

33
21



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO.**

FACULTAD DE QUIMICA



**EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA**

**IDENTIFICACION, CLASIFICACION Y MANEJO DE
LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL ANALISIS
DE MATERIAS PRIMAS DE LA ASIGNATURA DE
ANALISIS DE MEDICAMENTOS (E.P.)**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
QUIMICA FARMACEUTICO-BIOLOGICA.**

P R E S E N T A :

ARACELI GARCIA AGUIRRE



MEXICO, D.F.

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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).

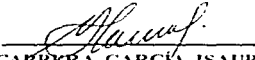
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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

Jurado asignado:

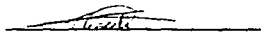
Presidente	Prof. CARRERA GARCÍA ISAURA LUISA
Vocal	Prof. MORA-TOVAR Y CHAVEZ ROSA LORENIA
Secretario	Prof. MAYA RUÍZ GEORGINA MARGARITA
1er. suplente	Prof. JIMENEZ ARELLANES MARÍA ADELINA
2do. suplente	Prof. RODRIGUEZ SAENZ RICARDO

Sitio donde se desarrolló el tema: Lab. 1-E del Edificio A. Facultad de Química.

Nombre completo y firma del asesor del tema:


Q.F.B. CARRERA GARCÍA ISAURA LUISA

Nombre completo y firma del sustentante:


GARCÍA AGUIRRE ARACELI

ÍNDICE

Capítulo 1	
Introducción	1
Objetivo General	3
Capítulo 2	
Antecedentes	4
2.1 Aspectos legales	5
2.2 Etapas de interacción de los residuos peligrosos en el organismo	9
2.3 Estrategia de manejo y eliminación de los residuos peligrosos	10
Reduccion, tratamiento y destoxificación	11
Disposicion final de los residuos peligrosos	12
Recomendaciones para el manejo de reactivos	14
Capítulo 3	
Metodología	15
3.1 Esquema de trabajo	16
3.2 Origen, inventario y propuesta para el tratamiento de los residuos generados	17
3.2.1 Análisis de Ácido acetilsalicílico (materia prima)	17
I. Ensayos de identidad	17
II. Metales pesados	22
III. Cloruros	24
IV. Sulfatos	26
V. Ácido salicílico	28
VI. Valoración	30
3.2.2 Ampicilina trihidratada (materia prima)	
Determinación de agua por el método. Karl -Fisher	33
3.2.3 Cloruro de sodio (materia prima)	
Prueba limite de arsénico	36
Conclusiones	39

Anexo A

Cálculos analíticos	40
3.2.1 Análisis de Ácido acetilsalicílico	
I. Ensayos de identidad	41
II. Metales pesados	42
III. Cloruros	43
IV. Sulfatos	44
V. Ácido Salicílico	45
VI. Valoración	46
3.2.2 Ampicilina trihidratada	
Determinación de agua por el método: Karl-Fisher	47
3.2.3 Cloruro de sodio	
Prueba límite de arsénico	48

Anexo B

Información fisicoquímica y toxicológica de los residuos	50
Acético, ácido	51
Acetona	52
Amonio, sulfato de	53
Amonio, sulfato férrico de	54
Ampicilina trihidratada	55
Arsénico y compuestos arsenicales	56
Azufre	57
Bario, cloruro de	58
Bario, sulfato de	59
Clorhídrico, ácido	60
Estaño (IV), cloruro de	61
Etilico, alcohol	62
Etilo, acetato de	63
Fenoltaleína	64
Metílico, alcohol	65
Nítrico, ácido	66
Piridina	67
Plata, cloruro de	68
Plata, nitrato de	69
Plomo, acetato de	70
Plomo, sulfuro de	71

ÍNDICE

Potasio, yoduro de	72
Salicílico, ácido	73
Sodio dihidratado, tartrato de	74
Sodio, sulfato de	75
Sulfúrico, ácido	76
Yodo	77
Zinc, cloruro de	78
Anexo C	
Clave CRETIB	79
Anexo D	
Materiales peligrosos. Etiquetas de advertencia	82
Anexo E	
Etiquetas de identificación de peligros	89
Anexo F	
Manejo y disposición de sustancias químicas en el laboratorio	92
Referencias Bibliográficas	98

Agradezco a Dios por haber terminado este trabajo.

A mi mamá que se encuentra en el cielo y la recuerdo con todo mi amor y cariño
Cecilia

A mis padres por su confianza, apoyo, cariño y todo lo que han hecho por mí
Carmela y Ehas

A mis hermanos por su apoyo y confianza:
Alicia, Maricela y Rosalio

A mis abuelitos, que quiero mucho:
Guadalupe y Toribio

A mis tíos

A mis amigas y compañeras con quien compartí grandes momentos en la universidad.

A la prof. Isaura Luisa Carrera García por la aceptación, asesoría, apoyo y dedicación para la realización de este trabajo

A los prof(s) del jurado por su participación, en la orientación, revisión y corrección del desarrollo del tema
Rosa Lorena Mora-Tovar y Chavez.
Georgina Margarita Maya Ruiz.
María Adelina Jiménez Arellanes.
Ricardo Rodríguez Saenz.

Gracias.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1**INTRODUCCIÓN**

Uno de los grandes problemas ambientales que enfrenta el país es el inadecuado manejo y disposición final de los residuos industriales peligrosos.

Gran parte de los residuos peligrosos provienen de diferentes de industrias como: metalúrgica, química, plaguicida, agrícola, extractivas (como minera y petrolera) y automotriz.⁽¹⁾

Existen otras fuentes de residuos peligrosos no necesariamente industriales, como: hospitales clínicos, laboratorios de investigación y laboratorios de enseñanza, entre otros, que pueden afectar la salud y al medio ambiente.

La peligrosidad de los residuos depende de sus propiedades fisicoquímicas y toxicológicas, tanto para los seres vivos como para el ambiente.

Hoy en día existen normas que regulan y controlan los materiales peligrosos, las cuales tienen como objetivos reducir su generación y dar un tratamiento y disposición final adecuados. Estas normas, además, han contribuido a promover los avances tecnológicos tanto de los procesos de producción, para reducir la producción de los residuos peligrosos en la fuente, como de las tecnologías para recuperar, reciclar, tratar o eliminar los residuos generados.⁽¹⁾

A pesar de las normas establecidas, el problema aún no está resuelto, pues intervienen varios aspectos para su cumplimiento como son económicos, legales, políticos, tecnológicos y sociales. Por ello, el éxito de reducción de los contaminantes radica en la consideración conjunta de todos estos factores.

Es importante señalar que existe participación de la UNAM en la búsqueda de soluciones para reducir la contaminación realizando programas para el mejoramiento del medio ambiente; por ejemplo, el manejo de residuos peligrosos, manejo de residuos sólidos, manejo adecuado del agua, uso eficiente de la energía y mejoramiento de áreas verdes.

Este documento tiene como propósito: señalar, clasificar, calcular la cantidad y proponer el manejo adecuado de los residuos que se generan en el análisis de materias primas que se analizan en las prácticas de la asignatura de Análisis de Medicamentos (E.P.).

1.2**OBJETIVO GENERAL**

Conocer específicamente el tipo y las cantidades de los residuos generados en los análisis de las materias primas de la asignatura de Análisis de Medicamentos (elave 1846); clasificarlos de acuerdo con las propiedades fisicoquímicas y toxicológicas y proponer un mecanismo para el manejo adecuado de los mismos.

Por lo que se procederá a realizar las siguientes acciones:

- a) Determinar cuáles son los residuos que se generan, en el análisis de materias primas que se efectúan en la materia de Análisis de Medicamentos (1846) de la carrera de Q.F.B.
- b) Clasificarlos de acuerdo a su peligrosidad, (CRETIB) ⁽¹⁾.
- c) Calcular la cantidad que se genera de cada uno por procedimiento, según la metodología farmacopeica utilizada.
- d) Proponer un mecanismo para el manejo adecuado (que involucre el tratamiento y disposición final), ⁽²⁾ de acuerdo a sus propiedades fisicoquímicas y toxicológicas.

Como resultado de las acciones se obtendrán los siguientes beneficios

- e) Enriquecer la formación de los estudiantes al proporcionarles un enfoque encaminado al cuidado del medio ambiente.
- f) Reforzar las acciones que le permiten al alumno tener conciencia de que la seguridad e higiene en el laboratorio es su responsabilidad.
- g) Contribuir a resolver el problema de manejo de residuos del Departamento de Farmacia.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES

2.1**ASPECTOS LEGALES**

La autoridad responsable de establecer las políticas y regulaciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico, es el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la responsable de verificar su cumplimiento, es la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), ambas dependencias son órganos de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).

La política que se ha adoptado en la materia, da prioridad a la reducción de los residuos en la fuente, mediante el uso de tecnologías limpias, en segunda al reciclaje; a los tratamientos físicos, químicos y biológicos; a la incineración y, por último, al confinamiento controlado.⁽¹⁾

La Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) publicada el 28 de enero de 1988, define en su título I, artículo 3º, fracción XXXII a los residuos peligrosos (RP) como a todos los residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológicas-infecciosas, CRETIB (Anexo C), representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.⁽²⁾

Se cuenta con un reglamento de la misma ley en materia de residuos peligrosos,⁽³⁾ en donde se regula el transporte, almacenamiento, recolección y disposición final de los RP, así como los sitios para su confinamiento.

La LGEEPA en su art. 4º, señala lo que compete a la SEDESOL:

I. Determinar y publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF) los listados de RP, así como sus actualizaciones.

II. Expedir las Normas Técnicas Ecológicas y los procedimientos para el manejo de los RP, con la participación de las siguientes secretarías: de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI); de Salud (SSA); de Energía, Minas e Industria Parastatal (SEMIP), y de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

X. Autorizar la construcción y operación de instalaciones para el tratamiento, confinamiento o eliminación de los residuos.

El art. 14 señala que para el almacenamiento y transporte de RP, el generador de los mismos deberá envasarlos de acuerdo con su estado físico, con sus características de peligrosidad, y tomando en cuenta su incompatibilidad con otros residuos.

Los arts. 15 al 18, mencionan a las condiciones que deben reunir como mínimo las áreas de almacenamiento.

El art. 52, se refiere a la autorización para la importación de RP cuando se tenga por objeto su reciclaje o reuso en el territorio nacional.

El art. 53, se refiere a la autorización para la exportación de RP cuyo único objeto sea su disposición final en el extranjero.

El art. 55 señala que los RP generados en los procesos de producción, transformación y elaboración bajo régimen de maquila en los que utilicen materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal, deberán ser retornados al país de procedencia.

Para complementar las disposiciones reglamentarias, se han elaborado siete Normas Oficiales Mexicanas (NOM's), que contienen la clasificación y listados de RP; descripción de pruebas para determinar constituyentes tóxicos o determinar la incompatibilidad entre ellos; los requisitos para ubicar, diseñar, construir y operar confinamientos controlados.⁽¹⁾

La Secretaría de Salud (SSA), de acuerdo con la Ley General de Salud, tiene competencia para establecer normas para el uso y manejo de sustancias químicas, con el objeto de reducir los riesgos a la salud del personal ocupacionalmente expuesto.

Aunado a ello, es responsable de dictaminar los límites máximos permisibles de exposición de un trabajador a contaminantes y coordinar y realizar estudios de toxicología al respecto, además, de ejercer el control sanitario sobre los establecimientos en que se realicen actividades ocupacionales, en particular, de aquellos de alto riesgo.⁽²⁾

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) publicó el 21 de enero de 1997 en el DOF el Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo,⁽³⁾ donde señala las disposiciones generales y obligaciones de los patrones y trabajadores; las condiciones de seguridad de edificios y locales; prevención, protección y combate de incendios; del equipo, maquinaria, recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas; de las instalaciones eléctricas; de las herramientas; del manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

Con respecto a las condiciones de seguridad del manejo, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas, título 2º, capítulo 6º:

El art. 54 señala, que el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, deberá realizarse en condiciones técnicas de seguridad para prevenir y evitar daños a la vida y salud de los trabajadores, así como al centro de trabajo.

El art. 55 menciona, los requerimientos de seguridad e higiene para el manejo, transporte, proceso y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo, deberán estar incluidos en el programa de seguridad e higiene y será responsabilidad del patrón hacerlos del conocimiento de los trabajadores por escrito.

El art. 60 establece que, cuando el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, se realicen en forma manual, el patrón estará obligado a realizar un estudio de estas actividades, a fin de determinar el equipo de transporte y de protección personal adecuados que debe proporcionar a los trabajadores.

El art. 63 establece que, el patrón deberá elaborar y difundir entre los trabajadores, las hojas de datos de seguridad de las sustancias peligrosas que se manejen en el centro de trabajo.

El art. 73 señala que, en los centros de trabajo donde existan áreas en las que se encuentren sustancias inflamables, combustibles o explosivas, se deberán colocar señales y avisos en lugares visibles, que indiquen la prohibición de fumar, introducir fósforos.

En el mismo documento también se señalan las condiciones de higiene de: ruido y vibraciones; radiaciones ionizantes y electromagnéticas no ionizantes; sustancias químicas contaminantes sólidas, líquidas o gaseosas; agentes contaminantes biológicos; presiones ambientales anormales; condiciones térmicas del medio ambiente de trabajo; iluminación; ventilación; equipo de protección personal; ergonomía, del orden y de la limpieza.

Establece la creación de organizaciones de la seguridad e higiene en el trabajo, así como comisiones de seguridad e higiene en el trabajo, en donde el patrón estará obligado a dar avisos y proporcionar estadísticas, tanto a la STPS como a los trabajadores de accidentes y enfermedades de trabajo.

El patrón estará obligado a elaborar programas de seguridad e higiene en el trabajo, a dar capacitación a los trabajadores y proporcionar los servicios preventivos de medicina del trabajo.

En concordancia con la LGEEPA, así como las leyes de Vías Generales de Comunicación y de Salud, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) publicó el 7 de abril de 1993 en el DOF el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y RP⁽¹⁾ en donde describe y clasifica las sustancias peligrosas en clases, con base en sus características físicas y químicas; establece los requisitos que deben cumplir todo envase y embalaje que sea utilizado para el transporte terrestre. Señala la forma y los datos que deben contener las etiquetas para identificarlos; características, especificaciones, técnicas así como el equipo de control y de emergencia con el que debe contar todo vehículo motorizado y unidad de arrastre usado para trasladar sustancias y/o RP, letreros visibles, leyendas y símbolos que así lo identifiquen. **Anexo D y E.**

En el mismo documento se establecen las responsabilidades y obligaciones tanto del expedidor como el destinatario de los cargamentos de RP y los que debe portar el transporte.

La SCT publicó el 5 de noviembre de 1993 en el DOF los proyectos de las NOM's que regulan aspectos técnicos del transporte de los RP,⁽¹⁾ donde señalan las características de las etiquetas de envases y embalajes; los sistemas de identificación de unidades destinadas al transporte terrestre; información de emergencia en transportación; revisión ocular diaria de la unidad destinada al autotransporte; envases y embalajes; inspección de equipo de arrastre ferroviario y compatibilidad para el almacenamiento y transporte de materiales peligrosos de la clase I (explosivos). **Anexo D.**

En la actualidad existen Estándares Internacionales ⁽⁶⁾ para el cuidado ambiental, los cuales especifican los requerimientos que deben cumplirse para establecer un sistema administrativo ambiental.

Debe formularse una política ambiental, cuyos objetivos consideren los requerimientos legales y la información que exista acerca del significado del impacto ambiental.

Asimismo se requiere establecer grupos de capacitación en el área, que consideren los aspectos de: comunicación, conciencia, responsabilidad y disciplina.

Por último, considerar los aspectos relativos al control de documentos y de operación, emergencia, prevención y tratamiento, monitoreo, registro, auditorías y revisión administrativas.

El Estándar Internacional se aplica solo a organizaciones que deseen:

- a) Implementar, mantener y mejorar un sistema administrativo ambiental.
- b) Asegurar que se respete la política ambiental.
- c) Buscar certificación registro del sistema administrativo ambiental por una organización externa.

Para lograr el objetivo del cuidado ambiental, el sistema administrativo ambiental estimulara a las organizaciones para que evalúen la implementación de la mejor tecnología disponible.

Estas organizaciones requieren de guías generales sobre publicaciones del sistema administrativo ambiental, las cuales se publican en ISO 14001.

El objetivo de todos los estándares, es ayudar a mantener la protección ambiental y prevención de contaminantes en balance con necesidades socioeconómicas.

