. | | | 1B71 |
| In en Zn con HCl y ac. percl6rico. | | | 2B2 |

VOL. 29. AÑO 1975.

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|--|----------|-----|------|------|------|
| | 30 | 31 | 32 | 33 | 40 |
| In en verde bri- llante. | 2B76 | | | | |
| In en trioctil - amina con H6l. | 3B61 | | | | |
| In en mezclas - de tributil fos- fato y benceno- (28:1). | 4B15 | | | | |
| In en mezclas - metálicas. | 4B22 | | | | |
| In en sulfóxido de dietilo con tolueno. | 5B13 | | | | |
| In bajo cloro-- formo con anaran- jado de xilenol. | 5B81 | | | | |
| In en trioctil- amina con ac. tar- tárico. | 6B58 | | | | |
| In en mezclas - metálicas con - uso de papel -- filtro. | | 2B7 | | | |
| In en mezclas - metálicas con - kaempferol. | | | 5B94 | | |
| In con uso de - un monocromador. | | | | 2J45 | |
| In en mezclas - HCl-H ₂ O-1-(2-pi- ridilázo)-2 naf- tol. | | | | | 1B66 |

| MATERIAL | METODOS. | | |
|--|----------|------|----|
| | 43 | 43d | 44 |
| In en ac. fenil cinamohidroxámi- co. | 1B18 | | |
| In en trietilen tetraamina. | 2B21 | | |
| In en 8-hidro-- xilquinolina. | 3B62 | | |
| In en silicio. | 5B73 | | |
| En In metálico. | | 6B80 | |

VOL. 29. AÑO 1975.

| MATERIAL | METODOS. | | | | |
|--|----------|------|-------|------|-------|
| | 44 | 48 | 51 | 55 | 55b |
| En aleaciones de Ga e In. | 1B68 | | | | |
| In en ac. ditiocarbámico. | 2B75 | | | | |
| En aleación con Au. | | 2B44 | | | |
| In en Sn con bifosfato de bis(2-etilhexilo). | | 4B79 | | | |
| En rocas sedimentarias. | | | 1B138 | | |
| En soluciones de -- cloro y perclorato. | | | 2B218 | | |
| En mezclas de indio | | | | 5B95 | |
| Con empleo de un electrodo de Hg rotatorio. | | | | | 2B17. |

VOL. 30. AÑO 1976.

| MATERIAL | METODOS | | | | | |
|--|---------|------|-------|------|------|------|
| | 4 | 10 | 13 | 14e | 15 | 16a |
| En Sn altamente - uro. | 5B124 | | | | | |
| En aerosoles at-- osféricos. | 6H5 | | | | | |
| En en EDTA, empleo e oxalato de am- io como indicador. | | 5B90 | | | | |
| En y Tl (III) con EDTA. | | 6B79 | | | | |
| En aleaciones de - a-In-Ge, y Cd-In-- e. | | | 5B122 | | | |
| En en corriente de aire e H ₂ . | | | | 3B83 | | |
| En metales. | | | | | 5B11 | |
| En con trihidroxi- fluoranos. | | | | | | 2B17 |

| MATERIAL | METODOS. | | | | | |
|---|----------|------|------|-------|------|------|
| | 17 | 25 | 25a | 26 | 27 | 30 |
| En con paso de N ₂ on uso de nafta ₂ eno. | 3B67 | | | | | |
| En Cd altamente -- uro. | | 1B48 | | | | |
| Complejos de In y- a. | | 2B59 | | | | |
| Complejos de In y- l. | | 2B60 | | | | |
| En con azul de as- razona B. | | 4B52 | | | | |
| En oro altamente - uro. | | | 4B31 | | | |
| En estaño altamente uro. | | | | 6B131 | | |
| En en una pre-mez- la de gas inerte. | | | | | 6B75 | |
| En heptano-3,5-- iona y 5-metilhe- tano-2,4 diona. | | | | | | 1B7 |
| En con solvente orgá- nico. | | | | | | 1B11 |

VOL. 30. AÑO 1976.

| MATERIAL | METODOS | | | | | |
|---|---------|------|------|------|------|-------|
| | 30 | 33 | 40 | 44 | 48 | 51 |
| Con galeína. | 1B59 | | | | | |
| En pBta. | 3B45 | | | | | |
| In con trimetil- metánico coloran- te básico. | 3B66 | | | | | |
| In en renio. | 4B13 | | | | | |
| En ditiocarbama- to de indio. | 5B1 | | | | | |
| Sobre fosfato de celulosa en un - medio HCl/solven- te orgánico. | 6B72 | | | | | |
| In en pirogalo-- benceína. | 6B77 | | | | | |
| En flama de aire- acetileno. | | 6B76 | | | | |
| En HBr- acetona. | | | 1B2 | | | |
| En mezclas con In. | | | 6B78 | | | |
| En soluciones de - sales. | | | | 6B14 | | |
| En In ^{113m} | | | | | 3E45 | |
| Elementos radifarma- céuticos. | | | | | 6E40 | |
| En In altamente pu- ro ó telurio. | | | | | | 1B60 |
| En proteínas de so- ya. | | | | | | 1H24 |
| Como haluro. | | | | | | 6B130 |

Material METODOS

| | |
|------------------|-----|
| | 56 |
| En etanol amina. | 6B5 |

VOL. 31 AÑO 1976.

MATERIAL METODOS

| | 1 |
|--------------------------------------|-------|
| En cobre puro y - sales de cobre. | 4B46 |
| En oro altamente - puro. | 4B56. |

VOL. 31. AÑO 1976.

| MATERIAL | METODOS | | | | | |
|--|---------|-------|-------|------|------|------|
| | 2 | 4 | 7 | 10 | 14c | 14f |
| En plomo altamente puro. | 4B124 | | | | | |
| En bosmuta altamente puro. | | 4B142 | | | | |
| En telurio semiconductor. | | | 1B153 | | | |
| En material semiconductor. | | | 2B252 | | | |
| En minerales y rocas. | | | 3B184 | | | |
| En indio. | | | 5B4 | | | |
| En aire. | | | 5H4 | | | |
| En una corriente de Ar con Ba(NO ₃) ₂ . | | | 6B5 | | | |
| In con ac. alizarín-3-sulfónico y difenil guanidina. | | | | 2B75 | | |
| Como complejo. | | | | 2B77 | | |
| Con 4-(2,3-dimetilfenilpirazolin-5-ylazo)pirogalol. | | | | 6B68 | | |
| Tiocianato de In. | | | | | 1B66 | |
| Como ditionato de In sobre polvo de PTFE con HCl 2M. | | | | | 2B76 | |
| En forma de complejo con KSCN 0.3M. | | | | | 3B24 | |
| En dietil sulfóxido con HCl. | | | | | 6B57 | |
| Sobre columna AV-17 anódica. | | | | | | 2B22 |
| Sobre una resina intercambiadora de cationes Bio-Rad--AG 50W-X8. | | | | | | 5B40 |

VOL. 31. AÑO 1976.

| MATERIAL | METODOS | | | |
|---------------------------|---------|-----|----|----|
| | 16 | 16b | 17 | 22 |
| En material arqueológico. | 1B6 | | | |
| En mezclas de In. | 4B9 | | | |
| Con monoazo deriva- | | | | |

| MATERIAL | METODOS | | | | |
|-------------------------------------|---------|------|-------|------|-----|
| | 16 | 16b | 17 | 22 | 25 |
| dos de ac. cromotrópico. | | 4B73 | | | |
| Sobre resina Dowex - 1-X8. | | | 4B24 | | |
| En material geológico. | | | 4B236 | | |
| In con cloruro de -- etilpiridinio. | | | 5B72 | | |
| Con trioctilamina. | | | 5B74 | | |
| En derivados de alquilo. | | | 5C32 | | |
| In pre-concentrado - en grafito. | | | | 5B18 | |
| Con naftalina molida. | | | | | 5B5 |

| MATERIAL | METODOS | | | | | |
|---|---------|-------|------|-----|------|-----|
| | 26 | 30 | 33 | 51 | 55 | 55b |
| En aleaciones, a altísima temperatura. | 1A2C | | | | | |
| In aleado con: Tl, In, Pb, Sn, Bi. | 1B57 | | | | | |
| En minerales, rocas, acero, y aleaciones no ferrosas. | 2A15 | | | | | |
| En mezclas. | 4B132 | | | | | |
| In en 4-metil-pentan-2-ol. | | 2B73 | | | | |
| En trihaluros de arsénico (AsCl ₃ , AsBr ₃) en HCl. | | 2B78 | | | | |
| Como verde brillante-tetrabromiodato de In | | 2B79 | | | | |
| In en anaranjado de - xilenol. | | 3B55 | | | | |
| Con trioctilamina en KI. | | 6B172 | | | | |
| In aleado con Zn en rojo de bromopirogalol | | | 5B49 | | | |
| En Mezclas con FeIII con ZrOCl ₃ y Sb(OH) ₆ . | | | | 1B5 | | |
| En aleaciones con oro sobre resina intercambiadora de cationes - AQ 50W-X8. En HCl-Acetona. | | | | | 4B55 | |

| MATERIAL | METODOS | | |
|---|---------|------|--------|
| | 51 | 55 | 55b |
| In en ausencia de Sn irradiado. | 6B102 | | |
| En un electrodo de grafito, con KCl 0.1M. | | 1B65 | |
| En electrodo de grafito y mercurio. | | | 2B56 |
| In en Pb. | | | 6B110. |

EXTRACTOS POR VOLUMEN
ANALYTICAL ABSTRACT

Vol. 16 AÑO 1969.