2.2 ETAPAS DE INTERACCIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS EN EL ORGANISMO⁽¹⁾

Se define como tóxico a toda sustancia o residuo para el cual se ha encontrado que la exposición de seres humanos incluso a dosis bajas es fatal, o bien que al ser inhalado, ingerido o al ingresar al organismo a través de la piel puede provocar efectos agudos o crónicos, incluyendo cáncer.

Las etapas son:

Exposición : se considera que un individuo está expuesto cuando el RP se encuentra en la vecindad inmediata de las vías de ingreso al organismo (respiratoria (inhalación), tegumentaria (piel y las mucosas) y gastrointestinal (ingestión)).

Absorción : consiste en el paso del RP, a través de las membranas biológicas correspondientes, a la circulación sistémica. En la sangre las sustancias que lo componen se solubilizan en el plasma y o se unen a las proteínas plasmáticas o a los glóbulos rojos.

Distribución : corresponde a la fase en la cual el RP es distribuido por la sangre a los tejidos corporales para luego ser metabolizados, retenidos o excretados.

Eliminación : ocurre ya sea por excreción urinaria y/o fecal y por biotransformación. Generalmente el metabolismo tiende a generar sustancias menos activas y fácilmente excretables.

Acumulación : de acuerdo con las características físico-químicas del RP, o de las sustancias que lo componen, puede llegar a fijarse en ciertos tejidos y acumularse en ellos e interactuar con las macromoléculas celulares.

La evaluación de la exposición corresponde a la estimación cualitativa o cuantitativa de la dosis (cantidad de sustancia que ingresa al organismo), frecuencia, duración y ruta a través de la cual se produce la exposición.

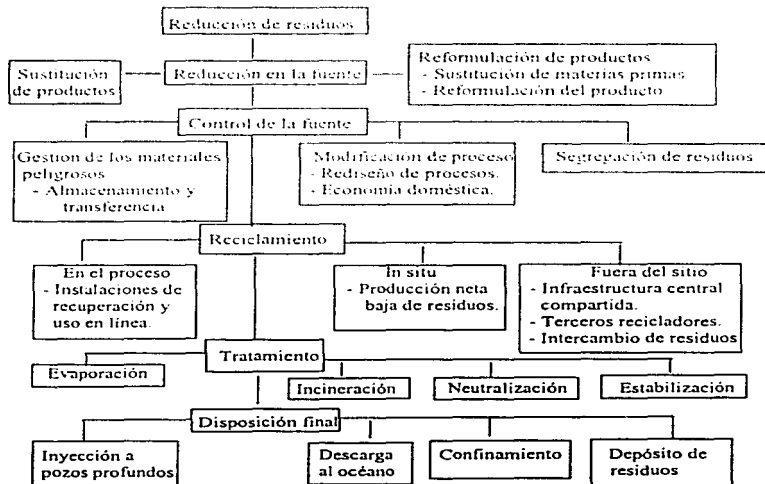
2.3

**ESTRATEGIA DE MANEJO Y ELIMINACIÓN
DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS**

- rubros: a) Las alternativas tecnológicas para administrar los RP pueden agruparse en tres:
- las que persiguen reducir su generación;
 - las enfocadas a disminuir su peligrosidad mediante diversos tratamientos;
 - las empleadas para su disposición final.
- Figura 1.1

FASES DE LA ADMINISTRACIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

Figura 1.1



REDUCCIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS ⁽¹⁾

Las medidas adoptadas para reducir los RP comprenden cuatro tipos de acciones:

1. Modificación de procesos.
2. Sustitución de productos.
3. Recuperación y reciclaje.
4. Segregación en la fuente.

Las dos primeras constituyen las mejores opciones, en la medida en que reducen al máximo la generación de los residuos en la fuente.

TRATAMIENTO Y DESTOXIFICACIÓN ⁽¹⁾

Entre las tecnologías disponibles para el tratamiento y destoxificación de los RP se encuentran el tratamiento térmico -incineración o pirólisis -, biológico o químico.

♦ **Tratamientos térmicos**

La incineración se lleva a cabo en presencia de oxígeno, en tanto que la pirólisis se realiza en ausencia de oxígeno.

Los procesos de incineración producen dióxido de carbono, agua y cenizas inorgánicas, mientras que en la pirólisis se obtienen sustancias resultantes de la ruptura térmica de las moléculas iniciales y se requiere de equipo más especializado.

El tratamiento térmico ofrece como ventajas que induce cambios permanentes en los RP; reduce su volumen considerablemente y permite la recuperación de energía, ya que es posible obtener importantes cantidades de vapor a alta presión, a partir de lo cual se puede generar calor o electricidad.

♦ **Tratamientos biológicos**

Se aplican a RP cuya toxicidad no es letal para los microorganismos. Ej.:

- Lodos activados
- Lagunas de aireación
- Filtros
- Biocontactadores
- Lagunas de estabilización
- Digestores anaeróbicos
- Esparcimiento en suelos agrícolas
- Compostaje

- **Tratamientos químicos**

Se basan en la modificación química de las propiedades de los RP; con lo cual las sustancias se convierten en no tóxicas o disminuyen su toxicidad y su solubilidad en el agua se reduce, por ejemplo: oxidación de los cianuros, precipitación de metales pesados, neutralización ácida, etc.

DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

Los materiales resultantes del tratamiento de los RP, así como los residuos que puedan ser eliminados sin tratamiento previo de destoxificación han sido dispuestos en confinamientos tales como cementerios industriales, lagunas superficiales, pozos profundos, minas abandonadas o en el mar. Sin embargo, no existe ningún método de confinamiento totalmente seguro y en todos los casos se requiere evaluar previamente los posibles impactos ambientales y seleccionar con propiedad los sitios para disponer de los residuos.

Se deben realizar estudios de monitoreo ambiental biológico en las zonas destinadas al confinamiento de RP, para conocer el estado previo del ecosistema y después del depósito para determinar si se presentan cambios en éste por la presencia de los residuos.⁽¹⁾

Para la disposición de sustancias químicas, se aconseja precipitar los catiónes tóxicos o los aniones peligrosos de soluciones para facilitar posteriormente su recuperación o disposición.⁽²⁾ **Anexo E.**

Para que los residuos de laboratorio se puedan eliminar de una forma correcta es necesario⁽³⁾ tener recipientes de tipo y tamaño adecuados para recogerlos.

Los recipientes colectores deben ser cerrados en forma hermética, deben ser de material estable y según el caso, deben ser combustibles. Deben colocarse en un lugar que esté bien ventilado para evitar la formación de mezclas inflamables y evitar que se excedan las concentraciones límites de sustancias nocivas para el lugar de trabajo. También tienen que estar bien cerrados para descartar al máximo un daño a la salud, especialmente debido a los disolventes en proceso de evaporación.

Para eliminar los residuos de laboratorio deberían recogerse en tipos de recipientes según el material del que están hechos y luego según el tipo de residuos que pueden contener.

Los recipientes colectores deben caracterizarse claramente de acuerdo con su contenido, lo cual implica colocar símbolos de peligrosidad.

Se recomienda la utilización de los recipientes según el material y residuos peligrosos que pueden contener:

- A : Disolventes orgánicos y soluciones de sustancias orgánicas que no contengan halógenos.
- B : Disolventes orgánicos y disoluciones de sustancias orgánicas que contengan halógenos.
- C : Residuos sólidos de productos químicos de laboratorio orgánico empaquetados de forma segura en bolsas o frascos de plástico o en barriles originales del fabricante
- D : Soluciones salinas, en este recipiente hay que ajustar un valor de pH de 6 a 8
- E : Residuos inorgánicos tóxicos, así como de sales de metales pesados y sus soluciones en empaquetado resistente a la rotura cerrado firmemente, con caracterización visible de forma clara y duradera.
- F : Compuestos combustibles tóxicos en barriles resistentes a la rotura, cerrados en forma hermética con indicación claramente visibles de las sustancias contenidas
- G : Mercurio y residuos de sales de mercurio inorgánicas
- H : Residuos de sales metálicas regenerables, cada metal debe recogerse por separado
- I : Sólidos inorgánicos

En los recipientes tipo C, E, F, I se colocan los residuos en envases separados, de ser posible de plástico resistente a la rotura. Para protegerse de los daños por rotura en el transporte, hay que utilizar un material de amortiguamiento adecuado (p. Ej. Vermiculita).

En el aspecto de seguridad en el almacenamiento, no sólo se entiende el uso por parte del fabricante del material de empaque adecuado y comprobado, sino que también por parte del usuario deben cumplirse obligaciones y recomendaciones para el almacenamiento de productos químicos peligrosos, de tal forma que se reduzca el riesgo de peligrosidad.

El riesgo potencial que conlleva el almacenamiento de reactivos y productos químicos, depende no sólo de la cantidad almacenada sino de su peligrosidad.

Por lo cual, de acuerdo a la metodología aplicada al manejo de los residuos, todas las clases de residuos generados deberán estar separados para su acumulación y almacenamiento temporal, así como transportarlos y disponer de ellos adecuadamente.

Los contenedores deberán estar detalladamente etiquetados con la siguiente información: fecha, nombre del laboratorio, tipo de residuo, etc.; para tener un control de los residuos generados y facilitar su clasificación para su tratamiento posterior.

RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE REACTIVOS ⁽¹⁹⁾

- El manejo de sustancias peligrosas debe ser reservado solo a personal calificado.
- Usar bata de algodón, porque de otro material, arde con facilidad. .
- Al trabajar emplee siempre gafas y si es posible guantes
- Todo trabajo debe realizarse, hasta donde sea posible, en campanas de extracción o en cuartos con muy buena ventilación.
- Conocer los riesgos que implica las sustancias químicas con que se trabaja.
- Evitar el contacto con ojos, piel y mucosas.
En caso de salpicaduras en la piel, limpiar con un trapo seco y limpio, luego lavar con suficiente agua fría seguido de agua caliente y jabón. Nunca con solventes orgánicos, éstos pueden ser absorbidos por la piel
- Cuando se salpique los ojos, lavar con suficiente agua, con los dedos abrir los párpados y mover en todas direcciones. Acudir inmediatamente a un oftalmólogo.
- Verificar que está empleando la sustancia química apropiada.
- Nunca dejar frascos de reactivos sin rotular
- Etiquetar correctamente los reactivos preparados en el laboratorio, con los siguientes datos:
 - Nombre y concentración del reactivo
 - Fecha de preparación
 - Nombre de quien lo preparó
 - Letrero de prevención, como veneno, radioactivo, etc.
- Los reactivos se deben almacenar adecuadamente, según su naturaleza química.
- Desechar todo el material de vidrio o porcelana estrellado o roto.
- Los reactivos que carezcan de indicaciones de precaución deben ser manejados con el mismo cuidado que se manejan sustancias tóxicas.
- Aislar los reactivos de fuentes de peligro.
- Comprobar que la sustancia química no ha cambiado ni en potencia, ni en composición.

CAPÍTULO 3

M E T O D O L O G Í A

- ⊗ Todo residuo que requiera incineración o confinamiento será enviado a las siguientes empresas respectivamente:

EMPRESA	ACTIVIDAD
- Ciba-Geigy de México, SA de CV.	Incineración
- Rimmsa	Confinamiento e incineración

3.1 ESQUEMA DE TRABAJO

La asignatura de Análisis de Medicamentos se imparte en el 8º semestre a estudiantes de la carrera de Q.F.B. En esta materia, se realizan prácticas en las cuales se analizan diversas materias primas de acuerdo a normas farmacopeicas, generando diferentes tipos de residuos. Por lo que se procedió a realizar el siguiente esquema de trabajo:

- 1) Revisar las monografías de los procedimientos correspondientes a algunas materias primas que se analizan durante el curso incluidas en la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM) 6ª edición.
(análisis de ácido acetil salicílico, ampicilina trihidratada y cloruro de sodio)
- 2) Plantear las reacciones químicas que se llevan a cabo en cada una de ellas..
- 3) Elaborar el diagrama de flujo de cada una de las determinaciones que se realizarán.
- 4) Señalar los residuos químicos que se generan.
- 5) Calcular la cantidad generada de cada residuo por procedimiento.
- 6) Investigar las características fisicoquímicas y toxicológicas de los residuos.
- 7) Clasificarlos de acuerdo a sus características CRETIB.
- 8) Proponer los procedimientos para el manejo adecuado (tratamiento y disposición final) de los residuos.

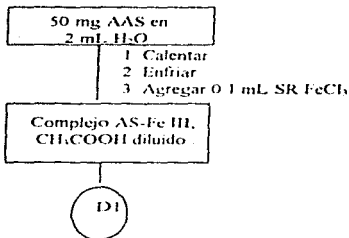
3.2

ORIGEN, INVENTARIO Y PROPUESTA PARA EL
TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS GENERADOS

3.2.1

ANÁLISIS DE ÁCIDO ACETILSALICÍLICO^(*)

1. Ensayos de identidad

PRUEBA B

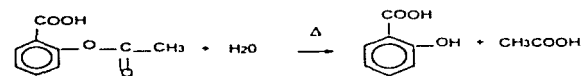
Se generan 2 mL del residuo D1 (por procedimiento) que contiene ≈ 130 mg del complejo ácido salicílico-Fe III y 0.016 mL de ácido acético. *

* Cálculos analíticos Anexo A

Propuesta para su tratamiento.

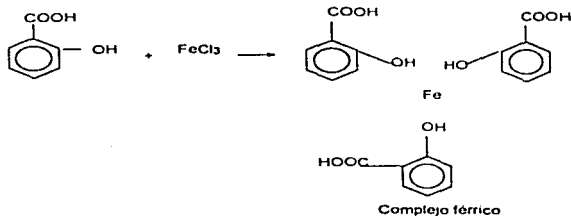
- Reunir ≈ 1000 ml. de los residuos D1 y D7.1 de todos los alumnos, en el frasco adecuado.
- Adsorber con carbón activado el complejo férrico.
- Filtrar la solución.
- Guardar el sólido para su posterior incineración ⁽¹²⁾
- Neutralizar el filtrado y desechar por el drenaje ya que contiene cantidades despreciables de CH₃COOH diluido y (NH₄)₂SO₄ (generado en D7.1 p.28).

REACCIONES ⁽¹³⁾

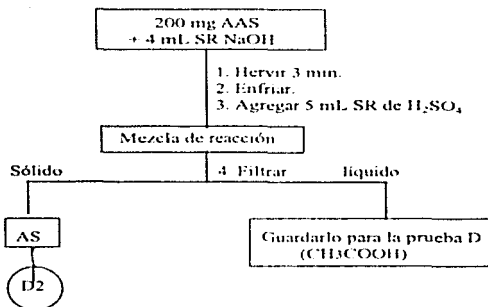


Ac. acetilsalicílico

Ac. salicílico



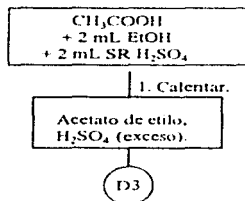
PRUEBA C



Se generan del residuo D2, ≈ 153 mg de ácido salicílico. *

* Cálculos analíticos, Anexo A.

PRUEBA D



NOTA:

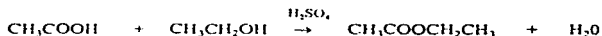
Debido a que el acetato de etilo es volátil ⁽¹⁴⁾ y sólo se genera 0.1 mL, se volatiliza rápidamente por lo que se debe operar en la campana.

Se generan 4mL del residuo D3, que contiene $\approx$ 2 mL de H₂SO₄ diluido puesto que tenemos un exceso el cual actúa como catalizador de la reacción de esterificación. ⁽¹⁶⁾

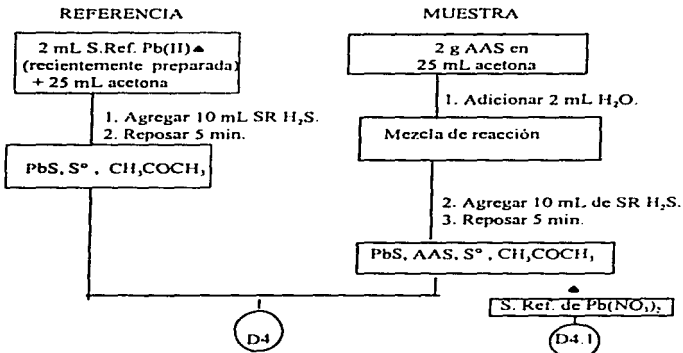
Propuesta para su tratamiento.