78. Determinación fotométrica de indio empleando azurol de cromo S. Satendra, P., Sangel. Chemist. Analyst., 56 (4), 101 (1967). La extinción del complejo 1:1 (rojo-rosado) formado por el indio y el reactivo (4 veces la cantidad) a un pH determinado, es medida a 530 nm, junto con un reactivo testigo. La ley de Beer es obedecida para 0.45- 13.5 ppm de indio por cada 25 ml., y la sensibilidad (Sandell) es de 0.057 mg por cm². Metales de tierras raras - Th, Ti^{IV}, Zr^{IV}, Hf, Mo^{VI}, W, U, Fe^{II}, Fe^{III}, Al, Ga, BO₃³⁻, CO₃²⁻ oxalato y tartrato interfieren.

1166. Determinación fotométrica de indio y talio con cianuro de - solocromo R. Arun, P., Josh y Kailash, N., Munshi. Microchem. J. - 12 (4), 447-53, (1967).

1168. Determinación de indio por el método de periodato. Verdizade A.A. y Mekhtiew, M.M. Uchen. Zap. azerb. gos. Univ. Ser. Khim. -- Nauk., (2), 28-30 (1967). Zh Khim., 19GD, (10). Abstr. No. 10 G 62 (1968). (ruso).

La precipitación de indio con la soln. de periodato en un medio - ácido ha sido estudiada como una función natural, y en concentraciones de indio mineral. A 5 ml de muestra en solución, adicionar 5 ml de una solución de 29.4g de Na₃H₂IO₆ en 250 ml de H₂SO₄ 5N, neutralizar a anaranjado de metilo con NaOH en solución, adicionar ácido y diluir a 50 ml, calentar en baño de arena hasta clarear - el precipitado. Lavar con H₂O caliente, y disolver en HCl 2N (75 ml), adicionar de 20- 25 ml de benceno y de 2-3 ml de KI 1N, titular con Na₂S₂O₃ 0.1N, a liberar iodo. El precipitado In₅(IO₆)₃ es insoluble en agua y en solución de acetatos. Se determinan gravimétricamente de 0.08 a 41.2 mg de indio.

Vol. 17 AÑO 1969.

80. Separación de cationes Ga e In a un pH determinado, por precipitación como hidróxido. Paskalev, N.; Mihailova, D.C.R. Acad - bulg. Sci., 21 (3), 237-40, (1968).

El Ga puede ser separado cuantitativamente de In por precipita---

ción como $Ga_2O_3 \cdot n H_2O$ en NaCl 5M a pH 4.0- 4.5 por adición de ⁻⁹¹⁻ NaOH 1N; el filtrado es lavado 7 ó 8 veces con NaCl 5M y después con agua. El indio es precipitado como cloruro del filtrado a pH muy alto, el precipitado es disuelto en HCl, y los metales son de terminados complejométricamente.

769. Extracción por disolvente de In(III) con ácido carboxílico. Schweitzer y Anderson, M.M. Analytica Chim. Acta., 41 (1), 23 - 8 (1968).

Indio trivalente puede ser extraído de una solución 10^{-5} a $10^{-7}M$, en $NaClO_4$ 0.1M bajo varios ácidos monocarboxílicos, y bajo una solución 0.1M de estos ácidos en $CHCl_3$. El ácido hexonóico es uno de los extractantes más efectivos. La extracción de indio (III) - bajo la solución de ácido N- fenil-benzohidroxámico ó en tencoltri fluoro-acetona en $CHCl_3$ es recomendada.

1370. Rápida determinación fotométrica de indio. Bagbanly, I.L. Gu seinov, I.K. y Rustamov. Kh azerb Chim. Zh., (I), 87-91 (1968). Zh Khim, laGD (23), Abstr. No 23453, (1968), (ruso).

El complejo de iodato de indio se hace reaccionar con verde de janus en presencia de $Na_2S_2O_3$, formando un complejo colorido, la reacción de verde de janus y de indio es de 3:1, el cual puede ser extraído con benceno. Para una extracción óptima, la fase acuosa podría ser 0.07 a 0.09 N en HCl. El color es estable durante más de 3.5 horas, la máxima absorción es a 650 nm, y la extinción molar para el complejo es 82,930. El error para 5-70 μ g de In $\pm 2.8\%$. La determinación toma 10 min. ,Ag, Au, Tl, Hg, Sn^{II}, y Bi interfieren.

2552. Titulación complejométrica de trazas metálicas por medición fluorimétrica de puntos finales. Wersma, J.H. y Lott., P.F. ---- Analyt. Lett., 1, (10), 603- 12, (1968).

Una mezcla de Ga (III) e In (III) pueden ser analizados por medición de dos titulaciones, con retitulación del EDTA ó de ac. tri-etilentetramín- N N N'N''N'''-hexa-acético, respectivamente. El error promedio es de $\pm 2.8\%$ para indio.

2627. Determinación fotométrica de Ga, In y Tl trivalentes con anaranjado de xilenol. Dwivedi, D. Chandra. Mikrochim. Acta., 4 (4), 708-11, (1968).

El anaranjado de xilenol es un reactivo sensitivo pero específico para la determinación de Ga, In y Tl (III), y forma con éstos un quelato rojo- violeta 1:1. A una solución conteniendo 1-2 ppm de

In se le adiciona anaranjado de xilenol (exceso cuatro veces la cantidad) y se ajusta el pH a 4.0 ± 0.2 . Dejar reposar durante 30 minutos, y medir la extinción a 560 nm. La sensibilidad Sandell es tabulada para cada elemento. El rango de determinación de In es de 0.7-8 ppm.

Vol. 18 AÑO 1970.

22. Voltametría anódica en amalgamas. VIII. Comportamiento voltamétrico inverso de algunos elementos en HCl en solución. Neeb R. y Kiehnast, I.Z. analyt. chem., 241 (2), 142-53, (1968). (En alemán). Con una pre-electrólisis de 5 min.

195. Determinación de indio en pirita, pirita calcinada por absorción atómica-espectrometría. Spitzer, H. y Tesik. Z. analyt. chem., 241 (3), 218-23, (1968), (alemán).

Se disuelven 5g de pirita en HNO_3 fumante y se adicionan 40 ml de una mezcla de HNO_3 - HClO_4 (6:1), evaporando a sequedad. Se humedece con H_2O , y se adiciona HBr, se hierve, filtra y lava el residuo con 30 ml de HBr (1:10) y se calienta. Se reduce el volumen a 50ml y se transfiere a un embudo de separación con HBr 6N y se escurre ácido ascórbico a reducir Fe^{III} a Fe^{II} . Se extrae con éter isopropílico y se adicionan pequeñas cantidades de ác. ascórbico y se lava con 50 ml de HBr 6N. Se re-extrae el indio con HCl 0.5N (3 veces con 25ml) y se combinan las fases acuosas, se adicionan 40 ml de HBr en solución y ácido ascórbico, y se extrae con isopropil- metil cetona. Se rocía la solución directamente bajo el espectrómetro de absorción atómica y se mide la absorción a 304nm. En el caso de la pirita calcinada, se disuelven 5g en 40 ml de HCl conc. y se oxida con 25 ml de HNO_3 .

634. Adsorción sobre la superficie de agua de mar. Adsorción de -- de trazas de elementos en agua de mar de varios contenidos en la superficie. Robertson, D.E. Analytica Chimica Acta, 42 (3), 533-6, (1968).

11 trazas de elementos radioactivos son adicionados a una muestra de agua de mar, se ajusta el pH a 8.0, se toma una alícuota y se vierte en una botella de polietileno ó de vidrio Pyrex, a la botella de polietileno se le adicionó 1 ml de HCl conc. a un $\text{pH} \approx 1.5$. La adsorción sobre los contenidos fue observada, almacenada durante más de 75 días, con un cristal de NaI (Tl). Una adsorción insignificante fue registrada por los contenidos.

755. Polarografía inorgánica de disolventes orgánicos. IV. Polarografía de In-8- hidroxiquinolina en varios disolventes. Dagnall, R.M. y Hasanuddin, S.K. Talanta, 15 (10), 1025-9, (1968).
El complejo In-8-hidroxiquinolina es extraído bajo acetato de etilo ó por CHCl_3 , con un electrolito basal metanólico.
818. Método complejométrico, titulación directa de indio, talio ó torio con EDTA, empleando Fe- ac. N-fenilbenzohidroxámico como indicador. Das, H.R. y Shome, S.C. Analytica Chim. Acta., 43 (1), -140-2, (1968).
50 ml de solución muestra conteniéndolo < 2.5mg de In. Ajustar el pH de 2.0 a 3.0 con acetato de sodio acuoso ó HCl diluído. Adicionar de 2-2.5 ml de Fe^{3+} , 5 ml de ac. N-fenilbenzohidroxámico al 1% y titular con EDTA 0.01M a un cambio de coloración de rojizo-violeta. Si hay aparición de un precipitado con la adición del indicador, éste se disuelve por la adición de 10-15ml de etanol. Hay interferencia de Mo^{VI} , V^{V} ; si Ni es presente en la solución, ajustar el pH de 1.5 a 1.8.
- 8.21. Uso de bifosfato de alquilo en Química Analítica. VIII. Determinación de macrocantidades de indio en productos de plomo, zinc y cobre industriales. Levin, I.S.; Azarenko, T.G. y Balakireva. Zh. analyt. Khim., 23 (7), 1013-17, (1968), (ruso).
El método se basa sobre la extracción (preferentemente con una solución de fosfato de 2- etil-hexilo) en heptano, de In en H_2SO_4 ó HNO_3 , se re-extrae bajo H_2SO_4 ó HCl, se adiciona al extracto EDTA en exceso y se titula (a pH= 5) con solución de acetato de zinc empleando anaranjado de metilo como indicador. Para cantidades menores de 0.1mg de In, el error es de $\approx 2\%$.
1394. Reflexión y transmisión de materiales infra-rojos. V. Espectro de 2-50 m. McCartry, D.E. Appl. Optics, 7 (10), 1997-2000, (1968).
1538. Separación de indio de fierro, aluminio y galio por cromatografía en capa fina. Soljc, Z; y Marjonovic. Z. Analyt. Chem., 242, (4), 245-6, (1968), (alemán).
Aplicar de 5 a 10 μl de una solución muestra en HCl 1.5N conteniendo $\approx 1\mu\text{g}$ de indio por cada ml, a una capa de 0.25mm de celulosa cromatográfica y llevar a cabo con butanol saturado de HCl 1N. Los valores del R_f son: In 0.25, Fe 0.10, Ti 0.05, Ga 0.05 y Al 0.02.
Rociar el cromatograma con solución de alizarín 0.1% (Ajustar el

color a rojo-violeta con NaOH). Exponer a vapores de NH_3 y secar. Con In dá un color rojo-violeta. Se pueden determinar cantidades menores de 0.1 μg de indio.

2283. Determinación fluorimétrica de Ga e In cuando se encuentran mezclados, empleando rodamina 6G [C.I. basic red I]. Alizarín, I.P Galovina, A.P. Izv. Akad. Nauk. SSR, Ser, Khim., (12), 2678-82, -- (1968), (ruso).

Ga puede ser determinado en 2500 veces la cantidad de In, por extracción con una mezcla de H_2SO_4 6M- HCl 1M en benceno, como complejo con rodamina 6G, y la medición fluorimétrica es efectuada. In puede ser determinado en presencia de 800-2500 veces la cantidad de Ga, Por extracción con HBr 0.3M- H_2SO_4 5M.

2290. Análisis de aleaciones conteniendo In y Cd por medio de titulación amperométrica sucesiva. Zhdanov, A.K. y Kapitsa, N.P. -- Dokl. Akad. Nauk. uzbek. SSR, (1), 29-30, (1969)., Zh., Khim., -- 1969, (14), Abstr. No. 14G, 131, (1969), (ruso).

Disolver la muestra en HNO_3 conc., remover lo óxidos de nitrógeno diluir, titular el In con EDTA a pH 2-3 y adicionar acetato de sodio a obtener un pH de 4.5 a 5.5 y titular Cd. La corriente conveniente a oxidar el EDTA es medida a +1.2V con un electrodo de Tl rotatorio.

3821. Coprecipitación y extracción con éter etílico en la separación de In y Zn en minerales de plomo. Gregorowicz, Z. y Marczak. Chemia Analyt., 14 (1), 159-64, (1969), (polonés).

Disolver la muestra en agua regia, evaporar a sequedad, disolver el residuo en agua, y tratar con H_2SO_4 (1:4), evaporar y disolver en agua, precipitar con $\text{NH}_3\text{-N-NH}_4\text{Cl}$ (1:1). Lavar el precipitado y reprecipitar dos veces con HNO_3 . El Fe^{III} es enmascarado con ácido ascórbico al 10%. Tratar con KI 3N y extraer con éter etílico. Extraer el In con 5,7-dibromo-8-hidroxiquinolina al 0.1% en CHCl_3 - (2 por 4ml) para espectrofotometría.

4015. Determinación de trazas de In en cobalto, mediante pulso-polarografía. Lagrou, A.; y Verbeck, F.J. Electro analyt. Chem., 20 (3), 443-8, (1969).

Disolver la muestra (1-10g) en una mezcla de HCl- HNO_3 y evaporar a \approx 20ml. Adicionar 5 ml de $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Calentar (90°), mezclar y filtrar el precipitado, lavar con agua caliente y disolver en 12.5ml de HCl 8M. Adicionar 10ml de NaH_2PO_2 al 25%, y se obtiene el pulso polarograma.

4514. Un sistema de detección eléctrico, por espectrómetro de masas en una fuente chispeante. Conzemius, R. J.; y Suec, H. J. Talanta, 16 (3), 365-75, (1969).

El sistema describe la detección de In en óxido de escandio.

Vol. 19. AÑO 1970.

23. Sensibilidad en espectrofotometría de absorción atómica. Ramírez, Muñoz, J. y Roth, M. Flama Notes, 4 (2), 21-4, (1969).

La sensibilidad analítica para indio y otros elementos, empleando una flama de aire-acetileno. Los aparatos y métodos de operación son descritos. (Parte VI, ver Analyt Abstr., 15, 7151, (1968).

1100. Extracción de indio tributil fosfina. Ewa, Mieczkowska. Chemia analyt., 14 (3), 683-5, (1969), (polonés).

La extracción completa de 40g de In por una solución de HBr 6M, - empleando tributilfosfina 0.05M en benceno.

2105. Absorción de iones inorgánicos sobre resinas intercambiadoras de iones sobre papel cromatográfico de mezclas de disolventes orgánicos y ácidos. II. Cadmio e indio. Constantinescu, M. y Nascutiu, T. J. radioanalyt. chem., 3 (1-2), 87-92, (1969).

2339. Titulación potenciométrica de 8-hidroxiquinolinato de indio en un medio anhidro. Tadeusz, Jasinski y Henryk, Smagowski. Chemia analyt., 14 (4), 829-36, (1969), (polonés).

El 8-hidroxiquinolinato de In (0.05mM) es titulado con HClO_4 , en presencia de ac. acético anhidro ó acetónitrilo, empleando un --- electrodo de vidrio y un S.C.E., y metóxido de sodio en piridina anhidra con empleo de un electrodo de antimonio, y un S.C.E. La titulación en acetónitrilo ó piridina, dá como resultado un 3% me nor que los obtenidos con ac. acético anhidro,

2880. Cromatografía de iones metálicos sobre papel impregnado con tiocianato de amonio y desarrollo con benceno y cloroformo, como líquido intercambiador de aniones. Staniealaw, Przeszlakowski --- Roczn. Chem., 43 (7-8), 1337-51, (1969), (polonés).

2947. Estudios comparativos de reactivos para la determinación -- fluorimétrica de indio. Volkava, A. I.; Ge'man, T. E. y Kukibaev, T. I. Uki. Khim. Zh., 35 (8), 844-50, (1969), (ruso).

Los complejos de In con : morín, Quecetín, o-salicilidenamino fenol, lumogallion, rodamina B (C.I. basic violet 10) y rodamina 6Zh (C.I. basic red I); fueron investigados. El pH óptimo para la for

mación de complejos, la absorción máxima, el coeficiente de extinción molar y la composición del complejo son tabulados.

2943. Determinación de trazas de indio después de una concentración con tintes básicos. Jan Kral, Jambur y Sommer. *Chemick, Listy* 63 (9), 1036-41, (1969), (checo).

4712. Extracción de metales con cetonas alifáticas. Gogliardi, E. y Woess, H.P. *Analytica chim. Acta*, 48 (1), 107-14, (1969), (alemán).

Vol. 20. AÑO 1971.

824. Extracción por disolvente de iones metálicos en H_2SO_4 , con una mezcla extractante de cadenas largas de aminas primarias y bifosfato de bis(2-etil-hexilo). Hiroto Watanaba. *Bull. chem. Soc. Japan*, 43 (1), 100-4, (1970).

913. Determinación volumétrica de talio, indio e iterbio. Verdizade, A.A.; Mekhtiev y Verdizade, N.A. *Uchen. Zap. azerb. gos. Univ., Ser. khim. Nauk.*, (2), 32-6, (1969)., *Zh., Khim.*, 19GD, (9), Abstr.-No. AG167, (1969), (ruso).

Un método titrimétrico es propuesto en la determinación de Tl, In e Yb, en compuestos del tipo: $InYbS_3$, $InYbSe_3$ y $TlYbSe_3$. Proceso. Precipitar el In, en muestras de $InYbS_3$ y $InYbSe_3$, con IO_4^- a un pH de 2-6, precipitar Yb en el filtrado a pH 8-13, y determinar In e Yb iodométricamente.

1339. Determinación de trazas de indio en agua de lluvia, por activación de neutrones y análisis radioquímico. Kashinath, S. Bhatki y Dingle, A.N. *Radiochem. radioanalyt. Lett.*, (1970).

In es preconcentrado de 1 litro de agua de lluvia por adsorción s sobre $Fe_2O_3 \cdot H_2O$, después irradiado durante 15 min., en un flujo térmico de neutrones de $\approx 2 \times 10^{12}$ neutrones por cm^2 por segundo. Los detalles de la separación de In de As, Mn, Na, Cl, y La por precipitación de solución homogénea, extracción por disolvente e intercambio iónico son reportados. Se emplea un detector de Ge(Li)

1570. Reacción de iones multivalentes con reactivos orgánicos. Interacción del indio con trihidroxifluoranos. Biryuk, E.A. Nazarenco y Ravitskoya. *Zh. analyt. Khim.* 24 (9), 1337-40, (1969), (ruso).

Un estudio espectrofotométrico del In con fenilfluorano, 2-hidroxifenil-fluorano y 2,4-disulfofenil-fluorano, en un medio acuoso

de etanol a pH 5-6. La máxima absorción de reactivos es a 490-5nm y la del complejo a 540-50nm.