- Neutralizar el pH con $\approx$ 5 mL de solución 7.5 N NaOH y desechar al drenaje con abundante agua.

REACCIONES ⁽¹⁶⁾



II. Metales pesados



Se generan ≈ 80 mL (por procedimiento) del residuo D4 que contiene, ≈ 2 g AAS, 50 mL de acetona, ≈ 46 μ g de sulfuro de plomo, ≈ 78.5 mg de azufre elemental ya que las soluciones de H₂S no son estables, absorben oxígeno, ocasionando formación de azufre elemental ⁽¹⁴⁾.

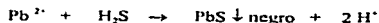
Se generan ≈ 80 mL del residuo D4.1 (suponiendo que son 10 equipos de alumnos) que contiene ≈ 1.27 mg de Pb(NO₃)₂.

* Cálculos analíticos. Anexo A.

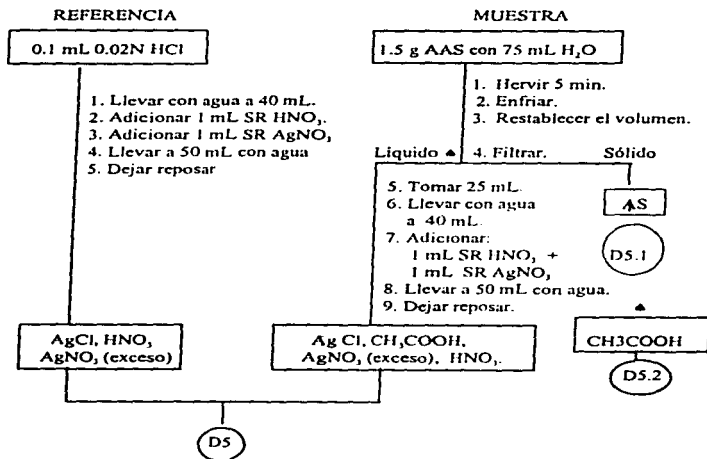
Propuesta para su tratamiento.

- Reunir los residuos químicos D4., en un envase de 1 L perfectamente cerrado y cuando se reúna ≈ 1L. proceder a filtrar, para retener el sólido (≈ 577 µg de PbS) y guardarlo para su posterior confinamiento.⁽¹²⁾
- Guardar el filtrado que contiene ≈ 625 mL de acetona, ≈ 1 g S⁰ (ó H₂S), considerando que se haya formado por la exposición al oxígeno del aire y ≈ 25 g de AAS.
- Destilar ≈ 625 mL de acetona 56.5 °C⁽¹⁴⁾ con las precauciones adecuadas para analizarla y considerar la posibilidad de reutilizarla como disolvente.
- Adicionar al residuo del destilado que contiene AAS y posiblemente S⁰ (ó H₂S) ≈ 500 mL de agua.
- Filtrar para retener el S⁰ y considerar la posibilidad de reutilizarlo.
- Calentar a ebullición para hidrolizar el AAS.
- Enfriar en baño de hielo.
- Filtrar para retener ≈ 10 g AS y reunir con D2 (p. 20).
- Neutralizar y desechar el filtrado por el drenaje ya que contiene cantidades despreciables de CH₃COOH en agua.
- Cuando se reúna ≈ 1 L del residuo D4.1, adicionar SR de H₂S hasta pH 7 para completar la precipitación del PbS.
- Filtrar el sólido y guardar para su posterior confinamiento.⁽¹²⁾
- Neutralizar el filtrado y desechar al drenaje con abundante agua.

REACCIONES ⁽¹⁷⁾



III. Cloruros



Se generan 100 mL del residuo D5, que contiene ≈ 0.6 mg de AgCl,
≈ 2 mL de AgNO₃, ≈ 0.2 mL de CH₃COOH y ≈ 2 mL de SR HNO₃.

Se generan del residuo D5.1 ≈ 1.15 g de AS.*

Se generan 25 mL del residuo D5.2 que contiene 0.48 mL de CH₃COOH

* Cálculos analíticos. Anexo A.

CAPÍTULO 3.3 ORIGIN, INVENTARIO Y PROPUESTA DE LOS RESIDUOS GENERADOS

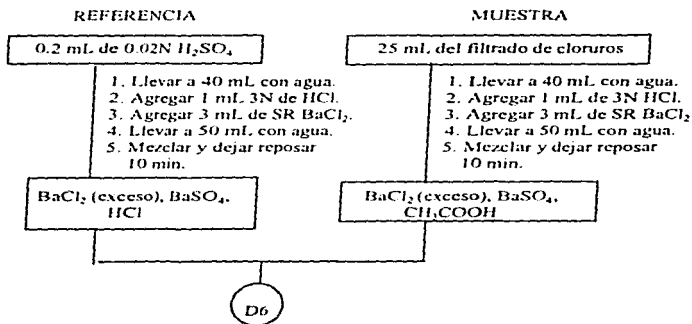
Propuesta para su tratamiento.

- Reunir los residuos químicos D5 , en el frasco adecuado.
- Agregar ≈ 0.2 mL 1N HCl, para precipitar ≈ 2 mL. de AgNO_3 remanente como AgCl.
- Filtrar la solución para retener el AgCl.
- Neutralizar el filtrado que contiene cantidades despreciables de HNO_3 , CH_3COOH y HCl con una solución 0.1N NaOH y desechar al drenaje con abundante agua.
- Lavar el AgCl varias veces con agua destilada y guardarlo para posterior recuperación de la plata o confinamiento. ⁽¹²⁾ (Anexo B).
- Reunir el residuo D5.1 que contiene AS con D2. (p. 20).
- Neutralizar el residuo D5.2 y verter al drenaje con abundante agua.

REACCIONES ⁽¹⁸⁾



IV. Sulfatos.



Se generan 100 mL de solución acuosa del residuo D6 que contiene $\approx 1\text{mg } BaSO_4$, $\approx 0.72\text{ g de } BaCl_2$, $0.16\text{ mL de } CH_3COOH$ y $\approx 2\text{ mL de solución } 3\text{ N de HCl}$.*

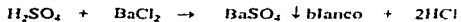
* Cálculos analíticos. Anexo A.

CAPÍTULO 3.2. ORIGEN, INVENTARIO Y PROPUESTA DE LOS RESIDUOS GENERADOS

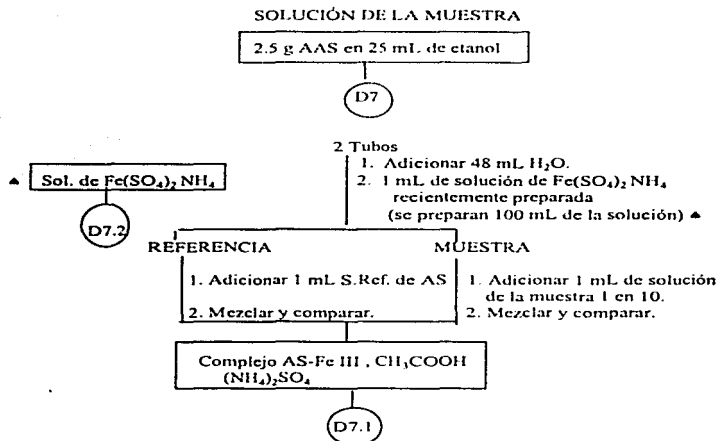
Propuesta para su tratamiento.

- Reunir los residuos químicos D6 , en el frasco adecuado
- Agregar 7 ml. 1 N de H_2SO_4 para precipitar ≈ 0.72 g de $BaCl_2$ remanente como $BaSO_4$
- Filtrar la solución, para retener el $BaSO_4$ y guardar para su posterior confinamiento. ⁽¹²⁾
- Neutralizar el filtrado el cual contiene cantidades despreciables de CH_3COOH , HCl y H_2SO_4 y desechar por el drenaje.

REACCIONES ⁽¹⁸⁾



V. Ácido salicílico



Se generan ≈ 24 mL del residuo D7, que contiene 2.4 g AAS y 24 mL de etanol.

Se generan 100 mL del residuo D7.1, que contiene ≈ 0.7 mg del complejo AS-Fe III, ≈ 0.44 mg de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ y cantidad despreciable de CH_3COOH *

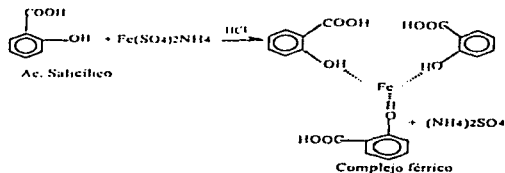
Se generan ≈ 90 mL del residuo D7.2 que contiene ≈ 1.44 mg de $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{NH}_4$ (Suponiendo que se ocupan 10 mL por grupo para hacer el análisis).

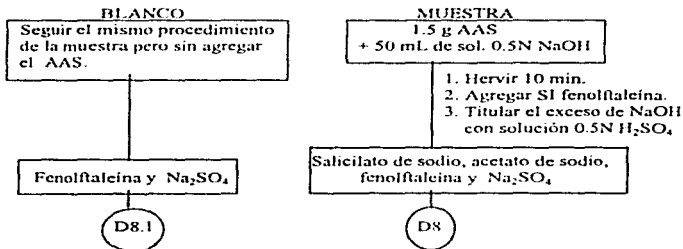
* Cálculos analíticos. Anexo A.

Propuesta para su tratamiento.

- Reunir los residuos químicos D7, en un envase de 1 L perfectamente cerrado y cuando se reúna $\approx$ 1L, proceder a destilar el etanol a $78.5^{\circ}\text{C}^{(10)}$ con las precauciones adecuadas para analizarlo y considerar la posibilidad de reutilizarlo como disolvente
- Adicionar al residuo del destilado, 500 ml. de agua
- Calentar a ebullición para hidrolizar el AAS
- Enfríar en baño de hielo.
- Filtrar para retener el AS y reunir con D2. (p. 20)
- Neutralizar el filtrado ya que contiene cantidades despreciables de CH_3COOH , y desechar al drenaje con abundante agua
- Reunir los residuos químicos D7.1 con el residuo D1. (p.18).
- Adicionar al residuo D7.2 SR de H_2S para precipitar el Fe_2S_3 , (color negro) ajustando el pH de la solución para completar la precipitación.
- Filtrar el Fe_2S_3 y guardar para su posterior confinamiento
- Destruir el exceso de sulfuro con hipoclorito de sodio
- Neutralizar la solución antes de verter al drenaje ya que contiene $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

REACCIONES ⁽¹⁰⁾



VI. Valoración
(Por duplicado)

Se generan ≈ 140 mL del residuo D8 (duplicado), que contiene ≈ 2.7 g de salicilato de sodio, 1.4 g de acetato de sodio, ≈ 1.2 g de sulfato de sodio y ≈ 4 mg de fenolftaleína ácida.

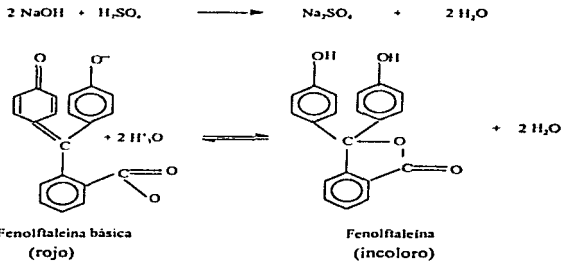
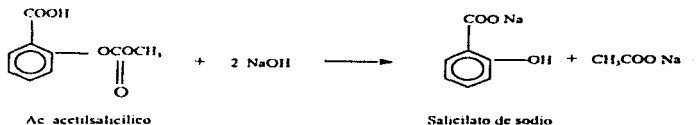
Se generan 100 mL del residuo D8.1, que contiene ≈ 1.8 g sulfato de sodio y ≈ 2 mg de fenolftaleína ácida.*

* Cálculos analíticos. Anexo A.

Propuesta para su tratamiento.

- Reunir los residuos D8 y D8.1 y acidificar con 40 mL 1 N de HCl para precipitar ≈ 2.3 g AS a partir del salicilato de sodio.
- Filtrar la solución para retener el AS y la fenoltaleína.
- Neutralizar el filtrado ya que se obtiene Na_2SO_4 y cantidades despreciables de CH_3COOH y desechar por el drenaje con abundante agua.
- Disolver el sólido con 35 mL de agua caliente.
- Filtrar para retener la fenoltaleína y guardarla para su posterior incineración.
- Enfriar el filtrado para recrystalizar el AS y reunir con D2. (p. 20).

REACCIONES ⁽²⁰⁾



3.2.2 AMPICILINA TRIHIDRATADA
DETERMINACIÓN DE AGUA POR KARL-FISHER. ⁽¹⁾

a) VALORACIÓN DEL REACTIVO
(Por duplicado)

Vaso de titulación

1. Adicionar ≈ 36 ml. de metanol R.A.
2. Eliminar el agua presente en el metanol con el reactivo de Karl Fisher (RKF).
3. Adicionar 300 mg de tartrato de sodio dihidratado.
4. Agitar y Valorar

Tartrato de sodio anhidro, CH_3OH
 $\text{C}_5\text{H}_5\text{NHSO}_4\text{CH}_3$ y $\text{C}_5\text{H}_5\text{NHI}$

D9

b) VALORACIÓN DIRECTA
(Por duplicado)

Vaso de reacción

1. Adicionar 30-40 mL metanol.
2. Neutralizar con RKF.
3. Adicionar 0.3g de ampicilina trihidratada.
4. Agitar y titular con el RKF.

Ampicilina anhidra, CH_3OH
 $\text{C}_5\text{H}_5\text{NHSO}_4\text{CH}_3$ y $\text{C}_5\text{H}_5\text{NHI}$

D9.1

CAPÍTULO 3.2 ORIGEN, INVENTARIO Y PROPUESTA DE LOS RESIDUOS GENERADOS

Se generan ≈ 92 mL del residuo D9 que contiene ≈ 72 mL de MeOH anhidro, ≈ 600 mg de tartrato de sodio anhidro y ≈ 20 mL RKF (productos obtenidos de las reacciones llevadas a cabo con el RKF y el agua de cristalización del tartrato de sodio y del agua del MeOH).

Se generan ≈ 112 mL del residuo D9.1 que contiene 92 mL del residuo D9, ≈ 0.6 g de ampicilina anhidra y ≈ 20 mL RKF (productos obtenidos de las reacciones llevadas a cabo con el RKF y el agua de cristalización de la ampicilina y del agua del MeOH).*

Propuesta para su tratamiento.

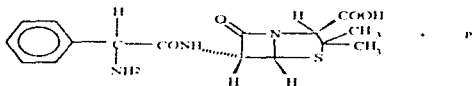
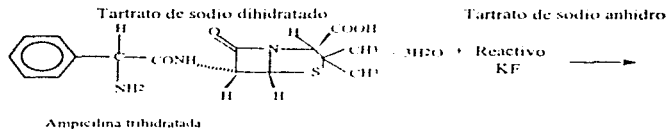
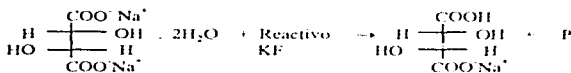
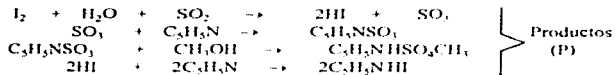
- Colocar los residuos químicos D9 y D9.1 en un envase de 1 L perfectamente cerrado y cuando se reuna ≈ 1 L, se tendrá ≈ 42.9 g de I_2 , ≈ 873 mL MeOH, 93 mL piridina (incluyendo complejos), ≈ 34 mL SO_2 , ≈ 5.4 g de tartrato de sodio y ≈ 5.4 g de ampicilina.
- Adicionar $NaHCO_3$ para eliminar los complejos⁽¹²⁷⁾ de piridina y así generar piridina (C_5H_5N), CO_2 , I_2 , formaldehído de bisulfito sódico ($HOCH_2SO_3Na$).
- Destilar ≈ 873 mL de MeOH a $64^\circ C$ ⁽¹⁴⁾ con las precauciones adecuadas para analizarlo, purificarlo y considerar la posibilidad de reutilizarlo como disolvente.
- Filtrar para retener el $HOCH_2SO_3Na$ ⁽¹⁾ y el tartrato de sodio, guardar para su posterior incineración⁽¹²⁵⁾.
- Cuando se reuna ≈ 1 L del filtrado, destilar ≈ 93 mL de piridina a $115.5^\circ C$ ⁽¹⁴⁾ con las precauciones adecuadas para purificarlo, analizarlo y considerar la posibilidad de reutilizarlo como disolvente.
- Adicionar el residuo del destilado ≈ 254 mL de etanol para disolver al I_2 y que permanezca la ampicilina.
- Filtrar para retener la ampicilina, mezclar con etanol e incinerar⁽¹²²⁾.
- Cuando se reuna ≈ 1 L del filtrado, destilar el etanol a $78.5^\circ C$ ⁽¹⁴⁾ con las precauciones adecuadas para analizarlo, purificarlo y considerar la posibilidad de reutilizarlo como disolvente.
- Guardar el residuo del destilado que es I_2 para analizarlo y si es posible reutilizarlo como materia prima.⁽¹²⁾

* Cálculos analíticos. Anexo A.