1571. Análisis de mezclas de cloruros y nitratos de indio, galio y talio en soluciones no acuosas. Kreshkov, A.P. y Kuznetsova, L.B. Trudy mosk. Khim. Tekhnol. Inst., (2), 226-7, (1969); Zh. Khim.-19GD, (10)., Abstr. No. 10G88, (1970), (ruso).

Los cationes de Ga^{3+} , In^{3+} y Tl^{+} (individualmente y en Mezclas binarias) pueden ser titulados potenciométricamente con: Hidroxido de tetraetilamonio 0.1N en benceno-metanol. Por titulación en un medio metanol-acetona (1:4), los cationes pueden ser determinados separadamente en presencia de HCl.

1689. Empleo de cromatografía en intercambio iónico, en análisis de rocas y minerales, y en soluciones de cianuro. Sumakova, N.S. y Markova, N.V. Trudy tsent. nauchno-isseled. Gorno razved. Inst., (10), Abstr. No. 10G154, (1969). (ruso).

Para la determinación de In (50-100 ppm) en minerales, la solución prueba, es colocada en la columna de resina, y el In es eluido -- (junto con Fe, Sn, y Zn) con HCl 0.5M. La elución se precipita como hidróxido, y la solución del precipitado en HCl (1:3) es empleada en la determinación polarográfica.

2157. Análisis volumétrico y catálisis. V. Titulación quelatométrica con indicación termométrica del punto final. Weisz, H. y Kiss, T. Z. analyt. Chem., 249 (5), 302-3, (1970); (alemán).

Titulación directa con EDTA y ac. 1,2- diaminciclohexano-NNN'N' - tetra-acético, y titulación indirecta para In y otros elementos, - con uso de solución de Mn^{2+} estandar.

2393. Análisis espectrográfico cuantitativo de caserita. Sal'manova, V.A. Tridy vses. nauchnoissled. Inst. Zolota redk. Metallov - (29), 409-20, (1969); Zh. Khim., 19GD, (11)., Abstr. No. 11G132, - (1970); (ruso).

Los procesos son descritos para determinar de 0.001 a 0.1% de In con límites de error de 4-10%.

3579. Azul de metitimo| como un reactivo cromogénico en análisis inorgánico; influencia de pH sobre el reactivo y reacción de color con los cationes. Srivastava, K.C. y Samir, K. Banergi. Chem. Age, India, 20 (7), 606-9, (1969).

Vol. 21. AÑO 1971.

877. Determinación de In en material rocas por análisis radioquí-

mico por activación de neutrones. Wakita, H.; Rey, P.; y Schmitt, R. A. Analytica, chim. Acta, 51 (2), 163-78, (1970).

La muestra es irradiada en un flujo neutrónico de $\sim 7 \times 10^{11}$ neutrones por cm^2 por segundo, durante una hora (después una desintegración de 30 min.) fundir con Na_2O_2 en presencia de catalizador. La separación es efectuada, y las fracciones son contadas con un detector NaI(Tl) ó un tubo Geiger Muller. Otros datos son reportados:

967. Determinación espectrofotométrica de In en presencia de Sn y Cd con violeta de catecol. Trochinskaya, G.N. y Knizhko, P.O. Ukr. - khim. Zh., 36 (9), 950-3, (1970); (ruso).

Este método es propuesto para una rápida determinación de In aleado (In 44%, Sn 42% y Cd 14%). Disolver 0.1g de muestra en 5 ml de H_2SO_4 , enfriar y adicionar 5 ml. de H_2O_2 acuoso al 30%, y diluir a 50ml. A 0.1-ml, adicionar 1ml de violeta de catecol mM, 0.2ml de NaOH y solución de acetato de amonio, (pH 5.5-6.0) a producir 4 ml. Medir el coeficiente de extinción a 580nm.

2392. Iodato de plomo como reactivo para la amplificación de EDTA-Determinación indirecta de: Bi, Fe, In, Th, Hg, Cu, Ni, Pb, Zn, Cd, Co y Al. Fritsche, U. y Weisz. Mikrochim. Acta, (5), 1045-9, (1970); (alemán).

Un exceso conocido y suficiente cantidad de $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ es adicionado a la solución en la titulación, ajustando el pH a 4-5 con solución reguladora de acetato. El EDTA sin combinar reacciona con el exceso de $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ a formar Pb-EDTA, liberando cantidades equivalentes de IO_3^- . Hervir durante 30 min., filtrar y lavar el precipitado 3-veces y tratar con KI (en exceso) y ac. acético (15ml). El IO_3^- es tratado con $\text{Na}_2\text{S}_6\text{O}_3$. La influencia de aniones es investigada.

2459. Determinación espectrofotométrica de In en aleaciones con un número de tintes orgánicos básicos. Popa, G.; y Patroescu. Revta. -- Chim., 21 (12), 770-4, (1970); (rumano).

Entre éstos se mencionan : azul de nilo A (C.I. basic blue 12), pirromina G., fenosa franina, azul de cresil brillante, azul de toluidina (C.I. basic blue 17).

2463. Titulación amperométrica de Tl (III), In y Ga con 8-mercaptoquinolina. Zakharov, Songina, O.A. Zh. analit. Khim. 25 (5), 879-84, (1970); (ruso).

3223. Titulación potenciométrica (Th, In, Zr) con EDTA: empleando un electrodo indicador de bismuto metálico. Tsuyoshi, Nomura y Nakagawa. Japan Analyst, 19 (3), 397-402, (1970), (japonés).

3288. Determinación de galio e indio en mezclas sintéticas. Zhdano V. Akent'eva, N.A. Dokl. Akad. Nauk., uzbek., SSR, (8), 37-8 --- (1970). Zh., Khim., 19GD, (4), Abstr. No. 4G77, (1971), (ruso). Los elementos son determinados por titulación complejométrica con indicación amperométricamente del punto final, con medición con un electrodo de tántalo rotatorio. Acidificar una porción a pH de 2.2 a 2.5 con HNO_3 , en tanto Ca e In son titulados a +1.2V con EDTA. A una segunda porción, enmascarar el Ga con citrato de amonio. El In es titulado a pH 5 y a +1V. La precisión es satisfactoria para 0.1 a 25.3mg de In y de 0.13-6.8 mg de Ga.
3291. Métodos gravimétricos y titrimétricos en la determinación de indio por uso de ortoperiodatos. Verdizade, A.A. y Mekhtiev, M.M. - Zh. analit. Khim., 25 (6), 1097- 101, (1970), (ruso). El In es precipitado cuantitativamente con solución acuosa de $\text{Na}_3\text{H}_2\text{IO}_6$ a un pH 1.9-7. $\text{In}_5(\text{IO}_6)_3$ es estable a $120^\circ - 270^\circ\text{C}$. Un método gravimétrico para determinar de 0.4- 40mg de In en 10-50ml de solución es descrito. Para determinar de 0.08 a 41mg de In, se disuelve $\text{In}_5(\text{IO}_6)_3$ en H_2SO_4 ó HCl , adicionando KI en solución y titular con $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ aq. en presencia de benceno a liberar iodo. Los elementos que interfieren son separados por intercambio iónico. Los métodos se aplican en análisis de material semiconductor conteniendo: In, Yb, y Se ó S; el error absoluto es de $\approx 0.02\text{mg}$.
3292. Determinación complejométrica de grandes cantidades de In -- con empleo de azul de metiltimol. Sokolova, V.G. Trudy ural'. nau chno-issled. proekt. Inst. med. Prom., (13), 301-6, (1970). Zh. Analit. Khim., 25 (6), 1097-101, (1970), (ruso).
3976. Extracciones de algunos elementos con 2- cloro-etil-éter en un medio HBr. Artyukhim, A.G. Mokhnachev. Dokl. Akad. Nauk. SSSR, 197 (2), 337-8, (1971), (ruso).

Vol. 22. AÑO 1972.

26. Curvas de titulación, con titulación complejométrica en un sistema redox $\text{Fe}(\text{III}) - \text{Fe}(\text{II})$. Hulanicki, Adam; y Kaywowska, Regina.- Talanta. (3), 239-45, (1971).

La titulación potenciométrica de varios iones metálicos con EDTA, es llevada a cabo en presencia de $\text{Fe}^{\text{II}} - \text{Fe}^{\text{III}}$, con un electrodo de platino o de grafito. El potencial es medido inmediatamente después de la adición del titulante.

592. Determinación coulométrica simultanea de plata, cadmio e indio

en aleaciones ternarias. Borello, Alberto; y Guidofiti, Guido, R. - *Analyt Chem.*, 43 (4), 607-8, (1971).

En este método coulométrico, se lleva a cabo un control de potencial con un cátodo de mercurio. La interferencia mutua de In y Cd es prevenida, empleando HClO_4 1M como electrolito basal. Ag y Cd son separados por reducción a 0.0V y -0.63V respectivamente, con un S.C.E. Con adición de NaI en exceso, y el In^{3+} es reducido a -0.615V. El error es aproximadamente de $\pm 3\%$ para cantidades de 2 a 10mg de cada metal.

593. Cromatografía en papel. 1K. Desarrollo selectivo. Nascutiu, T.; y Oltenasu, M. *Chim. analit., Buc.*, (1), 51-5, (1971), (rumano). Empleando mezclas de varios alcoholes ó cetonas en un medio de HCl.

2148. Empleo de ac. antranílico como un reactivo gravimétrico, para la determinación de galio e indio trivalentes. Srivastava, T.N. y Mohan, G. *Indian J. appl. Chem.* 33 (5), 314-20, (1970).

La precipitación cuantitativa de In^{III} , a un pH de 3.7 a 4.0, por una solución reguladora de acetato, es llevada a cabo por adición de ácido antranílico en solución acuosa, a una temperatura de 80°C y la coagulación del precipitado por calentamiento en un baño de agua, durante 30 min. El precipitado es filtrado, lavado, incinerado y pesado como In_2O_3 .

4163. Empleo de absorción atómica espectroscópica en fibra sintética industrial. Price, J.P. *TAPPT*, 54 (9), 1497-9, (1971). Con un límite de detección de 0.02 ppm de indio.

Vol. 23. AÑO 1972.

38. Análisis de complejos de compuestos semiconductores. Partashnikova, M.Z.; y Berger, L.I. *Trudy vses. nauchno-issled. Inst. khim. Reaakt. osobo Chist. khim. Veshchestv.*, (32), 196-9, (1970); *Zh.-Khim.*, 19GD, (14), Abstr. No. 14G163, (1971), (ruso).

Disolver 0.2g de muestra (InAgTe_2) con calentamiento, en 10ml de agua y 5ml de HNO_3 conc., enfriar y diluir a 100ml, adicionar --- NaOH a dar un pH de 2, y adicionar 5ml de solución reguladora de formato a pH 3, y titular el indio con EDTA 0.05M (anaranjado de xilenol como indicador).

1254. Separación de aluminio, titanio, indio, hierro y galio por cromatografía en capa fina sobre celulosa. Soljic, Z.; S. Z. *analyt.*

Chem., 257 (5), 348, (1971).

Los valores del R_F y reacciones de color obtenidas mediante este método con empleo de un sistema de disolventes, son tabulados. Las manchas fueron obtenidas por rociamiento de la placa con solución saturada de alizarín en etanol, y expuestas a vapores de NH_3 . Una mezcla de butanol-HCl- H_2O (8:1:1) se emplea como disolvente adecuado.

1331. Análisis de mezclas binarias de sales de galio, indio y talio por medio de titulación potenciométrica e intercambio iónico en soluciones no acuosas. Kreshkov, A.P.; Sagushkina. Zav. Lab., 37 (12), 1421-4, (1971), (ruso).

En un medio agua-acetona (1:4) las sales de Ga(III) e In(III) pueden ser tituladas potenciométricamente (con electrodos de vidrio y de cloruro de plata) con KOH etanólico 0.1N. Para determinar nítrato de indio, se adicionan cuatro veces la cantidad, de acetona y se toma una alícuota que se pasa a través de una columna empacada con una resina catiónica SDV-3.

1335. Empleo de fosfato de tris-(2-etil hexilo), fosfato de bis(2-etil-hexil) fenilo en extracción y cromatografía por partición para la separación de indio y galio. Alimarin, I.P.; Dolzhenko. J. analytChem. USRR, 26 (4(2)), 643-6, (1971).

2356. Separación selectiva de indio por extracción por disolvente con n-bencilanilina (n-fenilbencil-amina) en cloroformo en un medio HI. Khoala, M.M.L.; y Rao, S.P. Analytica chim. Acta. 58 (2), 389-94, (1972).

Una muestra conteniendo arriba de 200mg de indio, en solución con KI 1.5M- H_2SO_4 2M, es extraída en dos porciones, de 10ml cada una por una solución de n-fenilbencil-amina (9g) en $CHCl_3$ (100ml). El In es extraído de la fase orgánica bajo 30ml de HCl 2M, adicionando NH_3 8M, a producir una turbidez, la cual es aclarada mediante adición de unas cuantas gotas de HCl 2M. La solución estándar EDTA (0.001-0.1M) es adicionada en exceso, y ajustado el pH a 2.5 ± 0.5 con NH_3 2M, y el exceso de EDTA titulado con $Th(NO_3)_4$ en solución (anaranjado de xilenol como indicador). Se usan agentes enmascarantes, y cuando es necesario una reducción, se adiciona, Na_2SO_3 . Marcantidades de Tl pueden ser separadas.

3050. Cromatografía por extracción y comportamiento de indio, cadmio y zinc en una mezcla de HCl-tributil fosfato. Alimarin, I.P.; y Fernández Gómez, M.M. Zh analit. Khim., 26 (6), 1213-5, (1971), (ruso)

La cromatografía se lleva a cabo en una columna de silicio (12.8-cm. x 4 mm) conteniendo PTFE.

Vol.24. AÑO 1973.

59. Determinación fluorimétrica de aluminio y galio, escandio e indio con supercromo ganey Y (C.I. mordant red 5), Hiraki, Keizo. Bull chem. Soc. Japan, 45 (5), 1395-9, (1972).

El In (5-30G) puede ser determinado mediante el empleo de solocromo ganey Y al 1%. La fluorescencia es medida a 560nm.

647. Efectos de mezclas de disolventes en la separación de iones metálicos en cromatografía por intercambio iónico en presencia de EDTA. Sixta, V.; y Sulcek, Z. Czech. Chem. Commun, 37 (7), 2386-96, (1972), (alemán).

La distribución de los coeficientes son reportados en la adsorción de una columna Dowex 50 W-X8 (H^+), para indio y otros elementos, en una solución conteniendo arriba de 80% de acetona, EDTA y $HClO_4$ de 0.01 a 1M. Para la determinación de In y In-Cd en aleación se describen los detalles.

1488. Separación de indio de: Cadmio, zinc, plomo, galio, aluminio y fierro por medio de una resina intercambiadora de aniones AV-17 en forma de carbonatos. Eristavi, V.D.; y Kutateladze, G.SH. J. analyt. Chem. USSR, 26 (11(2)), 1999-2000, (1971).

La columna es lavada con agua; Cd, Zn, Al, y Ga son desadsorbidos con NH_3 aq. 3N. Después el indio es desadsorbido con $(NH_4)_2CO_3$. La fracción de indio es acidificada con HCl, y éste es determinado polarográficamente ó espectrográficamente mediante el empleo de rodámina G.

3384. Titulación potenciométrica automatizada de soluciones de sales acuosas de elementos raros, Ga (In y talio). Kreshkov, A.P.; Mi laev, S.M.; y Khanturgaev, G.A. Zh. analit. Khim., 27 (8), 1503-7, (1972), (ruso).

Vol. 25. AÑO 1973.

86. Reacción de indio (111) con rosa de astrazona FG C.I. basic - red 13. Popa, G.; Patroescu, C.; y Castache, G.M. Revta. Chim., 23 (10), (1972); Chim. analit., 2 (3), 219-21, (1972), (rumano).

A 0.25-1.5ml de muestra en un medio de HBr 1M, adicionar 1.75ml de HBr al 40% y 2ml del reactivo 1mM, diluir a 10ml, y extraer con 20

ml de una mezcla de benceno- eti-metil-cetona (2:1). Separar la -
capa orgánica y medir la extinción a 548nm. La ley de Beer es obé
decida para 0.12-1.7Mg de indio por ml.

681. Cromatografía de gases a elevada temperatura, de algunos clo-
ruros inorgánicos. Tohyama, Itivo; y Otazai, Kiyoteru. Z. analyt.
Chem., 262 (5), 346-8, (1972).

Separación cromatográfica de cloruros de: Bi, Be, In, Sn, Zn, Tl, Pb, y
Cd a temperaturas cercanas a su punto de ebullición, entre 450°C y
1000°C, es descrita. Como material soporte en le columna, se emplea
Chromosorb WAW con varias combinaciones de metal alquilo y alcali-
no-térreo como sus cloruros, con fases estacionarias en un tubo de
platino (500mmx 9 mm).

730. Extracción fluorimétrica con uso de un tinte asimétrico de ro-
damina de galio ó indio. Golovina, A.P.; Khvatkova, Z.M.; Zorov. -
Vest. mask. gos. Univ., Ser. Khim., 13 (5), 551-5, (1972), (ruso).
La rodamina 4Zh es más sensitiva que la rodamina 3ZhO, para la de-
terminación de galio y de indio. El elemento es extraído como bro-
moindato bajo un volúmen igual de benceno. La máxima intensidad --
fluorescente es reportada.

1308. Extracción de cobalto, fierro, indio y zinc en agua de mar -
con empleo de un sistema de trifluoro de acetil-acetona- tolueno.
A un pH de 6.3 a 10, el indio puede ser extraído con trifluoro de
acetil acetona 0.1M en tolueno, agitando durante 5 min., teniendo
un volúmen igual de base acuosa y del sistema. El porcentaje de -
extracción es de 99.5%.

3087. Determinación de huellas de algunos elementos en acero Armco
por medio de activación de neutrones. Joskolska, H.; Rowinska, L.; -
Walis, L.; y Radwan. J. radioanalyt. Chem. 13 (1), 41-52, (1973).
Por este método se obtienen rendimientos de 30-80% de las huellas
entre éstas al indio.

3727. Efectos producidos por la temperatura en le extracción y dis-
tribución cromatográfica de indio, zinc y cadmio en un sistema tri-
butil fosfato-HB⁺⁺. Dolzhenk, T.G.; Alimarin, I.P. Zh. analit. Khim.
28 (2), 263-6, (1973), (ruso).

La separación de In, Zn, y Cd entre 20°- 90°C por una columna (13-
cm x 4mm), empacada con tributil fosfato sobre PTFE, empleado HBr
como eluente, mostró que el coeficiente de distribución de los io-
nes decrece con el incremento de la temperatura. La separación de

In (2-4g) con un exceso de 10^4 veces la cantidad de Cd, con HBr 0.0.8M como eluente, fue más efectiva a 60°C .