CAPÍTULO 3.2 ORIGEN, INVENTARIO Y PROPUESTA DE LOS RESIDUOS GENERADOS

REACCIONES ⁽²¹⁾

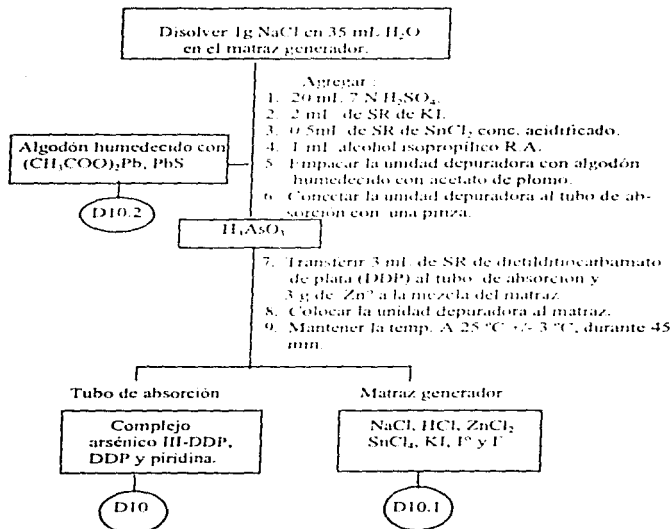
Reacciones llevadas a cabo con el reactivo de Karl-Fisher



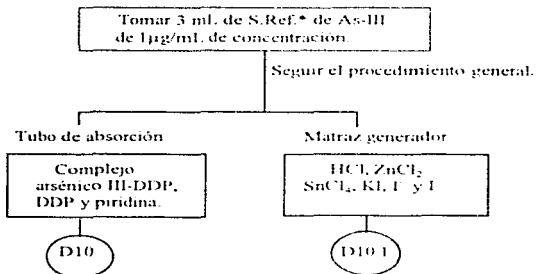
3.2.3

CLORURO DE SODIO ⁽¹¹⁾

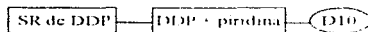
a) PRUEBA LÍMITE DE ARSÉNICO



PREPARACIÓN DE LA SUSTANCIA DE REFERENCIA



BLANCO



Se generan ≈ 9 mL del residuo D10 que contiene 9 mL de piridina, ≈ 45 mg de dietilditiocarbamato de plata y ≈ 18 μ g del complejo As III - dietilditiocarbamato de plata.

Se generan ≈ 117 mL del residuo D10.1 que contiene ≈ 40 mL de H_2SO_4 en 70 mL de H_2O , ≈ 1.5 mL HCl, ≈ 460 mg de $SnCl_4$, ≈ 6 g $ZnCl_2$, ≈ 0.64 g KI y cantidad despreciable de I_2 .

El peso del residuo D10.2 variará dependiendo de la cantidad de algodón y la cantidad de $(CH_3COO)_2Pb$ absorbido; Se forma cantidad despreciable de PbS . *

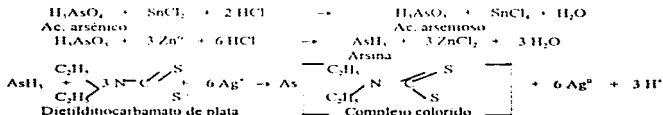
* Cálculos analíticos. Anexo A.

CAPÍTULO 3.2 ORIGEN INVENTARIO Y PROPUESTA DE LOS RESIDUOS GENERADOS

Propuesta para su tratamiento.

- Adicionar al residuo D10 carbón activado para adsorber el complejo de arsénico III - DDP.
- Filtrar para retener el complejo y guardar para su posterior confinamiento⁽¹²²⁾.
- Cuando se reuna ≈ 1 L. del filtrado, destilar la piridina a 115-116°C con las precauciones adecuadas para purificarlo, analizarlo, y considerar la posibilidad de reutilizarlo como disolvente.
- Incinerar el residuo del destilado que contiene DDP.⁽¹²³⁾
- Filtrar el residuo D10.1 para retener la cantidad despreciable de I. elemental y guardar para su posterior confinamiento.
- Adicionar al filtrado 20 ml. de agua para asegurarse de que el SnCl_2 se encuentre en SnO_2 .⁽¹²⁴⁾
- Adicionar solución de NaOH concentrada hasta neutralizar la solución para precipitar el SnO_2 .⁽¹²⁵⁾
- Filtrar para retener el sólido y guardar para su posterior confinamiento.⁽¹²⁶⁾
- Adicionar al filtrado solución de NaOH hasta obtener pH 8 para convertir el ZnCl_2 en Zn(OH)_2 .⁽¹²⁷⁾
- Filtrar el sólido y guardar para su posterior confinamiento.⁽¹²⁸⁾
- Neutralizar el filtrado con HCl y desechar al drenaje con abundante agua ya que contiene KCl, NaCl y cantidades despreciables de I.
- Colocar en un vaso de precipitados el residuo D10.2 que contiene $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ y PbS absorbidos en el algodón.
- Adicionar SR de H_2S hasta pH 7 para completar la precipitación del PbS y guardar para su posterior confinamiento.⁽¹²⁹⁾
- Destruir el exceso de sulfuro con hipoclorito de sodio.
- Neutralizar la solución y desechar por el drenaje.

REACCIONES⁽¹³¹⁾



CONCLUSIONES

El análisis cuidadoso del diagrama de flujo de cada determinación farmacopeica, así como plantear las reacciones que se efectúan, permite establecer cuáles son los tipos y cantidades de los residuos generados, para decidir sobre su mejor tratamiento y control, siguiendo el criterio que convenga.

- Recuperación de productos para purificarlos, analizarlos y evaluar las posibilidades de reutilización.
- Neutralización de sustancias inorgánicas no tóxicas vertiéndolas por el drenaje.
- Tratamiento específico de sustancias tóxicas para su desecho y disposición.
- Incineración o confinamiento en el caso que no se puedan recuperar o de que no resulte adecuado el costo del tratamiento, a través del envío con empresas privadas, que tienen un convenio con la UNAM.

Atendiendo primero, por supuesto el objetivo académico, se quiere evaluar siempre la posibilidad de reducir los residuos que se generan obteniendo los siguientes beneficios:

- Enriquecer la formación de los estudiantes al proporcionarles un enfoque encaminado al cuidado del medio ambiente.
- Reforzar las acciones que le permiten al alumno tener conciencia de que la seguridad e higiene en el laboratorio es su responsabilidad.
- Contribuir a resolver el problema de manejo de residuos del Departamento de Farmacia.

ANEXO A

CÁLCULOS ANALÍTICOS

X^* = Masa molecular del compuesto señalado
AAS = Ácido acetil salicílico.
AS = Ácido salicílico.
 $X \text{ mg.ml.}^{-1}$ = Densidad.
AcOEt = Acetato de etilo
EtOH = Etanol
MeOH = Metanol
TSD = Tartrato de sodio dihidratado.
DDP = Dietilditiocarbamato de plata.
V = Volumen
N = Normalidad.
Peq = Peso equivalente ($\text{PEq} = \text{MM} / \# \text{Eq}$).

3.2.1 ANÁLISIS DE ÁCIDO ACETILSALICÍLICO

I. Ensayos de identidad

PRUEBA B

Volumen total = 2 mL del residuo D1

$138.12 \text{ AS}^* / 180.15 \text{ AAS}^* \cdot 50 \text{ mg AAS} \approx 38.3 \text{ mg AS}$
 $469.85 \text{ complejo AS-FelIII}^* / 138.12 \text{ AS}^* \cdot 38.3 \text{ mg} = 130 \text{ mg complejo AS-FelIII}$
 $60 \text{ CH}_3\text{COOH}^* / 180.15 \text{ AAS}^* \cdot 50 \text{ mg AAS} \approx 16.7 \text{ mg CH}_3\text{COOH}$
 $16.7 \text{ mg CH}_3\text{COOH} / 1049 \text{ mg mL}^{-1} = 0.016 \text{ mL CH}_3\text{COOH}$

PRUEBA C

$160.11 \text{ salicilato de sodio}^* / 180.15 \text{ AAS}^* \cdot 200 \text{ mg AAS} \approx 177.7 \text{ mg salicilato}$
 $138.12 \text{ AS}^* / 160.11 \text{ salicilato}^* \cdot 177.7 \text{ mg salicilato} \approx 153.3 \text{ mg AS}$
 = 153 mg AS del residuo D2

PRUEBA D

Volumen total = 4 mL del residuo D3

$88.10 \text{ AcOEt}^* / 60 \text{ CH}_3\text{COOH}^* \cdot 66.6 \text{ mg CH}_3\text{COOH} = 97.8 \text{ mg AcOEt}$
 $97.8 \text{ mg AcOEt} / 998 \text{ mg mL}^{-1} = 0.1 \text{ mL AcOEt}$
 $46 \text{ etanol}^* / 88.10 \text{ AcOEt}^* \cdot 97.8 \text{ mg AcOEt} = 51.1 \text{ mg etanol}$
 $51.1 \text{ mg etanol} / 931 \text{ mg mL}^{-1} = 0.05 \text{ mL etanol}$
 $(2 \text{ mL} - 0.05) \text{ mL etanol} = 1.95 \text{ mL etanol que no reaccionó}$
 $98 \text{ H}_2\text{SO}_4^* / 88.10 \text{ AcOEt}^* \cdot 97.8 \text{ mg AcOEt} = 108.8 \text{ mg H}_2\text{SO}_4$
 $108.8 \text{ mg H}_2\text{SO}_4 / 1840 \text{ mg mL}^{-1} = 0.06 \text{ mL H}_2\text{SO}_4$
 $(2 - 0.06) \text{ mL H}_2\text{SO}_4 = 1.94 \text{ mL H}_2\text{SO}_4 \approx 2 \text{ mL H}_2\text{SO}_4 \text{ que no reaccionó}$

SR de H_2SO_4 debe tener una concentración de 94.5-95.5 % de H_2SO_4 .
 $\approx 95 \text{ g de H}_2\text{SO}_4 / 100 \text{ mL de agua} \cdot 1 \text{ Eq} / 49 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \cdot 1000 \text{ mL} / 1 \text{ L} = 19.38$
 $\approx 19.4 \text{ N de H}_2\text{SO}_4$
 $V_1 N_1 = V_2 N_2$
 $1.94 \text{ mL H}_2\text{SO}_4 \cdot 19.4 \text{ N de H}_2\text{SO}_4 / 5 \text{ mL NaOH} = 7.5 \text{ N de sol. de NaOH}$
 (Se requieren 5 mL 7.5 N de NaOH para neutralizar la solución).

II. Metales pesados

Solución de Referencia de Nitrato de Plomo

159.9 mg $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ $\longrightarrow$ 1000 mL $159.9 \text{ mg } \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 / 1000 \text{ mL} = 207.21 \text{ Pb}^* / 331.20 \text{ Pb}(\text{NO}_3)_2^*$ $1000 \text{ } \mu\text{g Pb} / 1 \text{ mg Pb} = 99.97 \text{ } \mu\text{g Pb mL}^{-1} \approx 100 \text{ } \mu\text{g mL}^{-1} = 100 \text{ ppm}$

Solución de Referencia de Plomo

10 mL de S. Ref. de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ $\longrightarrow$ 100 mL $100 \text{ } \mu\text{g mL}^{-1} / 100 \text{ mL} \cdot 10 \text{ mL} = 10 \text{ } \mu\text{g mL}^{-1}$

a) Referencia

10 $\mu\text{g Pb}$ - 1 mL20 μg - X $X = 2 \text{ mL}$

b) Muestra

Límite 10 ppm.

10 $\mu\text{g Pb}$ - 1 g AASX - 2 g AAS $X = 20 \text{ } \mu\text{g Pb}$ $239.28 \text{ PbS}^* / 207.19 \text{ Pb}^* \cdot 20 \text{ } \mu\text{g Pb} = 23.1 \text{ } \mu\text{g PbS}$ **Cálculos de la referencia y muestra:** Volumen total = 80 mL del residuo D4Como tienen 20 $\mu\text{g Pb}$ la referencia y la muestra entonces : $(23.1 + 23.1) \text{ } \mu\text{g PbS} \approx 46.2 \text{ } \mu\text{g PbS total}$ $46.2 \text{ } \mu\text{g PbS} / 80 \text{ mL} \cdot 1000 \text{ mL} = 577.5 \text{ } \mu\text{g PbS en 1 L de residuo.}$ $1 \text{ g H}_2\text{S} / 240 \text{ mL agua} \cdot 10 \text{ mL agua} = 41.7 \text{ mg H}_2\text{S}$ $41.7 \text{ mg H}_2\text{S} \cdot 2 = 83.4 \text{ mg H}_2\text{S}$ $32 \text{ S}^* / 34 \text{ H}_2\text{S}^* \cdot 83.4 \text{ mg H}_2\text{S} = 78.5 \text{ mg S}^*$ $78.5 \text{ mg S}^* / 80 \text{ mL} \cdot 1000 \text{ mL} = 981 \text{ mg S}^* \text{ en 1 L de residuo}$ $50 \text{ mL acetona} / 80 \text{ mL} \cdot 1000 \text{ mL} = 625 \text{ mL acetona en 1 L de residuo.}$ $2 \text{ g AAS} / 80 \text{ mL} \cdot 1000 \text{ mL} = 25 \text{ g AAS en 1 L de residuo.}$ $138.12 \text{ AS}^* / 180.15 \text{ AAS}^* \cdot 2 \text{ g AAS} = 1.53 \text{ g AS}$ $1.53 \text{ g AS} / 80 \text{ mL} \cdot 1000 \text{ mL} = 19.1 \text{ g AS en 1 L de residuo.}$ **Volumen total = 80 mL del residuo D4.1** $159.9 \text{ mg } \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 / 1000 \text{ mL} \cdot 10 \text{ mL} / 100 \text{ mL} = 2 \text{ mL} = 0.032 \text{ mg } \text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ $6032 \text{ mg } \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 / 2 \text{ mL} \cdot 20 \text{ mL} (10 \text{ equipos}) = 0.32 \text{ mg } \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \cdot 1.53 = 0.32 = 1.27 \text{ mg}$ $1.27 \text{ mg } \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 / 20 \text{ mL} \cdot 1000 \text{ mL} = 16 \text{ mg } \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \text{ en 1 L de residuo.}$

III. Cloruros

a) Referencia

$$0.02 \text{ meq mL}^{-1} \text{ HCl} \cdot 0.1 \text{ mL HCl} \cdot 1 \text{ meq Cl}^{-1} / 1 \text{ meq HCl} \cdot 35.5 \text{ Cl}^{-1} \cdot \text{meq Cl}^{-1} \\ = 0.071 \text{ mg Cl}^{-1} \\ 143.34 \text{ AgCl} \cdot / 35.5 \text{ mg Cl}^{-1} \cdot \cdot 0.071 \text{ mg Cl}^{-1} = 0.2866 \text{ mg AgCl}$$

b) Muestra

Límite 140 ppm.

$$1.5 \text{ g AAS} = 75 \text{ mL}$$

$$X = 25 \text{ mL}$$

$$X = 0.5 \text{ g AAS}$$

$$140 \text{ g Cl}^{-1} = 1000000 \text{ g AAS}$$

$$X = 0.5 \text{ g AAS}$$

$$X = 0.00007 \text{ g Cl}^{-1}$$

$$143.34 \text{ AgCl} \cdot / 35.5 \text{ Cl}^{-1} \cdot \cdot 0.070 \text{ mg Cl}^{-1} = 0.2826 \text{ mg AgCl}$$

Cálculos de la referencia y la muestra: Volumen total = 100 mL del residuo D5

$$(0.2826 + 0.2866) \text{ mg AgCl} = 0.5692 \text{ mg AgCl total}$$

$$138.12 \text{ AS} \cdot / 180.15 \text{ AAS} \cdot \cdot 0.5 \text{ g AAS} = 0.3833 \text{ g AAS}$$

$$60 \text{ CH}_3\text{COOH} \cdot / 180.15 \text{ AAS} \cdot \cdot 0.5 \text{ g AAS} = 0.1665 \text{ g CH}_3\text{COOH}$$

$$0.1665 \text{ g CH}_3\text{COOH} / 1.049 \text{ g mL}^{-1} = 0.158 = 0.2 \text{ mL CH}_3\text{COOH}$$

$$0.1 \text{ mL HCl} \cdot 0.02 \text{ meq mL}^{-1} \cdot \cdot 36.5 \text{ mg meq}^{-1} = 0.073 \text{ mg HCl}$$

$$63.02 \text{ HNO}_3 \cdot / 36.5 \text{ HCl} \cdot \cdot 0.073 \text{ mg HCl} = 0.126 \text{ mg HNO}_3$$

$$0.126 \text{ mg HNO}_3 / 1502 \text{ mg mL}^{-1} = 0.000083 \text{ mL HNO}_3$$

Como se forma HNO₃ en la muestra y la referencia entonces :

$0.000083 \cdot 2 = 0.0002 \text{ mL HNO}_3 + 2 \text{ mL de SR de HNO}_3 \text{ del procedimiento general}$
 son $\approx 2 \text{ mL de SR de HNO}_3 \text{ total}$

$$76.4 \text{ g de HNO}_3 / 100 \text{ mL H}_2\text{O} \cdot 1 \text{ Eq} = 63.01 \text{ g} \cdot 1000 \text{ mL} / \text{L} = 12.1 \text{ N de HNO}_3$$

$$2 \text{ mL de HNO}_3 \cdot 12.1 \text{ N de HNO}_3 / 5 \text{ mL de NaOH} = 4.9 \text{ N de NaOH para neutralizar.}$$

$$V \cdot N = \text{masa} / \text{PEq}$$

$$0.5692 \text{ mg AgCl} / 143.32 \text{ mg meq}^{-1} \text{ AgCl} = 0.0039 \text{ meq AgCl} = 0.0039 \text{ meq AgNO}_3$$

$$0.0039 \text{ meq AgNO}_3 / 0.1 \text{ N AgNO}_3 = 0.039 \text{ mL AgNO}_3 \text{ (reaccionaron)}$$

$$2 \text{ mL} - 0.039 \text{ mL} = 1.96 \approx 2 \text{ mL AgNO}_3 \text{ (en exceso)}$$

$$2 \text{ mL AgNO}_3 \cdot 0.1 \text{ N AgNO}_3 = V \text{ HCl} \cdot 1 \text{ N HCl}$$

$$V = 0.2 \text{ mL HCl para precipitar el exceso de AgNO}_3$$

$$138.12 \text{ AS} \cdot / 180.15 \text{ AAS} \cdot \cdot 1.5 \text{ g AAS} = 1.15 \text{ g AS} = 1.15 \text{ g AS del residuo D5.1}$$

Volumen total = 25 mL del residuo D5.2

$$60 \text{ CH}_3\text{COOH} \cdot / 180.15 \text{ AAS} \cdot \cdot 1.5 \text{ g AAS} = 0.499 \text{ g de CH}_3\text{COOH}$$

$$0.499 \text{ g CH}_3\text{COOH} / 1.049 \text{ g mL}^{-1} = 0.48 \text{ mL de CH}_3\text{COOH}$$

IV. Sulfatos

a) Referencia

$$1N \cdot 48 \text{ g SO}_4^{2-}$$

$$0.02N \cdot X$$

$$X = 0.96 \text{ g SO}_4^{2-}$$

$$0.96 \text{ g SO}_4^{2-} \cdot 1000 \text{ mL}$$

$$0.0002 \text{ g} \cdot X$$

$$X = 0.2 \text{ mL de estándar}$$

$$0.02 \text{ meq.mL}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4 \cdot 0.2 \text{ mL H}_2\text{SO}_4 \cdot 1 \text{ meq SO}_4^{2-} / 1 \text{ meq H}_2\text{SO}_4 \cdot$$

$$48 \text{ mg SO}_4^{2-} \cdot \text{meq}^{-1} = 0.2 \text{ mg SO}_4^{2-}$$

b) Muestra

Límite 400 ppm

$$400 \text{ g SO}_4^{2-} \cdot 1000000 \text{ g muestra}$$

$$X \cdot 0.5 \text{ g muestra}$$

$$X = 0.0002 \text{ g SO}_4^{2-}$$

$$233.43 \text{ BaSO}_4 / 96 \text{ SO}_4^{2-} \cdot 0.2 \text{ mg SO}_4^{2-} = 0.4863 \text{ mg BaSO}_4$$

Cálculos de la referencia y la muestra: Volumen total = 100 mL del residuo D6
Como tiene 0.2 mg de SO_4^{2-} la referencia entonces:

$$(0.4863 + 0.4863) \text{ mg BaSO}_4 = 0.9726 \approx 1 \text{ mg BaSO}_4 \text{ total}$$

$$0.2 \text{ mL H}_2\text{SO}_4 \cdot 0.02 \text{ meq.mL}^{-1} \cdot 98 \text{ mg H}_2\text{SO}_4 / 2 \text{ meq} = 0.1962 \text{ mg H}_2\text{SO}_4$$

$$36.5 \text{ HCl} / 98 \text{ H}_2\text{SO}_4 \cdot 0.1962 \text{ mg H}_2\text{SO}_4 = 0.073 \text{ mg HCl}$$

$$0.073 \text{ mg HCl} / 1200 \text{ mg.mL}^{-1} = 0.00006 \text{ mL HCl}$$

Como se forma HCl en el estándar y muestra entonces:

$$0.00006 \cdot 2 = 0.0001 \text{ mL HCl} + 2 \text{ mL de sol. 3 N de HCl del procedimiento general}$$

$$\text{son} = 2 \text{ mL de solución 3 N de HCl}$$

$$60 \text{ CH}_3\text{COOH} / 180.15 \text{ AAS} \cdot 0.5 \text{ g AAS} = 0.1665 \text{ g CH}_3\text{COOH}$$

$$0.1665 \text{ g CH}_3\text{COOH} / 1.049 \text{ g.mL}^{-1} = 0.158 \approx 0.16 \text{ mL CH}_3\text{COOH}$$

$$V \cdot N = \text{masa} / \text{PEq}$$

$$0.9726 \text{ mg BaSO}_4 / 116.71 \text{ mg.meq}^{-1} \text{ BaSO}_4 = 0.0083 \text{ meq BaSO}_4$$

$$\text{Preparación de SR de BaCl}_2: 12 \text{ g BaCl}_2 \text{ en } 100 \text{ mL de agua} \Rightarrow 0.12 \text{ g/mL}$$

$$120 \text{ mg.mL}^{-1} / 104.13 \text{ mg.meq}^{-1} \text{ BaCl}_2 = 1.1524 \text{ N BaCl}_2$$

$$0.12 \text{ BaCl}_2 \text{ g/mL} \cdot 6 \text{ mL} = 0.72 \text{ g BaCl}_2$$

$$0.0083 \text{ meq BaSO}_4 / 1.1524 \text{ N BaCl}_2 = 0.007 \text{ mL BaCl}_2 \text{ (reaccionaron)}$$

$$120 \text{ mg.mL}^{-1} \text{ BaCl}_2 \cdot 1 \text{ meq BaCl}_2 / 104.13 \text{ mg} = 1.1524 \text{ N BaCl}_2$$

$$6 \text{ mL} - 0.007 \text{ mL} = 5.99 \text{ mL BaCl}_2 \text{ (en exceso)}$$

$$6 \text{ mL BaCl}_2 \cdot 1.1524 \text{ N BaCl}_2 = V \text{ H}_2\text{SO}_4 \cdot 1 \text{ N H}_2\text{SO}_4$$

$$V = 7 \text{ mL H}_2\text{SO}_4 \text{ para precipitar el exceso de BaCl}_2$$

V. Ácido salicílico

a) Referencia

0.1 mg AS mL * 1 mL AS = 0.1 mg AS

b) Muestra

Límite 0.1%

2.5 g AAS - 25 mL etanol

X - 1 mL

X = 0.1 g AAS

469 complejo AS-FeIII*138.12 AS* 0.1 mg AS = 0.340 mg complejo AS-FeIII

Volumen total = 24 mL del residuo D7

Solución de la muestra: 2.5 g AAS en 25 mL EtOH $\Rightarrow$ 0.1 g / mL.

25 mL de etanol - 1 mL que se toma para hacer la prueba = 24 mL de etanol total.

2.5 g AAS - 0.1 g AAS = 2.4 g AAS total.

Volumen total = 100 mL del residuo D7.1

Cálculos de la referencia y la muestra:

Como tiene 0.1 mg de AS la referencia entonces

$(0.340 + 0.340)$ mg complejo = $0.680 \approx 0.7$ mg complejo AS-FeIII total

$60 \text{ CH}_3\text{COOH}^*/180.15 \text{ AAS}^* \cdot 0.1 \text{ g AAS} = 0.0333 \text{ g} = 33.3 \text{ mg CH}_3\text{COOH}$

$33.3 \text{ mg CH}_3\text{COOH} / 1049 \text{ mg mL}^{-1} = 0.032 \text{ mL CH}_3\text{COOH}$

Preparación de la solución de $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2\text{NH}_4$:

8 g $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2\text{NH}_4$ en 100 mL de agua $\Rightarrow$ 80 mg/mL

Preparación de la muestra recientemente preparada:

Adicionar 1.0 mL de sol. 1.0 N de HCl a 2.0 mL de SR $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2\text{NH}_4$ en 100 mL

80 mg/mL $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2\text{NH}_4 \cdot 2 \text{ mL} = 160 \text{ mg Fe}(\text{SO}_4)_2\text{NH}_4$ * $\frac{1 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} = 1.60 \text{ mg}$

$132.14 (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4^*482.19 \text{ Fe}(\text{SO}_4)_2\text{NH}_4^* \cdot 160 \text{ mg Fe}(\text{SO}_4)_2\text{NH}_4 \approx 64 \text{ mg } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Volumen total $\approx$ 90 mL del residuo D7.2

(suponiendo que se ocupan 10 mL por grupo al hacer el análisis)

Como se preparan 100 mL de la solución de $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2\text{NH}_4$ recientemente preparada y se gastan 10 mL entonces:

160 mg $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2\text{NH}_4$ - 100 mL

X - 90 mL

X = 144 mg $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2\text{NH}_4$

VI. Valoración

Cálculos de la muestra:

Volumen total = 70 mL

(Por duplicado = 140 mL del residuo D8)

160.11 salicilato sodio / 180.15 AAS * 1.5 g AAS = 1.33 g salicilato de sodio

(Por duplicado = 2.7 g salicilato de sodio)

82 acetato sodio / 180.15 AAS * 1.5 g AAS = 0.68 g acetato de sodio

(Por duplicado = 1.36 g acetato de sodio)

138.12 AS / 180.15 AAS * 1.5 g AAS = 1.15 g AS

(Por duplicado = 2.3 g AS)

 $V * N = \text{masa} / \text{PEq}$ $V \text{ NaOH} * 0.5 \text{ N NaOH} = 1500 \text{ mg AAS} / 90.08 \text{ mg.meq}^{-1}$ $V = 33.3 \text{ mL } 0.5 \text{ N de NaOH que reaccionaron}$

(Por duplicado = 66.6 mL 0.5 N de NaOH)

 $(50 - 33.3) \text{ mL } 0.5 \text{ N de NaOH} = 16.7 \text{ mL } 0.5 \text{ N de NaOH en exceso}$

(Por duplicado = 33.4 mL 0.5 N de NaOH)

 $16.7 \text{ mL NaOH} * 0.5 \text{ meq.mL}^{-1} * 40 \text{ mg.meq}^{-1} \text{ NaOH} = 334 \text{ mg NaOH}$

(Por duplicado = 668 mg NaOH)

 $142.06 \text{ Na}_2\text{SO}_4 / 80 (2\text{NaOH}^*) * 334 \text{ mg NaOH} = 593.1 \text{ mg Na}_2\text{SO}_4$ (Por duplicado = 1186.2 mg Na₂SO₄)Preparación de la fenoltaleína: 1 g fenoltaleína en 100 mL etanol $\Rightarrow$ 10 mg/mL

10 mg/mL fenoltaleína * 0.2 mL = 2 mg de fenoltaleína

(Por duplicado = 4 mg de fenoltaleína)

Cálculos del blanco:

Volumen total = 100 mL del residuo D8.1

50 mL NaOH + 50 mL H₂SO₄ = 100 mL del residuo del blanco.50 mL NaOH * 0.5 meq.mL⁻¹ * 40 mg.meq⁻¹ NaOH = 1000 mg NaOH $142.06 \text{ Na}_2\text{SO}_4 / 80 (2\text{NaOH}^*) * 1 \text{ g NaOH} = 1.8 \text{ g Na}_2\text{SO}_4$ $V * N = \text{masa} / \text{PEq}$ despejando V: $2.7 \text{ g salicilato de sodio} / 80 \text{ g.eq}^{-1} / 1 \text{ eq.L}^{-1} \text{ de HCl} = 34 \text{ mL } 1 \text{ N de HCl para precipitar el AS.}$

3.2.2

AMPICILINA TRIHIDRATADA

* Se reune = 1000 mL del residuo

Determinación de agua por Karl Fisher.

De acuerdo a la preparación del RKF: (ii)

125g I₂ + 670 mL MeOH + 270 mL piridina + 100 mL SO₂ → 1040 mL. Totales.1040 mL RKF - 125 g I₂

40 mL - X

X = 4.8 g I₂4.8 g I₂ - 112 mL residuo

X - 1000 mL residuo*

X = 42.9 g I₂

1040 mL RKF - 670 mL MeOH

40 mL - X

X = 25.8 mL MeOH

25.8 mL MeOH - 112 mL residuo

X - 1000 mL residuo

X = 230.4 mL MeOH

1040 mL RKF - 270 mL piridina

40 mL - X

X = 10.4 mL piridina

10.4 mL piridina - 112 mL residuo

X - 1000 mL residuo

X = 92.9 mL piridina

1040 mL RKF - 100 mL SO₂

40 mL - X

X = 3.8 mL SO₂3.8 mL SO₂ - 112 mL residuo

X - 1000 mL residuo

X = 33.9 mL SO₂

72 mL MeOH - 112 mL residuo

X - 1000 mL residuo

X = 642.9 mL MeOH

642.9 mL MeOH + 230.4 mL MeOH del RKF = 873 mL MeOH

0.6 g TSD - 112 mL residuo

X - 1000 mL residuo

X = 5.4 g TSD

0.6 g ampicilina - 112 mL residuo

X - 1000 mL residuo

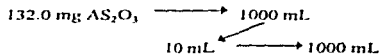
X = 5.4 g ampicilina

De acuerdo con la solubilidad tenemos:

21.43 g I₂ - 100 g EtOH42.9 g I₂ - X

X = 200.2 g EtOH

200.2 g EtOH / 0.789 g.mL⁻¹ = 253.7 mL EtOHrequeridos para disolver el I₂

3.2.3 CLORURO DE SODIO**Prueba límite de arsénico****Preparación de la solución de referencia de arsénico**

$$1.32 \text{ } \mu\text{g As}_2\text{O}_3 / \text{mL} \cdot 2 \text{ (74.9 } \mu\text{g arsénico) / 197.8 } \mu\text{g As}_2\text{O}_3 = 1 \text{ } \mu\text{g / mL arsénico III.}$$

a) Referencia

$$1 \mu\text{g} - 1 \text{ mL}$$

$$3 \mu\text{g} - X$$

$$X = 3 \text{ mL de estándar}$$

b) Muestra**Límite 3 ppm**

$$3 \text{ g arsénico} - 1000000 \text{ g NaCl}$$

$$X - 1 \text{ g NaCl} \quad X = 0.000003 \text{ g} = 3 \mu\text{g arsénico III.}$$

En el tubo de absorción:**Volumen total = 9 mL del residuo D10**

$$222.92 \text{ complejo As III-DDP} / 74.92 \text{ arsénico} \cdot 0.003 \text{ mg arsénico III} =$$

$$0.0089 \text{ mg complejo As III-DDP}$$

Como tiene 0.003 mg arsénico III, la referencia entonces :

$$(0.0089 + 0.0089) \text{ mg complejo} \cdot 0.0178 \text{ mg complejo AsIII- DDP}$$

Preparación del reactivo de DDP: 1000 mg DDP en 200 mL piridina $\Rightarrow$ 5 mg/mL.

$$5 \text{ mg/mL} \cdot 3 \text{ mL} \cdot = 15 \text{ mg de DDP}$$

♦ Se toman 3 mL de reactivo de DDP.

$$15 \text{ mg de DDP} \cdot 3 = 45 \text{ mg DDP total (muestra, estándar y blanco)}$$

$$1000 \text{ mg DDP} - 200 \text{ mL piridina}$$

$$45 \text{ mg DDP} - X$$

$$X = 9 \text{ mL piridina total.}$$

En el matraz generador:

Volumen total = 117 mL del residuo D10.1

Preparación de sol. de prueba del cloruro estannoso, SnCl_2 conc. acidificado:

40 g SnCl_2 en 100 mL HCl $\rightarrow$ 0,4 g/mL.