Vol. 26. AÑO 1974.

24. Cromatografía en capa fina por electroforésis de iones inorgánicos. 11. Con empleo de EDTA en solución, como electrolito. Frach, R.; y Dadone, A. Cromatografía, 6 (6), 266-8, (1973).

La separación se hace sobre gel de sílice H (0.5mm) en un electrolito $\text{Na}_2\text{-EDTA}$ 0.1M a pH de 4.5, 7, 10.

64. Formación de complejos de indio con tirón, bajo ciertas condiciones, con determinación alcalimétrica. Koryukova, V.P.; Nikolov L.P.; y Andrianov. Zh. analit. Khim., 28 (3), 598-601, (1973), -- (ruso).

100ml de muestra, conteniendo de 10-100mg de In^{111} , son tratados con NaOH 0.1M ó KOH en KSCN 2M al 40% en un medio acetona, el pH es ajustado a ≈ 5.5 (para KSCN) ó ≈ 8 (para acetona), con empleo de rojo de metilo ó azul de bromotimol respectivamente. Se adicionan de 1.2 a 2.5g de tirón, y los H^+ envueltos en la formación del complejo con el In^{111} son subsecuentemente titulados con el mismo titulante y los mismos indicadores. El error relativo es $< 1.5\%$.

766. Empleo de anaranjado de xilenol y azul de metil timol en la determinación espectrofotométrica de galio ó indio en ciertos materiales tecnológicos. Bagdasarov, K.W. y Popova, S.A. Khimiya Ind. 45 (3), 108-10, (1973), (búlgaro).

Determinación de indio en óxido húmeante (conteniendo 11-14% de Pb de 60-65% de Zn, 0.2% de As, $\approx 0.1\%$ de Cl, $\approx 0.1\%$ de C, $\approx 0.02\%$ de F, $\approx 0.3\%$ de Fe y 0.0173% de In).

Disolver 1g de muestra en 30 ml de agua regia sobre un baño de arena y evaporar a sequedad 3 veces el residuo con 10ml de HCl. Adicionar 50 ml de agua conteniendo unas gotas de HCl, calentar la mezcla hasta ebullición y dejar reposar durante 2-3h. Remover el precipitado PbCl_2 , y al filtrado adicionarle 5 ml de NH_4Cl al 30%; calentar a ebullición y precipitar los hidróxidos con NH_4OH conc. Repetir la precipitación a separar el In del Zn, Cu y Cd, filtrar, lavar con NH_4Cl al 3%, y disolver éste en HBr 5N en caliente. Adicionar unas gotas de TiCl_3 , a producir un color violeta pálido que persiste durante 3-4 min., y extraer el indio con 50ml de acetato de butilo por agitación, durante 1 min. Lavar el extracto con HBr 5N y re-extraer el In en HCl 6N, conteniendo unas cuantas gotas de

H₂O₂ aq. (agitando durante 1 min.); evaporar la solución a sequedad y disolver el residuo en 25ml de agua. A 5ml de la solución añadir 10 ml de solución reguladora de acetato de pH 4, y 1 ml de anaranjado de xilenol 0.01M (recién preparada) ó azul de metiltimol - diluir a 50ml, y medir la extinción a 510nm. El error es de 6.35% (empleando anaranjado de xilenol) ó de 7.51% (empleando azul de metiltimol).

769. Rápida extracción por disolvente, de indio, y éste en (la separación de Ga(III) y Al (III)). Chaván, M.B.; y Shinde, V.M. Sepn. Sci., 8 (2), 285-90, (1973).

El indio trivalente puede ser extraído cuantitativamente con óxido de mesitilo en HCl 6M ó en HBr 4M.

1458. Determinación espectrofotométrica de indio contenido en minerales polimetálicos (sulfuros). Akimov, V.K.; Busev, A.I. Zav. -- Lab. 39 (8), 948, (1973), (ruso).

La muestra es calentada en 15ml de HCl conc. hasta la liberación de H₂S, después se acompleta la disolución mediante la adición de 10 ml de H₂SO₄ (1:1), y evaporando a sequedad, el residuo es calentado con 15 ml de H₂SO₄ 1N, la materia insoluble es filtrada y lavada con H₂SO₄ 1N. La solución final es tratada con ac. ascórbico para reducir Fe^{III}, con tiourea para enmascarar cobre, y con 10ml de una solución diantipirinil-butano 0.3% en CHCl₃ a extraer el In.

2022. Determinación titrimétrica de indio y galio, con empleo de ac. dietiltriamín- N N N N N-penta-acético. Zh. analit. Khim., 28 (95), 1009-11, (1973), (ruso).

El coeficiente de variación en 5-10 determinaciones de ambos elementos es del 1%.

Vol.27. Año 1974.

1865. Separación cromatográfica en capa fina del indio (III), galio (III), talio (III) y germanio sobre ionita, con HCl como disolvente. Gaibakyan, D.S.; y Karapetyan, Z.A. Molodoi nauch. Robotnik. estest. Nauk, (2 (16)), 72-8, (1972); Zh., Khim., 19GD, (15), Abstr. No. 15662, (1973), (ruso).

Los iones de estos elementos han sido separados sobre placas de vidrio cubiertas con capas de alúmina (partículas de 0.1mm) en anionita AV-17 ó cationita KU-2 con HCl como disolvente.

2539. Determinación de antimonio, indio y talio en espectrofotomé-

tría por absorción atómica. Miksovsky, Miroslav; y Rubeska, Iván. *Chemicke Listy*, 68 (3), 299-304, (1974), (checo).

Se emplea un tubo de absorción en lugar de una flama de aire-acetileno. Solamente para concentraciones extremadamente altas pueden determinarse por este método.

3683. Determinación de cadmio soluble, plomo, plata e indio en agua de lluvia y en vapor de agua por absorción atómica sin empleo de flama. Rattonetti, Anthony, *Analyt. Chem.*, 46 (6), 739-42, (1974). El indio es extraído en 8-hidroxiquinolina en solución con CHCl_3 , y la muestra es regulada a pH 3.5. Porciones del extracto son transferidas a una cinta de tantalio, y son pirolizadas para la medición. La precisión de la determinación por triplicado es de $\pm 5\%$.

Vol. 28. AÑO 1975.

1B10. Límites de detección de elementos por medio de absorción atómica poca dispersión. Dorofeev, V.S.; Chupakhin, M.S.; Ivanov, N.P. *Zh. analit. Khim.*, 28 (8), 1607-9, (1973).

Los límites de detección son de ≈ 0.1 a 6ppm, mediante el uso de espectrofotómetros de absorción atómica, sin monocromadores.

La detección límite obtenida con estos instrumentos, fue de $0.6 \mu\text{g}$ - por ml.

2b65. Titulación biamperométrica de indio ó galio con EDTA en un medio de ac. acético- benceno. Gerorgyan, A.M.; Talipov, Sh.T.; y Khadeev. *Zh. Khim.*, 19GD, (23), Abstr. No 23 G101, (1973), (ruso). Las condiciones óptimas han sido establecidas, aplicando un potencial de 1V, en un electrodo indicador de platino; en un medio de benceno y acetato 0.2M. La titulación puede llevarse a cabo con LiNO_3 (arriba de 0.05M) en la titulación del indio. El error es menor del 1% para la titulación de 20-400 μg de indio.

5B15. Titulación complejométrica de metales con Fe^{11} -EDTA-4-(2-tiazolilazo) resorcinol como indicador. Yamada, H., Maeda, T. *Analyt.-chim. Acta*, 72 (2), 426-9, (1974).

5B70. Comportamiento cromatográfico con extracción de indio, galio en un sistema tridecilamina-HCl. Lukashenkova, N.V.; Alimarin, I.P. *Vest. Mosk. gos. Univ., Ser. Khim.*, 15 (5), 585-8, (1974), (ruso). Una columna empacada con PTFE, empleando tridecilamina (0.05 ml -- por cada 1.3g) como fase estacionaria, para separar Ga de In. Y como fase móvil, la velocidad de elución es de 0.2ml/ min.

6314. Reacción fluorescente entre rojo de eriocromo B (C.I. mordant red 7 y metales. I. Detección de Be, Mg, Al, In, Ga y Zn. Pérez,-Conde, C.; Pérez Bustamante, J.A.; y Burriel. *Analytica chim. Acta* 73 (1), (1974).

Una gota de HCl 1M, NaOH, hexamina 7.5M es adicionada a un papel - filtro, una gota de cada uno, en solución al 0.1% del tinte en agua etanol (1:1) y una solución del metal como nitrato. El papel es se- cado al aire caliente e irradiado con rayos u.v. El metal dá una - fluorescencia (amarillo, naranja, rojo), si se trata con hexamina. Los resultados muestran que los límites de detección para el In -- son de 5µg.

6385. Separación cromatográfica selectiva de indio en zinc, galio y en otros elementos por intercambio catiónico en un medio ácido - halúrico- cetona. Strelow, F.W.E.; Weinert, C.H.S.W.; y Walt. *Talanta*, 21 (11), 1183-91, (1974).

Por elución con representación gráfica de curvas y preparación de mezclas binarias. ~ 100mg de indio pueden ser separados cuantitati- vamente de Zn, Pb, Ga, Be, Mg, Tl, Mn, Fe, Al, U, Na, Cu, N y Co - por elución sobre una columna con resina AG 50W-X8. Con 60ml de -- HCl 0.5M en acetona aq. al 30%. Cd, Bi, Au, Pt, Pd, Rh, Mo, y W -- pueden ser eluidos con HBr 0.2M en acetona al 50% antes de la elu- ción del indio. Sn acompaña al indio bajo estas condiciones.

Vol. 29. AÑO 1975.

1370. Extracción por disolvente y determinación fotométrica de in- dio con verde de malaquita (C.I. basic green) como tetraiodoindato Kish, P.; y Pogaida, I.I. *Zh. analit. Khim.*, 29 (1), 52-7, (1974) (ruso).

El complejo In-verde de malaquita $-I^-$ (1:1:4), puede ser extraído bajo CCl_4 en H_2SO_4 1N- KI 2.5N. El complejo muestra su máxima ab- sorción a 6333nm ($\epsilon = 83000$). Casi no hay interferencia de elemen- tos, mediante este método se determinan ≈ 29 ppm de In en Ga $\approx 2.1\%$ de In en aleaciones de Zn-Ge-As. Con errores relativos de $\pm 3.4\%$.

1371. Comportamiento de la extracción cromatográfica de indio y Sb en un sistema ac. butil-fosfato. Bakhareva, G.A.; Alimarin, I.P.; - *Zh. analit. Khim.*, 29 (1), 58-61, (1974), (ruso).

In (10-50µg) y Sb^V (0.1- 11.8 mg), pueden ser separados sobre una - columna empacada con tributil- fosfato sobre PTFE. El indio es elufi- do en HCl 0.5- 11.5M.

5B94. Empleo de Kaempferol (3,4,5,7- tetra-hidroxiflavona) como -- reactivo en la determinación fluorimétrica de indio. Maksimycheva, Z.T. Artemova, V. Ya., Zh., Khim., 19GD, (19), Abstr. No. 19991,-- (1974), (ruso).

6B58. Extracción de indio con triocetilamina en soluciones de ácido tartárico. Bol'shova, T.A.; Ershova, N.I. Vest. mosk. gos. Univ., - Ser. Khim., 16 (2), 197-200, (1975), (ruso).

Vol. 30. AÑO 1976.

1B7. Extracción de metales quelatos de heptano-3,5-diona y 5-metil hexano-2,4-diona. Vlacil, F.; y Sayeh. Colln. Czech. chem. Commun., 40 (5), 1358-66, (1975).

La separación de Fe-In es efectuada a un pH 2.

1B59. Método de separación de extracción con flotación y determinación espectrofotométrica de indio formando un complejo con galleín. Minczewski, Jerzy, Skorko, Trybula, Zofia; y Krzyzanowska. Chemia. analit. 20 (3), 630. (1975), (en polonés).

El coeficiente de extinción es medido a 545nm, y después se diluye el complejo en dimetil sulfóxido.

2B17. Reacción por color entre elementos poco comunes y trihidroxi fluoronas trihidroxi- xanten-3-onas. Antonovich, V.P.; Yakovleva, T.P.; Shelikhina, E.I.; y Nevskaya. Zh. analit. Khim. 29 (12), 2348-53, (1974), (ruso).

La ley de Beer es obedecida para una solución 1-20mM.

5B7. Empleo de etil ester de rodamina B(C.I. basic blue 10), como reactivo en la determinación fotométrica con extracción, separación y concentración de un grupo de elementos. Bochkareva, I.A.; y Blyum, I.A. Zh. analit. Khim., 30 (5), 874-82, (1975), (ruso).

El complejo es extraído con benceno. Los valores de ϵ van de 78000 a 116000. Los elementos pueden ser preconcentrados por una extracción en H_2SO_4 8N en un medio acuoso conteniendo 20 mg/ml de Br^- y 0.4 mg/ml de rodamina.

5B90. Determinación complejométrica de indio (III) y galio (III) -- con oxalato de amonio como indicador. Zhinova, N.M.; y Martyneonko L.I. Zav. Lab., 41 (10), 1195-7, (1975), (ruso).

La solución muestra conteniendo \approx 10mg de In (III), es tratada -- con EDTA en exceso, y ajustada a un pH de 6.5 a 9.5. Y adicionada una solución saturada de oxalato de amonio, (3.5ml por cada 5ml de

EDTA 0.04M). La mezcla es calentada a formar el complejo de metal trivalente con EDTA. El exceso de EDTA es titulado con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ - hasta la aparición de un precipitado blanco de oxalato de calcio.

6B5. Titulación quelatométrica en etanol-amina, con indicación catalítica térmica del punto final. Kiss, Tibor, F.A. Microchim., -- Acta, II (4-5), 471-6, (1975), (alemán).

La solución prueba de EDTA, de Ca^{2+} ó Mg^{2+} ac. nitriloacético es mezclada con una solución de carbonato de amonio en etanol-amina y H_2O_2 aq. al 30%, titulado con una solución de $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ estandar. La titulación inversa es también ejecutada, en la cual un exceso conocido de solución complejante es adicionado a varias soluciones de sales metálicas, y el residuo es titulado con $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$.

Vol. 31. AÑO 1976.

2B22. Separación de indio, cadmio y bismuto en anionita AV-17 (OH^-) por precipitación cromatográfica. Eristavi, V.D.; y Makhavoblishvili, N.G. Soobshch. Akad. Nauk. gruz. SSR, 77 (1), 77-9, (1975), -- (ruso). Zh. Khim., 19GD, (16); Abstr. No. 16G46, (1975).

2B75. Reacción de iones multivalentes con reactivos orgánicos. XXXII Complejo extractable de indio con ac. alizarín-3-sulfóxido (alizarín red s; C.I. mordant red 3) y difenilguanidina. Biryuk, E.A.; y Nazarenko, V.A. Zh. analit. Khim., 30 (9), 1720-3, (1975), (ruso). A un pH de 4.8, el indio forma un complejo que puede ser extraído en CHCl_3 . El máximo coeficiente de absorción es medido a 520 nm - ($\epsilon = 28000$).

2B76. Separación cromatográfica de indio por extracción. Gureev, E S.; Usachenko, V.S. Zh. analit. Khim., 30 (9), 1728-32, (1975), -- (ruso).

In y Ga (a nivel de huellas) fueron separados, empleando una columna empacada con fosofroditonato de bis-(2-hexilo) sobre PTFE en polvo, el indio es eluido con HCl 2M. Microgramos de galio fueron separados en cantidades mayores a 80 mg de In, con uso de HCl.

3B55. Extracción por disolvente de indio y galio, formando complejos con anaranjado de xilenol en solución de ac. 2-bromo-butírico, en cloroformo. Pyatnitskii, I.V.; Kolomiets, L.L. y Sadovskaya, I.L. Zh. analit. Khim., 30 (11), 2131-7, (1975), (ruso).

A un pH 3 la máxima absorción del indio es de 570nm.

5B49. Determinación fotométrica con extracción de indio en alea---

ción con base de zinc en rojo de bromopirogalol. Jadhav, S. G.; -- Murugaiyan, P.; y Venkateswalu. Analytica chim. Acta, 82 (2), 391-9 (1976).

La muestra (4g) es disuelta en HBr y evaporada a sequedad. Una solución del residuo en 50ml de HBr 5.5M es preparada; el indio es extraído en éter isopropílico (25ml), y re-extraído en agua. Esta solución es evaporada a sequedad, y la materia orgánica es descompuesta por tratamiento con HClO_4 - HNO_3 . El residuo es tratado con 1 ml de ac. ascórbico al 2%, 3ml de KCN al 5%, y 6ml de solución reguladora de NH_3 aq., y el pH ajustado a 9.0. La solución es mezclada con 10 ml de tinte en solución al 0.01% en acetato de amonio al 2% y diluido a 30ml. El complejo de In formado, es extraído en 20ml de alcohol bencílico, y la extinción del extracto es medida a 548nm. La gráfica de calibración rectilínea es obtenida para 2.5--20 μg de indio.

BIBLIOGRAFIA:

LIBROS:

- 1) Tratado de Química
Modesto Bargalló
Primera Edición
Editorial Porrúa
México, D.F.
1962
- 2) Análisis Químico Cuantitativo
Ayres, H. Gilbert
Segunda Edición
Harper & Publishers Inc.
New York
1970.
- 3) Métodos Instrumentales de Análisis
Willard, H., Hobart
Novena Edición
Editorial Continental, S.A.
Estados Unidos
1977.
- 4) Organic Chemistry
Morrison Robert y Boyd Robert Neilson
Segunda Edición
Allyn and Bacon, Inc.
Boston
1971.
- 5) Química Inorgánica Avanzada
Cotton, Albert, F. y Wilkinson Geoffrey
Segunda Edición
Editorial Limusa- Wiley, S.A.
México
1973.
- 6) Curso de Química Descriptiva
(Inorgánica y Orgánica)
Modesto Bargalló
Primera Edición
Editorial Marín, S.A.
México, D.F.
1959
- 7) Química General Moderna
Babor, Joseph y José Ibarz Aznarez
Cuarta Edición
Editorial Nacional
México, D.F.
1962.
- 8) Enciclopedia de Tecnología Química
Raymond, E. Kirk y Othmer, F. Donal
Tomo 4,5,6
Primera Edición
Editorial Hispano- Americano.
México.
1966.
- 9) Encyclopedia of Industrial Chemical Analysis
Snell Ettre
Vol 14.

Wiley & Sons, Inc.
Toronto
1973.