0,4 g/mL de SR de SnCl_2 conc. acidificado * 0,5 mL $\diamond$ = 0,2 g de SnCl_2

$\diamond$ Se toman 0,5 mL de SR de SnCl_2

0,2 g de SnCl_2 * 2 (Referencia y muestra) = 0,4 g SnCl_2 total

260,61 SnCl_4 * 225,61 SnCl_2 * 0,4 g SnCl_2 = 0,46 g SnCl_4 total

40 g SnCl_2 = 100 mL HCl

0,2 g SnCl_2 = X X = 0,5 mL * 2 = 1 mL HCl

Preparación de la sol. de prueba de yoduro de potasio, KI:

16,5 g KI en 100 mL agua $\rightarrow$ 0,16 g/mL.

0,16 g KI/mL * 2 mL = 0,32 g KI * 2 = 0,64 g KI total

36,5 HCl * 58,5 NaCl * 1g NaCl = 0,62 g HCl

V = m/d

0,62 g HCl / 1,2 g mL^{-1} = 0,52 mL HCl

(0,52 + 1) mL HCl = 1,5 mL HCl total.

ANEXO B

INFORMACIÓN FÍSICOQUÍ- MICA Y TOXICOLÓGICA DE LOS RESIDUOS

Para obtener los límites de concentraciones máximas tolerables, se basan en lo siguiente:⁽²⁹⁾

TLV (Threshold Limit Value) es la concentración del tiempo promedio, en el cual todos los trabajadores están expuestos al día con el agente químico sin sufrir efectos adversos.

(8 horas diarias - 40 horas a la semana).

La Occupational Safety and Health Administration (OSHA) a usado el TLV para establecer límites ocupacionales.

Para una exposición ocupacional, OSHA usa

TWA (Threshold Limit Value) es la suma de los productos de la concentración del tóxico y la duración de la exposición tomada sobre el total del tiempo de exposición y es representada por la siguiente expresión matemática

$$TWA = \sum_{i=1}^n (C_i / t_{\text{expos}}) = t_1 C_1 + t_2 C_2 + \dots + t_n C_n / t_1 + t_2 + \dots + t_n$$

Donde :

t = Tiempo de exposición en minutos.

C = Concentración en ppm o mg / m³.

n = Número total de exposiciones.

i = Número de exposición.

ACÉTICO, ÁCIDO ^{(14) (21) (24)}
Corrosivo

El ácido acético puro es un líquido incoloro, de olor picante y penetrante, que se solidifica a 16.6 °C. Es miscible con el agua y con disolventes orgánicos, como el etanol
MM 60.05. P.f 17 °C. P. eb. 118.1 °C. d 1.049 a 20 °C.

Riesgo: "Inflamable - Causa severas quemaduras "

Seguridad/Precaución: - No inhalar los humos - en caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con agua e ir al médico.

Límites: La concentración máxima tolerable de vapores en el aire es de 15 - 10 ppm

Efectos tóxicos: Los vapores son irritantes para mucosas oculares y vías respiratorias superiores. Provoca conjuntivitis y lagrimeo, vértigo, cefalea, etc. Las soluciones provocan enrojecimientos.

Reacciones peligrosas: Reacción violenta o explosiva con algunos oxidantes

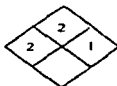
Peligro de incendio: Punto de inflamación: 40 °C. Temperatura de autoinflamación: 465 °C.

Límites de explosividad en volumen por 100 en el aire = 5.4 - 16 a 100 °C.

Es un líquido moderadamente inflamable que puede formar mezclas explosivas con el aire. Los agentes de extinción son dióxido de carbono y los polvos químicos. Debido a su acción corrosiva sobre muchos metales, el ácido, puede ser la fuente de incendios y explosiones.

Tratamiento: Neutralizar y desechar al drenaje con abundante agua.

Disposición A: El CH_3COOH puede ser mezclado o disuelto en un disolvente combustible para su incineración.^(d2)



ACETONA ⁽¹⁴⁾⁽²³⁾⁽²⁴⁾
Inflamable - Irritante



Es un líquido incoloro, de olor suave y penetrante, muy volátil e inflamable.

Es totalmente miscible con el agua, los alcoholes metílico y etílico, el éter sulfúrico y el cloroformo. Es un excelente disolvente de muchos productos orgánicos minerales.

MM 58.08. P.f. -94 °C. P. eb. 56 °C. d. 0.791 a 20 °C.

Riesgo: "Inflamable"

Seguridad/Precaución: - Guardar los recipientes en lugares bien ventilados - Guardar lejos de fuentes de ignición - No fumar - No inhalar los vapores

Límites: La concentración máxima tolerable de los vapores en el aire es de 1.0 ppm

Efectos tóxicos: Los vapores son irritantes para las mucosas oculares y respiratorias.

Los síntomas son tos, estornudos y lagrimeo; trastornos nerviosos (vértigo, cefalea, somnolencia) y digestivos (náuseas, vómitos). Provoca dermatitis.

Reacciones peligrosas: Los agentes oxidantes enérgicos como el ácido crómico y el permanganato de potasio, en medio alcalino, la descomponen en ácido acético y ácido fórmico.

Peligros de incendio: Punto de inflamación: - 19 °C. Temperatura de autoinflamación: 538 °C.

Límites de explosividad en volumen por 100 en el aire. 2.6 - 12.8.

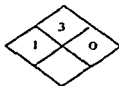
El acetona es un líquido muy inflamable que puede formar mezclas explosivas con el aire.

Los productos de la combustión son dióxido de carbono y agua.

Los incendios de acetona pueden extinguirse con dióxido de carbono o polvos químicos.

Tratamiento: Destilar la acetona a 56.5 °C para purificarla, analizarla y considerar la posibilidad de reutilizarla como disolvente.

Disposición D. Incinerar el acetona con precaución, es altamente inflamable. ⁽¹²⁾



AMONIO, SULFATO DE ⁽¹⁴⁾

Irritante



Cristales blancos. MM 132.14 d 1.77 a 50 ° C. Se descompone ≈ 280 ° C.

Soluble en agua (g / 100 g H₂O) : 76.7 (25 ° C), 103.8 (100 ° C).

Insoluble en alcohol y acetona. Soluble en agua.

Poca toxicidad.

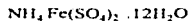
Peligros de incendio: No inflamable.

Tratamiento: Disolver el sulfato de amonio en agua y neutralizar la solución a pH 7.

Desechar al drenaje con abundante agua.

Disposición N: Ajustar el pH a neutro y desechar al drenaje con abundante agua.⁽¹²⁾

AMONIO, SULFATO FÉRRICO DE ⁽¹⁴⁾
Irritante



Cristales fluorescentes, ligeramente violeta. P.f. $\approx 37^\circ\text{C}$. d 1.71

Muy soluble en agua y prácticamente insoluble en alcohol.

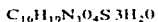
Tratamiento: Adicionar SR de H_2S para precipitar el PbS, ajustando el pH de la solución a 7 para completar la precipitación. Filtrar el FeS y enviar a un confinamiento adecuado.

Destruir el exceso de sulfuro, con hipoclorito de sodio. Neutralizar la solución antes de verter al drenaje.

Disposición: L. Convertir al sulfuro correspondiente antes de mandar a confinamiento. ⁽¹²⁾

AMPICILINA TRIHIDRATADA ⁽¹¹⁾

Irritante



Polvo cristalino blanco, inodoro. Soluble en soluciones diluidas de ácidos e hidróxidos alcalinos. Ligeramente soluble en agua; prácticamente insoluble en etanol, cloroformo, éter y aceites fijos. MM 403.46 P. f° 198-200 ° C.

Tratamiento: Mezclar con etanol e incinerar.

Disposición A : Mezclar con un disolvente combustible para su incineración.⁽¹²⁾

ARSÉNICO Y COMPUESTOS ARSENICALES⁽¹⁴⁾⁽²³⁾⁽²⁴⁾
Tóxico - Venenoso

As

Muchos derivados del arsénico son polvos poco coloridos - incluye arsenitos y arsenatos de muchos metales; el ácido arsénico y el tricloruro de arsénico son líquidos.

Riesgo: "Tóxicos por inhalación"

Seguridad/Precaución: - Cuando se use no comer, beber o fumar.

Límites: La concentración máxima tolerable de vapores en el aire es 0.1 mg.m⁻³ (como Arsénico).

Efectos tóxicos: El arsénico y todos sus compuestos son muy tóxicos. La inhalación de polvo o humos irrita las membranas mucosas causando envenenamiento arsenical.

Compuestos como el tricloruro de arsénico y el ácido arsénico irritan la piel (provocando absorción tóxica) y los ojos. Causa náuseas, vómito, diarrea, shock y muerte. Peligros crónicos: exfoliación y pigmentación de la piel, alteración de hematopoyesis, degeneración de hígado y riñones, polineuritis. Ha sido incluido como carcinógeno por la EPA.

Reacciones peligrosas: El arsénico se combina con casi todos los elementos. Las sustancias oxidantes (I₂, H₂O₂, HNO₃, etc.) oxidan el arsénico a ácido arsénico (H₃AsO₄).

El trióxido de arsénico, As₂O₃, se disuelve en HCl formando tricloruro de arsénico.

Es estable si se calienta en aire a 100 °C.

Los agentes reductores (cloruro estanoso) lo transforman en arsénico y arsina, AsH₃.

Se obtiene también la arsina por reacción de hidrógeno nascente, mezclando una sustancia arsenical con zinc y ácido clorhídrico.

El As₂O₃ es muy tóxico, 0.06 g es casi la dosis mortal para el hombre, pero lo inmuniza.

El ácido arsenioso, H₃AsO₃, es inestable; sus sales son agentes reductores.

Cuando son calentados los arsenitos se convierten en arsenatos y arsénico libre.

Los arsenitos son oxidados por los halógenos.

Peligro de incendio: Con el oxígeno del aire el arsénico reacciona con inflamación al ser calentado, dando trióxido de arsénico, As₂O₃. Muchos de los compuestos no son combustibles. Usar cualquier clase de extinguidor.

Tratamiento: Guardar los complejos de arsénico para su posterior confinamiento.

Disposición 0: Los complejos de arsénico serán enviados a un confinamiento.⁽¹²⁾

AZUFRE ⁽¹⁴⁾⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾
Irritante

S

Sólido cristalino, color amarillo. MM 32 P.f. 120 °C P. eb. 444.6 °C.

Insoluble en agua, ligeramente soluble en alcohol y éter.

El acetona disuelve 2.65 % a 25 °C

Tiene 2 formas aleotrópicas conocidas:

- Ortorrómico o α -S: cristales color ámbar d. 2.06. Es la forma estable a temperatura ambiente.
Cuando es calentada a 94.5 °C llega a ser opaca debido a la formación de sulfuro monocíclico
- Monocíclico β -S: amarillo claro, opaco, quebradizo, cristales, estables entre 94.5 ° - 120 °C
d. 1.96 a 20 °C P.f 115.2 °C

Efectos tóxicos: Es irritante a la piel y tracto respiratorio.

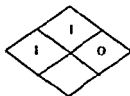
Reacciones peligrosas: Reacciona violentamente con nitrato de plata, zinc, estaño, permanganato de potasio, nitrato de amonio, halógenos, etc.

Peligro de incendio:

Límites de explosividad: 35 mg/L en aire.

Tratamiento: Sublimar el S⁰ para su purificación y analizarlo para reutilizarlo.

Disposición: A Mezclar con un disolvente combustible para su incineración. ⁽¹²⁾



BARIO, CLORURO DE ⁽¹⁴⁾⁽²⁴⁾
Irritante, altamente tóxico



Cristales blancos. MM 208.25 d 3.86 a 24 °C P. f 963 °C

Muy soluble en agua, soluble en metanol. Prácticamente insoluble en etanol, acetona.

Riesgo: "Peligroso"

Efectos tóxicos: Causa irritación respiratoria y gastroenteritis, espasmos de músculo, pulso lento, irritación y quemaduras en la piel.

Reacciones Peligrosas: Cuando se calienta a altas temperaturas y emite humos tóxicos de cloruro de bario.

Tratamiento: Adicionar H_2SO_4 diluido, reposar toda la noche para que se lleve a cabo la reacción y precipite como BaSO_4 , filtrar el sólido y guardar para su posterior entierro. Neutralizar el filtrado y verter al drenaje.

Disposición E: Convertir las sales de bario a sulfatos con H_2SO_4 diluido y sepultar en un sitio de tierra apropiado para su disposición ⁽¹²⁾

BARIO, SULFATO DE ^{(14) (21)}

Polvo blanco. Prácticamente insoluble en agua, ácido diluido, alcohol.

Soluble en ácido sulfúrico concentrado caliente. Se descompone por arriba de 1600 °C.

MM 233-40. d 4.25 - 4.5 a 15 °C.

Límites: La concentración máxima tolerable es de 2 mg.m⁻³ (como polvo respirable).

Efectos tóxicos: Puede causar irritación local de la piel y ojos. Debido a que es prácticamente insoluble en agua y ácidos no es muy tóxico. Se absorbe muy poco en el tracto gastrointestinal. La inhalación puede causar baritosis y una pneumocosis benigna.

Propiedades químicas: El sulfato de bario se puede filtrar en caliente; fundido sobre carbón con Na₂CO₃ formando sulfuro de sodio, Na₂S. Calentado con carbón es reducido a BaS. Es inalterable a la luz, calor y por los agentes químicos, y especialmente por el hidrógeno sulfurado.

Tratamiento: Guardar el BaSO₄ para su posterior confinamiento.

Disposición: O. Enviar a confinamiento. ^{(14) (21)}

CLORHÍDRICO, ÁCIDO ⁽¹⁴⁾⁽²³⁾⁽²⁴⁾
Gas altamente tóxico - No inflamable

HCl

Es un gas incoloro, sofocante. El gas clorhídrico es soluble en ácido acético, éter etílico, acetona, cloroformo, alcoholes metílico y etílico, etc. Es muy soluble en agua.

MM 36.42, d 1.2.

Riesgo: (> 10%, <25%) irrita ojos y piel
(>25%) causa quemaduras e irrita el sistema respiratorio.

Seguridad/Precaución: - Al contacto con la piel y ojos lavar con agua e ir al médico.

Límites: La concentración máxima tolerable de los vapores en el aire es de 5 ppm.

Efectos tóxicos: Los vapores son irritantes para las membranas mucosas, piel, ojos,

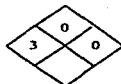
y vías respiratorias. Las soluciones provocan sobre la piel quemaduras y ulceraciones.

Reacciones peligrosas: El ácido clorhídrico es oxidado por el ácido nítrico. Los metales, con excepción de la plata, el oro, el platino y ciertas aleaciones, son atacados por las soluciones acuosas de ácido clorhídrico, con formación de hidrógeno acompañada a menudo de desprendimiento de calor. El ácido clorhídrico reacciona sobre numerosos óxidos metálicos, con formación de cloruros. Con los peróxidos, permanganatos, cromatos y persulfatos hay desprendimiento de cloro. Los carbonatos y ciertos sulfuros son descompuestos produciendo dióxido de carbono e hidrógeno sulfurado.

Peligro de incendio: El gas clorhídrico es un compuesto ininflamable e inexplosivo. Debido a su acción corrosiva sobre muchos metales, puede ser la causa de incendios y explosiones.

Tratamiento: Neutralizar la solución a pH 7 y desechar al drenaje con abundante agua.

Disposición N. Ajustar el pH a neutro y desechar al drenaje con abundante agua. ⁽¹²⁾



ESTAÑO (IV), CLORURO DE ^{(14) (22) (23)}

Corrosivo Sensible a la humedad



Líquido cáustico fumante, poco colorido. MM 260.522 P.f. -33 °C P. eb. 114 °C d 2.26.