- 10) Colorimetric Determination of traces of metals.
Sandell, E.B.
Tercera Edición
Interscience Publishers Inc.
London
1959.
- 11) Química General
Morace, G., John Jr.
Primera Edición
Editorial Hispano Americano.
Buenos Aires.
- 12) Química Básica.
Bailor, C.
Primera Edición
Editorial Alhambra, S.A.
Buenos Aires
1968.
- 13) Elementary Quantitative Analysis
Theory and Practice.
Blaedel, W.J. and Meloche, V.W.
A Harper International
Tokyo. 1965.
- 14) Química Inorgánica Preparativa
Brawer, G.
Editorial Reverté, S.A.
México
1958.
- 15) Química Fundamental
Donald- H Adreus
Editorial Limusa- Wiley, S.A.
México.
1964.
- 16) Química Inorgánica Elemental
Clemente Juárez y Contreras
Instituto Politécnico y Prolongación Carpio
México
1965.

Revistas; y Libros:

- 60) R. Herrmann, Flammenphotometric, Springer - Verlag, Berlin, 1956
p. 192.
- 61) G. Beck, Mikrochim Acta 2, 287 (1937).
- 62) H. Irving and F.J.C. Rossotti, J. Chem. Soc. 1955, (1938).
- 63) G.H. Morrison and H. Freiser, Solvent Extraction in Analytical
Chemistry, John Wiley & Sons, Inc. , New York (1957).
- 64) H.M. Irving and F.J.C. Rossotti, Analyst 77,801 (1952).
- 65) C.L. Wilson and D.L. Wilson, eds., Comprehensive Analytical Che--
mistry, Vol 1, Elsevier Publishing Co.,London, 1962, p.121.
- 66) H. Terry and J. Thabit, J. Chem. Soc. 1957, 3064.
- 67) F.J. Welcher, The Analytical Uses of Ethylenediamine Tetraacetic
Acid, Van Nostrand Co., Princeton, N.J., 1958.

- 68) R. Belcher, A.J. Nutten, and W.F. Stephen, *J. Chem. Soc.* 1951, -- 3444.
- 69) T. Matsumae, *Bunseki Kagaku* 8, 97 (1959).
- 70) J.W. Sharp, in *Methods for Emission Spectrochemical Analysis*, 5 th ed., American Society for Testing and Materials, Philadelphia, Pa., -- 1968; E2SM6-14.
- 71) ASTM E 117-64, *Standard Method for Spectrochemical Analysis of Pig Lead*, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, Pa., -- 1969.
- 72) A.J. Lincoln and J. Kohler, in Ref. 70.
- 73) G.E. Crawley, Jr., in Ref. 70.
- 74) H.M. Hyman, in Ref. 70.
- 75) C.J. Mitchell, *Can. Spectrosc.* 12 (1967).
- 76) D.I. Walter and O.R. Gates, "Alloys, Nonferrous", in F.J. Welcher, ed., *Standard Methods of Chemical Analysis*, Vol IIIA 6 th ed., D. Van Nostrand Co., Princeton, N.J., 1966, p.1764.
- 77) J.E. Allan, *Spectrochim. Acta* 18, 259 (1962).
- 78) W.W. Meinke and R.E. Anderson, *Anal. Chem.* 25, 778 (1953).
- 79) A.A. Smales, J. Van R. Smit, and H. Irving, *Analyst* 82, 539 (1957)
- 80) J. Morris and C.J. Mitchell, in Ref. 70; E2SM6-23.
- 81) M. Morris and C.J. Mitchell, in Ref. 70; E2SM6-27.
- 82) E.K. Joycox, in Ref. 70; E2SM6-22.
- 83) *Tablas of Spectral Line Intensities*, National Bureau of Standards Monograph, Parts 1 and 11, U.S. Dept. of Commerce, Washington, D.C., -- 1961.
- 84) J.K. Fogo and M. Popowsky, *Anal. Chem.* 21, 732 (1949).
- 85) C.R. Luke, *Anal. Chem.* 21, 1369 (1949).
- 86) C.M. Johnson and H. Nishita, *Anal. Chem.* 21, 736 (1952).
- 87) M.S. Budd and H.A. Bewick, *Anal. Chim.* 21, 1536 (1952).
- 88) W. Hume-Rothery, *J. Inst. Metals* 35, 295 (1926).
- 89) A.N. Campbell and W.F. Reynolds, *Can. J. Chem.* 40, 37 (1962).
- 90) " " *Can. J. Chem.* 33, 511 (1955).
- 91) " " *J. Am. Chem. Soc.* 74, 1962 (1952).
- 92) E. Grebhardt and M. Dreher, *Z. Metallk.* 43, 357 (1952).
- 93) W. Koster and B. Thoma, *Z. Metallk.* 46, 293 (1955).
- 94) C.H. Shih and E.A. Peretti, *Trans. Am. Soc. Metals*, 48, 706 (1956).
- 95) E.A. Peretti, *J. Am. Chem. Soc.* 78, 5745 (1956).
- 96) E.A. Peretti, *Constitution of Indium Alloy Systems*, Indium Corporation of America, New York, 1956.
- 97) M. Shafer and K. Weiser, *J. Phys. Chem.* 61, 1424 (1957).
- 98) M. Hansen and K. Anderko, *Constitution of Binary Alloy*, 2nd ed., - McGraw-Hill Book Co., New York, 1958.
- 99) V.M. Sergeva and E. Shtrum, *Sov. Phys. Tech.* 2, 2507 (1957).
- 100) V.A. Geiderikh and Ya.I. Gerasimov, *Dokl. Akad. Nauk USSR*, 163 - (1966).

- 101) M. Sweydlow, Res. Rev. Office of Aerospace Res., U.S. Airforce, 11, 1963, p.6.
- 102) D.P. Enwright, Navord Report 6024, U.S. Naval Ordnance Lab., Maryland, 1958.
- 103) M.C. Steele, J. Phys. Chem. Solids. 9, 93 (1959).
- 104) R.R. Grinstead and D.M. Yost, Phys. Rev. 75, 984 (1949).
- 105) N. Kumar and K.P. Sinha, Ind. J. Phys. 40, 62 (1966).
- 106) B. Coles, W. Hume-Rothery, and H.P. Myers, Metals Rev. 22, 30 (1949)
- 107) T. Hirone, T. Kaneko, and K. Kondo, Proc. Inter. Conf. Physics, 1st, Tucson, Arizona, 1965, p. 298.
- 108) N.E. Woldman, Engineering Alloys, Reinhold Publishing Corp., New York, 1962.
- 109) R.C. Weast, ed., Handbook of Chemistry and Physics, 50 th ed., Chemical Rubber Publishing Co., Cleveland, Ohio, 1969, p. F-18.
- 110) L. Moser and F. Siegmann, Monatshefte Chemie 55, 14 (1930).
- 111) W.R. Scholler and A.R. Powell, The Analysis of Minerals and Ores of Rarer Elements, 3rd ed., Charles Grittin and Co., Ltd., London, ---
- 112) B. Ya. Kaplan, I.A. Sorokovskaya, and G.A. Smirnova, Zavod. Lab. 28, 1118 (1962).
- 113) S. Neciu and M. Aurelian, Revta. Chim. 17, 357 (1966).
- 114) A. Strasheim, F.W.E. Strelow, and L.R.P. Butler, J.S. African -- Chem. Inst. 13, 73 (1960).
- 115) H.L. Kahn, J. Metals, 18, 1101 (1966).
- 116) G. Brauner, Handbook of Preparative Inorganic Chemistry, Vol. 1, 2nd ed., Academic Press, New York, 1963.
- 117) V. Suk and M. Malat, Chemist- Analyst 45, 30 (1956).
- 118) H. Flashka and F. Huditz, Z. Anal. Chem. 137, 172 (1952).
- 119) R. Pribil and V. Vesely, Chemist- Analyst 54, 12 (1965).
- 120) P.H. Keck, A.L. MacDonald, and J.W. Mellichamp. Anal. Chem. 28 - 995 (1956).
- 121) I.B. Borovskii, A.N. Shteinberg, and V.V. Bugulova, Tr. Inst. Met Akad. Nauk SSSR, 283 (1958).
- 122) H. Caldaru. Rev. Chim. Bucharest 14, 39 (1963).
- 123) R.L. Rupp and G.H. Morrison, U.S. Government Report AFCRL-62-130 1960.
- 124) G.H. Morrison, R.L. Rupp, and G.L. Klecak, Anal. Chem. 32, 933 - (1960).
- 125) C.E. Jones, D. Andrychuk, and J.F. Massengale, Pittsburgh Conf - on Anal. Chem. and Appl. Spectroscopy, 1961.
- 126) V.J. Jennings, Analyst 85, 62 (1960).
- 127) S.I. Sinyakova, A.G. Dudareva, I.V. Markova, and I.N. Talalaeva, Zhur. Anal. Khim. 18, 377 (1963).
- 128) R.D. Craig, G.A. Errock, and J.D. Waldron, Advances in Mass Spectrometry, Pergamon Press, London, 1959.
- 129) R. Brown, R.D. Craing, J.A. James, and C.M. Wilson, Ultrapurification of Semiconductor Materials, MacMillan and Co., New York, 1962.

130) R. Brown, R.D. Craing, and R.M. Elliot, Advances in Masa Spectrometry, Vol. 2, Pergamon Press, Oxford, 1963.

131) J.P. Cali, Trace Analysis of Semiconductor Material, Pergamon Press, Oxford, 1964.

TESIS CRUZ
Perú Núm. 115 Acc. 1
México 1, D. F.
Tel. 5-26-89-23