Soluble en alcohol, tetracloruro de carbono, acetona, benceno, ácidos y bases.

Seguridad/Precaución: Tapar perfectamente el envase.

Límites: La concentración máxima tolerable de vapor en el aire es de 4 - 2 mg.m⁻¹ (como estaño).

Efectos tóxicos: El vapor irrita los ojos, el sistema respiratorio y puede causar disnea, tos, fiebre y dolor de músculos.

El líquido irrita los ojos y causa quemaduras.

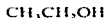
Reacciones peligrosas: Reacciona con agua formando SnO₂ con liberación de calor.

Peligros de incendio: Extinguir con polvos químicos.

Tratamiento: Adicionar SR de H₂S para precipitar como sulfuro estánico, ajustar a pH 7 para completar la precipitación. Filtrar el sólido y disponer de él. Destruir el exceso de sulfuro con hipoclorito de sodio. Neutralizar el filtrado antes de desechar al drenaje.

Disposición L: Convertir al sulfuro correspondiente antes de mandar a confinamiento.⁽¹²⁾

ETÍLICO, ALCOHOL (14) (23) (24)
Inflamable - Altamente tóxico



Es un líquido incoloro, de olor agradable y sabor cáustico. Es miscible con el agua, con los alcoholes, éter etílico, benceno y con la mayoría de los disolventes orgánicos.

MM 46.07 P.f -130 °C P.eb. 78 °C d 0.7893 a 20 °C.

Riesgo: "Altamente inflamable "

Seguridad/Precaución: - Cerrar bien el contenedor - Guardar lejos de fuentes de ignición - No fumar -

Límites: La concentración máxima tolerable de vapores en el aire es 1000 ppm (1900 mg m⁻³)

Efectos tóxicos: El etanol puede provocar irritación cutánea, por contacto repetido, irritación de las vías respiratorias, con cefalea, vértigos, náuseas y somnolencia.

Reacciones peligrosas: Reacciona con diferentes grados de violencia con un amplio intervalo de oxidantes, incluyendo AgNO₃.

Peligro de incendio: Punto de inflamación: 13 °C. Temperatura de autoignición: 363 °C.

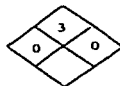
Límites de explosividad: 3.3 - 19.

Es un líquido inflamable, cuyos vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire.

Los agentes de extinción son dióxido de carbono, los polvos químicos o el agua.

Tratamiento: Destilar el etanol a 78.5 °C con las precauciones adecuadas para purificarlo, analizarlo y considerar la posibilidad de reutilizarlo como disolvente.

Disposición D Incinerar el etanol con precaución.⁽¹²⁾



ETILO, ACETATO DE ^{(14) (23) (24)}
Inflamable - Irritante



Es líquido incoloro, de olor agradable a frutas, poco soluble en el agua pero soluble en alcoholes, cetonas, éter etílico y cloroformo. MM 88.11. P.f -84 ° C. P.eb. 76.5 - 77.5 ° C. d 0.902 a 20 ° C

Riesgo: "Altamente inflamable "

Seguridad/precaución: - Guardar lejos de fuente de ignición - No fumar - No inhalar vapores - No vaciar al drenaje -

Límites: La concentración máxima tolerable de vapores en el aire es de 400 ppm (1400mg.m⁻³)

Efectos tóxicos: Los vapores son irritantes para los ojos y el sistema respiratorio.

El líquido irrita los ojos y las membranas mucosas. Puede causar dermatosis.

La inhalación prolongada causa daños a hígado y riñón.

Reacciones Peligrosas: En presencia de humedad, el ácido liberado por hidrólisis puede provocar una ligera corrosión de ciertos metales.

Los productos oxidantes reaccionan vivamente con el acetato de etilo.

Peligro de incendio: Punto de inflamación -4.4 ° C (en vaso cerrado)

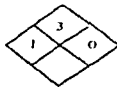
Límites de explosividad en volumen por 100 en el aire. 2.2 - 11.5.

Temperatura de autoinflamación: 426 ° C

Es un líquido inflamable y sus vapores son explosivos en mezcla con el aire. Los agentes de extinción adecuados son, el dióxido de carbono (CO₂) o los polvos químicos.

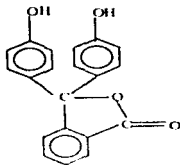
Tratamiento: Colocar en un matraz bola el acetato de etilo, adicionar solución de NaOH al 10% (para formar etanol y ácido acético), acoplar un refrigerante, calentar la mezcla a reflujo durante 1 hora, destilar el etanol a 78.5 ° C para purificarlo, analizarlo y considerar la posibilidad de reutilizarlo como disolvente, neutralizar el residuo del destilado que contiene ácido acético y desechar al drenaje con abundante agua.

Disposición D. Incinerar el acetato de etilo con precaución. ⁽¹²⁾



FENOLFTALEÍNA ⁽¹⁴⁾

Inflamable - Tóxico



Cristales blancos o ligeramente amarillos. Casi insoluble en agua. 1g se disuelve en 12 mL de alcohol, 100 mL de éter. Ligeramente soluble en cloroformo. Soluble en hidróxido de sodio o carbonato. MM 318.33. P.f 261 - 263 ° C. d 1.299 a 32 ° C.

Intervalo de pH: pH 8.3 (incoloro) - pH 10 (rojo).

Efectos tóxicos: La fenolftaleína es irritante para la piel.

Tratamiento: Adsorber con carbón activado, filtrar y guardar el sólido para su posterior incineración.

Disposición A. La fenolftaleína puede ser mezclada o disuelta en un disolvente combustible para su incineración.⁽¹²⁾

METÍLICO, ALCOHOL ⁽¹⁴⁾⁽¹²⁾⁽¹²⁴⁾
Inflamable - Altamente tóxico



Es un líquido incoloro, de olor agradable. Es miscible con el agua, alcohol etílico y éter sulfúrico. MM 32.04, P.F. -97.8 °C, P.eb. 65 °C, d. 0.7924 a 20 °C.

Riesgo: "Altamente inflamable - Tóxico por inhalación"

Seguridad/Precaución: - Cerrar bien el contenedor - Guardar lejos de fuentes de ignición - No fumar - Evitar contacto con la piel.

Límites: La concentración máxima tolerable es de 250 - 200 ppm (310-260 mg m⁻³)

Efectos tóxicos: Posee efectos acumulativos, se elimina muy lentamente, lo que explica en parte que sea más peligroso que el etanol. Por oxidación el metanol se transforma en el organismo, dando aldehído fórmico y después ácido fórmico.

Los vapores provocan irritación de las mucosas nasales y oculares, vertiges y cefaleas.

Por inhalación prolongada se provoca ceguera y por contacto con la piel, dermatosis.

Reacciones peligrosas: La reacción con los metales alcalinos puede ser brutal y dar lugar a desprendimiento de hidrógeno. La reacción con magnesio puede ser vigorosa, con bromo puede ser violenta, con hipoclorito de sodio, ácido nítrico y peróxido de hidrógeno puede ser explosiva.

Peligro de incendio: Punto de inflamación: 16 °C. Temperatura de autoinflamación: 385 °C.

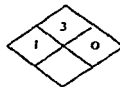
Límites de explosividad: 6.0 - 36.5

El metanol es inflamable, sus vapores forman mezclas explosivas con el aire.

Los agentes de extinción son el dióxido de carbono, polvos químicos o el agua.

Tratamiento: Destilar el metanol a -64.7 °C para purificarlo, analizarlo y considerar la posibilidad de reutilizarlo como disolvente.

Disposición D: Incinerar el metanol con precaución. ⁽¹²⁾



NÍTRICO, ÁCIDO ^{(14) (23) (24)}
Oxidante - Altamente tóxico

HNO₃

El ácido puro anhidro es un líquido incoloro y corrosivo, de olor sofocante.

Miscible con el agua. MM 63.01. P.f. -42 ° C. P. eb. 86 ° C. d 1.574 a 25 ° C.

Riesgo: (>20%-70%) causa severas quemaduras

(-70%) en contacto con material combustible causa fuego

Seguridad/Precaución: - No inhalar vapores - En contacto con los ojos lavar con agua e ir al médico - quitar la ropa contaminada

Límites: Las concentraciones máximas tolerables son de 2 - 4 ppm.

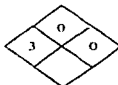
Efectos tóxicos: Los vapores y el líquido son severamente irritantes y corrosivos a todos los tejidos. La inhalación puede ser fatal

Reacciones peligrosas: El ácido es un agente de oxidación enérgico. Las soluciones concentradas pueden inflamar espontáneamente ciertas materias orgánicas, como la esencia de trementina, la madera, la paja, etc. Todos los metales, a excepción de los metales de oro, platino, iridio y torio y de ciertas aleaciones son atacados por el ácido nítrico. El acero y el aluminio en contacto con el ácido concentrado forman una película protectora de óxido, que protege el metal contra un ataque profundo. Con ciertos metales muy oxidantes como el sodio y el potasio, la reacción violenta peligrosa da lugar a desprendimiento de nitrógeno. Ataca al carbono violentamente. Los productos de combustión son anhídrido carbónico y nitrógeno; se encuentran también trazas de óxido de carbono, hidrógeno y amoníaco. El ácido concentrado reacciona violentamente con el sulfuro de hidrógeno produciendo una explosión. Los nitratos obtenidos por acción del ácido nítrico sobre los álcalis, son oxidantes enérgicos que se descomponen bajo la influencia de calor.

Peligro de incendio: Es inflamable e inexplosivo. Su poder oxidante sobre ciertos compuestos puede ser la causa de incendios y explosiones. Para la extinción de los incendios se recomienda agua en grandes cantidades.

Tratamiento: Neutralizar la solución a pH 7 y desechar al drenaje con abundante agua.

Disposición N. Ajustar el pH a neutro y desechar al drenaje con abundante agua. ⁽¹²⁾



PIRIDINA (14)(15)(24)

Inflamable - Tóxico



Es un líquido incoloro o amarillento, higroscópico. Su olor es penetrante y desagradable. MM: 79.1. P.f: -42 °C. P.eb: 115.3 °C. d: 0.987 a 20 °C.

Riesgo: "altamente inflamable - peligroso por inhalación y por contacto con la piel"

Seguridad/Precaución: En contacto con la piel y ojos lavar con agua y ir al médico

Límites: El valor límite de concentración de vapor en el aire es de:
10 ppm (30 mg.m⁻³) - 5 ppm (15 mg.m⁻³).

Efectos tóxicos: Por inhalación se manifiesta sobre el sistema nervioso por efectos depresores; por vía cutánea produce irritación sobre la piel y las mucosas.

La intoxicación se caracteriza por diferentes signos como: cefalea, vértigo, nerviosismo, anorexia, dolores abdominales, etc.

Reacciones peligrosas: Los agentes de oxidación fuertes pueden reaccionar violentamente con la piridina, como el anhídrido crómico.

Cuando la piridina se calienta a descomposición, emite humos de cianuro.

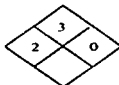
Peligro de incendio: Punto de inflamación: 20 °C. Temperatura de autoinflamación: 482 °C.

Límite de explosividad en volumen por 100 en el aire: 1.8 - 12.4.

Es un líquido inflamable, que puede formar mezclas explosivas con el aire. Los agentes de extinción son el dióxido de carbono o los polvos químicos.

Tratamiento: Destilar la piridina 115 -116° C para purificarla, analizarla y considerar la posibilidad de reutilizarla como disolvente.

Disposición: D. Incinerar la piridina con precaución. (12)



PLATA, CLORURO DE ^{(14) (17)}

Sensible a la luz

AgCl

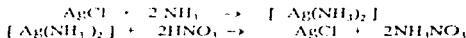
Polvo blanco, oscurece por exposición a la luz. Soluble en ácido clorhídrico, sales de amonio, carbonato de amonio, nitrato de plata. Insoluble en alcohol y ácidos diluidos.

MM 143.32. P.f. 455 °C. P.eh. 1550 °C. d. 5.560

Riesgo: "Sensible a la luz"

Efectos tóxicos: Por ingestión produce una grave gastroenteritis y shock.

Propiedades químicas: El cloruro de plata se reprecipita de la solución amoniacal por adición de ácido nítrico diluido.



No se reduce por el carbon, pero si fundiéndolo con una mezcla de carbonato de sodio.

El hierro, zinc y otros metales oxidables lo reducen en presencia de agua, especialmente si se acidula con ácido clorhídrico o ácido sulfúrico.

Tratamiento: Adicionar 50 g de Zn⁰ granulado a 100 g de AgCl en 500 mL de 4 N H₂SO₄ (precaución, esta operación será realizada en campana extractora, lejos de alguna fuente de ignición por la producción de hidrógeno, H₂ ↑). Cuando el Zn⁰ se ha disuelto, la solución es decantada y la plata cruda se mezcla nuevamente con 50 g de Zn⁰ y se trata con 500 mL de 4 N H₂SO₄. Una vez disuelto el Zn⁰, adicionar cuidadosamente 5 mL de H₂SO₄ y calentar la mezcla a 90 °C agitando unos minutos. La Ag⁰ es separada por filtración y lavada con agua destilada hasta que esté libre de sulfatos.

Para confirmar si hay presencia de AgCl en el filtrado adicionar HNO₃ concentrado, si la solución es turbia, indica la presencia de AgCl, por lo que será repetido el tratamiento con Zn⁰ y 4 N H₂SO₄. Las sales de Zinc pueden ser precipitadas como carbonatos para su disposición.⁽¹²⁵⁾

Disposición R. Recuperar o reciclar la plata.⁽¹²⁾

PLATA, NITRATO DE ⁽¹⁴⁾⁽²⁴⁾
Oxidante Altamente tóxico

AgNO_3

Cristales blancos. MM: 169.87. P.f: 212°C . P. eb: 444°C con descomposición a plata metálica, N_2 , O_2 , y NO . d: 4.352 a 19°C .

1 g se disuelve en 0.4 mL de agua, en 0.1 mL de agua hirviendo, en 30 mL de alcohol, en 6.5 mL de alcohol caliente.

Riesgo: "Causa quemaduras"

Seguridad/Precaución: En contacto con los ojos lavar con agua, y acudir inmediatamente al médico.

Límites: La concentración máxima tolerable es $0.01 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ (como plata).

Efectos tóxicos: El sólido y las soluciones irritan severamente los ojos y pueden causar quemaduras en la piel. Si es ingerido causa peligro debido a la absorción por la sangre seguido de deposición de la plata en varios tejidos del cuerpo.

Reacciones peligrosas: Es incompatible con álcalis, sales de antimonio, arsenitos, carbonatos, cloruros, yoduros, tiocianatos y, sales ferrosas.

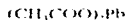
Peligro de incendio: Extinguir con agua.

Tratamiento: Adicionar HCl para precipitar el AgNO_3 como AgCl , filtrar y lavar el sólido con agua destilada. Neutralizar el filtrado y desechar por el drenaje.

Para recuperar la plata hacer el mismo procedimiento que AgCl (p. 59)

Disposición R: Recuperar o reciclar la plata. ⁽¹²⁾

PLOMO, ACETATO DE ⁽¹⁴⁾
Agente tóxico posible cancerígeno



Cristales blancos. MM: 325.29. d: 2.55 a 20 °C. P.F: 75 °C. Adsorbe CO₂ del aire y disminuye la solubilidad. Cuando se calienta rápidamente 1 g se disuelve en 1.6 mL de agua; en 0.5 mL de agua caliente y en 30 mL de alcohol.

Riesgo: "Peligroso"

Seguridad/Precaución: Tapar bien el contenedor, posible cancerígeno.

Efectos tóxicos: Altamente tóxico por ingestión, inhalación, absorción de piel.

Tratamiento: Adicionar SR de H₂S hasta pH 7 al (CH₃COO)₂Pb para completar la precipitación del PbS, filtrar el sólido y guardar para su posterior confinamiento, neutralizar la solución antes de desecho al drenaje.

Disposición: L. Convertir el (CH₃COO)₂Pb a sales de sulfuros insolubles en agua y enviar a un confinamiento adecuado ⁽¹²⁾

PLOMO, SULFURO DE ⁽¹⁴⁾⁽²³⁾⁽²⁷⁾

PbS

Polvos: cristalino de color gris del plomo y brillo metálico.

Es insoluble en ácido nítrico y ácido clorhídrico diluido. Es insoluble en agua, alcohol, MM 239,25. P.T. 1110 °C, d. 7.500.

Límites: La concentración máxima tolerable del plomo en el aire es de 0.2 mg/m³.

Efectos tóxicos: El sulfuro de plomo puede provocar una intoxicación conocida como saturnismo, debido al plomo.

El plomo absorbido es en gran parte acumulado en las vísceras o en los huesos, por ello es de patología retardada, casos que se manifiestan cuando el plomo así acumulado penetra nuevamente en el ciclo biológico.

El saturnismo se manifiesta bajo la forma de:

- manifestaciones digestivas: cólicos o dolores abdominales y constipación.
- manifestaciones sanguíneas: anemia moderada, acompañada de hemates con granulaciones basófilas.
- manifestaciones nerviosas: parálisis de los extensores de los dedos.
- manifestaciones renales: nefritis.

Propiedades químicas: Tratado con peróxido de hidrógeno se transforma en sulfato de plomo. El ácido nítrico lo transforma en nitratos y sulfatos de plomo, y el ácido clorhídrico concentrado lo ataca desprendiendo sulfuro de hidrógeno.

Peligro de incendio: El plomo es moderadamente inflamable y explosivo.

Tratamiento: Guardar el PbS para su posterior confinamiento.

Disposición: O. Enviar a confinamiento. ⁽¹²⁾

POTASIO, YODURO DE ⁽¹⁴⁾

Irritante Sensible a la luz

KI

Gránulos blancos. MM 166.02 P.f 680 ° C d 3.12.

1 g se disuelve en 9.7 mL de agua, 0.5 mL de agua caliente, en 22 mL de alcohol, en 8 mL de alcohol caliente y en 75 mL de acetona.

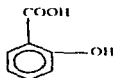
Reacciones químicas: Sensible al aire, si se expone al aire adquiere color amarillo debido a que se descompone en yodo que se libera y en yodato; la luz y humedad aceleran la descomposición.

La solución acuosa es incolora, pero con el tiempo es amarilla debido a la oxidación, una pequeña cantidad de álcali previene esto. Volatiliza a altas temperaturas.

Tratamiento: Adicionar exceso de agua con precaución y ajustar el pH a neutro.

Adsorber con carbón activado la coloración del yodo, filtrar y empaquetar el sólido para su posterior disposición. Verter la solución acuosa al drenaje con abundante agua.

Disposición N. Adicionar exceso de agua, ajustar el pH a neutro, separar el sólido y empaquetar para su disposición. Verter la solución acuosa al drenaje. ⁽¹²⁾

SALICÍLICO, ÁCIDO⁽¹⁴⁾⁽²³⁾
Sensiblemente tóxico

Polvo cristalino blanco. Se disuelve 1g en 460 mL de agua, 15 mL de agua caliente, en 2.7 mL de alcohol, en 3 mL de acetona, en 42 mL de cloroformo y en 3 mL éter.

Sublima a 76 °C. MM 138.12. P.f 158 - 160 °C. P.cb. 211 °C.

Riesgo: "Sensiblemente tóxico"

Límites: Concentración máxima permitida: No hay nada establecido.

Efectos tóxicos: Irritante a la piel, ojos, vías respiratorias y membranas mucosas.

Provoca el síndrome del salicismo: dolor de cabeza, vértigo, ruido de oídos y sordera, disminución de la visión, sudoración, vómito, diarrea, dolor abdominal, erupciones de la piel.

Reacciones Peligrosas: Es incompatible con sales de fierro, éter, yoduro y acetato de plomo.

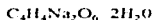
Peligro de incendio: Punto de inflamación: 157 °C. Temperatura de autoinflamación: 545 °C.

El ácido salicílico es inflamable. Los agentes de extinción son el dióxido de carbono y polvos químicos.

Tratamiento: Recristalizar en agua caliente, enfriar con baño de hielo y filtrar.

Secar los cristales, determinar el P.f (158 - 160) °C y usar como reactivo.

Disposición A. El ácido salicílico puede ser mezclado o disuelto en un disolvente combustible para su incineración.⁽¹²⁾

SODIO DIHIDRATADO, TARTRATO DE ⁽¹⁴⁾

Cristales blancos. MM 230.08 d 1.82

Soluble en 3 partes de agua fría, 1.5 partes de agua hervida. Insoluble en alcohol.

La solución acuosa es poco alcalina.

Tratamiento: Disolver el tartrato de sodio en agua caliente, enfriar y filtrar para retener el sólido para su posterior reutilización.

Disposición A. Mezclar con un disolvente combustible para su incineración. ⁽¹²⁾

SODIO, SULFATO DE ⁽¹⁴⁾ (24)

Polvo blanco. Soluble en 3.6 partes de agua. La solubilidad en agua disminuye por la presencia de cloruro de sodio; es soluble en glicerol e insoluble en alcohol.

Es irritante, higroscópico.

MM 322.22. P.f 32.4 °C. d 1.46.

Efectos tóxicos: El sulfato de sodio es lentamente absorbido por el tracto digestivo.

Debido a su actividad osmótica, saca agua entre el lumen del intestino lo que provoca la purga.

A pesar de que no tiene significancia toxicológica, se ha visto que la ingestión crónica de sulfatos como purgante altera el metabolismo calcico (descalcificación de los huesos, osteomalacia) y por formación de sulfato de calcio insoluble.

Tratamiento: Adicionar agua al Na_2SO_4 , agitar y verter al drenaje con abundante agua.

Disposición: N. Adicionar exceso de agua y derramar la solución acuosa al drenaje con abundante agua. ⁽²⁾

SULFÚRICO, ÁCIDO ⁽¹⁴⁾⁽²³⁾⁽²⁴⁾
Oxidante - Corrosivo



Es un producto corrosivo y cáustico, se presenta como líquido incoloro, inodoro.

Emite a temperatura normal, humos blancos de olor picante y penetrante.

MM 98.08. P.f 10.49 ° C. P.eb. 290 ° C. d 1.836 a 25 ° C

Riesgo: (>5%,<15%) irrita ojos y piel

(>15%) causa severas quemaduras.

Seguridad/Precaución: (>15%) nunca adicionar agua a este producto.

En contacto con piel y ojos lavar con agua e ir al médico.

Límites: La concentración máxima tolerable de vapores en el aire es de 1mg/m³.

Efectos tóxicos: Produce quemaduras, queratoconjuntivitis y lesiones de párpados, con riesgo de secuelas. La inhalación de los vapores puede provocar irritación respiratoria, con disnea, tos, bronquitis crónica. La exposición prolongada a los vapores de ácido puede provocar necrosis dentales.

Reacción peligrosa: El ácido concentrado es un oxidante y deshidratante. Reacciona con muchas materias orgánicas y con metales, proporcionando una gran cantidad de calor. La reacción puede ser explosiva. Los principales metales son atacados por el ácido sulfúrico con desprendimiento de hidrógeno. El ácido diluido ataca el zinc, el hierro y el cobre. En caliente casi todos los metales reaccionan con él.

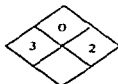
Peligro de incendio: El ácido es inflamable e inexplosivo; debido a su acción corrosiva sobre muchos metales, acción que va acompañada de desprendimiento de hidrógeno, puede ser causa de incendios y explosiones. Evitar la presencia de toda fuente de ignición.

El contacto del ácido con distintos productos, tales como materia orgánica oxidable, metales pulverizados, carburos, cloratos, cromatos, permanganatos, nitratos, ferrosilicio, etc, puede provocar incendios y explosiones.

Extinguir el fuego con polvos químicos. **NO USAR AGUA.**

Tratamiento: Neutralizar la solución a pH 7 y desechar al drenaje con abundante agua.

Disposición N. Ajustar el pH a neutro y desechar al drenaje con abundante agua.⁽¹²⁾



YODO ^(100%)
Corrosivo Altamente tóxico

I_2

Polvo negro azulado. MM 126.91 P. f. 113.5 °C P. eb. 184 °C. d. 4.93.

Sublima fácilmente dando un vapor violeta.

Soluble en alcohol a 15 °C, cloroformo, éter, glicerina. Insoluble en agua.

Riesgos: "Peligro por inhalación y contacto con la piel"

Seguridad/Precaución: No inhalar vapores, evitar contacto con los ojos. Cuando se trabaja con I_2 debe hacerse con mucho cuidado ya que los cristales de I_2 esparcidos se subliman muy fácilmente a la temperatura ambiente, produciendo vapores que contaminan la atmósfera del laboratorio, que causa corrosión de las partes metálicas de los instrumentos. Por tanto, todas las operaciones deben ser efectuadas bajo la campana de extracción.

Límites: La concentración máxima tolerable de vapores en el aire es 0.1 ppm (1 mg m⁻³).

Efectos tóxicos: El vapor irrita todas las partes del sistema respiratorio. El vapor y el sólido irritan los ojos. El sólido quema la piel.

Reacciones peligrosas: Forma compuestos explosivos con amonio, reacciona con etanol y fósforo.

Peligros de incendio: Extinguir con polvos químicos.

Tratamiento: Sublimar el I_2 para su purificación y analizarlo para reutilizarlo.

Disposición: P. Recuperar o reciclar el I_2 . ⁽¹²⁾

ZINC, CLORURO DE ⁽¹⁴⁾⁽²³⁾⁽²⁴⁾
Corrosivo Tóxico



Gránulos blancos finos. MM 136.29 P-f 290 °C P. eb. 732 °C d 2.907 a 25 °C. Soluble en agua: 432 g/100 g (25 °C); 1 g se disuelve en ≈ 0.2 mL de 2 % HCl; en ≈ 1 mL en alcohol; ligeramente soluble en acetona.

Con mucha agua se forma el oxiclورو de Zinc.

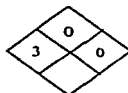
Riesgo: "Causa quemaduras"

Efectos tóxicos: Moderado irritante de piel o membranas mucosas, la exposición prolongada puede producir dermatitis, asma e inflamación de la córnea y efectos gastrointestinales y respiratorios fatales.

Peligros de incendio: Usar cualquier extinguidor.

Tratamiento: Adicionar SR de H₂S para precipitar como sulfuro de Zinc, ajustar a pH 7 para completar la precipitación. Filtrar el sólido y disponer de él. Destruir el exceso de sulfuro con hipoclorito de sodio. Neutralizar el filtrado antes de desechar al drenaje.

Disposición 1.. Convertir al sulfuro correspondiente antes de mandar a confinamiento.⁽¹²⁾



ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

ANEXO C

CLAVE CRETIB

En el laboratorio se manejan diferentes sustancias y se generan diferentes residuos; unos son peligrosos y otros no. Para clasificar en forma rápida los residuos y para reconocer su grado de peligrosidad se han unido varias siglas que se conocen como las características CRETIB de sustancias o de residuos.⁽²⁰⁾

CORROSIVIDAD

Se considera peligrosa una sustancia corrosiva cuando presenta cualquiera de las siguientes características:

- En estado líquido o en solución acuosa presenta un pH sobre la escala menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5
- En estado líquido o en solución acuosa y a temperatura de 55 °C es capaz de corroer el acero o al carbón a una velocidad de 6.5 mm o más por año.

REACTIVIDAD

Material que genera gases o vapores tóxicos por haber reaccionado violentamente.

Un residuo se considera peligroso por su reactividad cuando presenta cualquiera de las siguientes características:

- Bajo condiciones normales se combina o polimeriza violentamente sin detonar.
- En condiciones normales cuando se pone en contacto con agua reacciona violentamente formando gases, vapores o humos
- Bajo condiciones normales cuando se ponen en contacto con ácido o bases reaccionan violentamente formando gases, vapores o humos.
- Posee en su constitución cianuros o sulfuros que cuando se exponen a condiciones específicas generan gases, vapores o humos tóxicos.
- Es capaz de producir radicales libres

EXPLOSIVIDAD

Material que reacciona violentamente.

Un residuo se considera peligroso por su explosividad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Tiene una constante de explosividad igual o mayor a la de dinitrobenzeno.
- Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25 °C y 1.03 Kg/cm² de presión.

TOXICIDAD

Material que al someterse a una prueba específica, demuestre contener ciertas sustancias listadas como peligrosas.

Un residuo se considera peligroso por su toxicidad cuando presenta la siguiente propiedad:

- Cuando se somete a la prueba de extracción para toxicidad conforme a la NOM-CRP-002-ECOL/1993, el lixiviado de la muestra representativa contenga cualquiera de los constituyentes listados como peligrosos en concentraciones mayores a los límites permitidos.

INFLAMABILIDAD

Material que crea fuego bajo ciertas condiciones.

Un residuo se considera peligroso por su inflamabilidad cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- En solución acuosa contiene más de 24 % de alcohol en volumen.
- Es líquido con punto de ignición por debajo de 60 ° C.
- No es líquido pero es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos.

BIOLÓGICO-INFECCIOSO

Material que contenga microorganismos o toxinas con capacidad de infección bajo ciertas circunstancias.

Un residuo con características biológico infecciosas se considera peligroso cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Cuando contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de infección.
- Cuando contiene toxinas producidas por microorganismos que causan efectos nocivos a seres vivos.

ANEXO D

MATERIALES PELIGROSOS.
ETIQUETAS DE ADVERTEN-
CIA

La siguiente información es facilitar el almacenamiento, manipuleo y transportación de materiales peligrosos y ayudar a reconocer el tipo de peligro.

Clasificación de sustancias peligrosas asociadas con las clases de peligro: ⁽²⁷⁾

- Clase 1. Explosivos.
- Clase 2. Gases.
- Clase 3. Líquidos inflamables.
- Clase 4. Sólidos o sustancias inflamables.
- Clase 5. Sustancias oxidantes.
- Clase 6. Tóxicos y sustancias infecciosas.
- Clase 7. Sustancias radioactivas.
- Clase 8. Corrosivos.
- Clase 9. Otras.

• **Explosivos**

Clase 1

Ej. A. Dinamita B. Cohetes C. Fuegos artificiales

Explosivos A. Es capaz de explotar con una pequeña chispa.

B. Son muy combustibles

C. Pueden explotar bajo alto calor cuando los paquetes son unidos estrechamente

Peligro/Precaución: No fumar, flamear o sacar chispas. Puede explotar si gota, cae, se agita o producen chispas.



• **Gases comprimidos**

Clase 2

Ej. Acetileno, Cloro

Requieren almacenamiento y manipuleo bajo presión en cilindros de gas comprimido.

Peligro/Precaución: El contenido puede explotar en calor o fuego. En contacto con líquido puede causar lesión cutánea producida por el frío. Pueden ser inflamables, tóxicos, explosivos, irritantes y corrosivos. Pueden ser extremadamente peligrosos.



Líquidos inflamables

Clase 3

Ej. Éter, Acetona, Gasolina, Tolueno, Penteno

Líquidos con un punto de inflamación menor de 100 °F.

Peligro/Precaución: No fumar, flamear o sacar chispas. Los vapores son un peligro de explosión. Pueden ser tóxicos. Si es tóxico puede causar la muerte cuando es inhalado, ingerido o al contacto con la piel.



- Sólidos inflamables

Clase 4 Ej. Resinato de calcio, Potasio metálico

Sólo material sólido que, bajo ciertas condiciones pueda causar fuego o pueda fácilmente causar incendio o ignición.

Peligro/Precaución: Puede hacer ignición cuando explota en aire o humedad, o aún después de extinguirse. El fuego puede producir irritación o gases tóxicos. Al contacto, puede causar quemaduras en la piel y ojos. Peligro cuando llueve.

Clase 4 Ej. Magnesio metálico, Fosfito de aluminio, Hidruro de litio

Incluye sólidos inflamables que son reactivos con agua

Peligro/Precaución: Puede hacer ignición en presencia de humedad, o aún después de que el fuego es extinguido. Al contacto, puede causar quemaduras en la piel y ojos. Al contacto con la piel puede ser tóxico. La inhalación de los vapores puede ser peligrosa. Prohibido fumar en el área.



- Material oxidante

Clase 5 Ej. Permanganato de calcio, Hipoclorito de calcio, Perclorato de bario, Peróxido de hidrógeno, Nitrato de amonio

Son químicamente reactivos y proporcionan calor y oxígeno para mantener una combustión.

Peligro/Precaución: Puede hacer ignición en combustibles (madera, papel, etc.). Reacciona violentamente con combustible. El fuego puede producir humos tóxicos. Vapores y cenizas pueden ser irritantes. Al contacto puede quemar piel y ojos.



- **Material tóxico**
Clase 6 Ej. Gas cianogeno, Cianuro de plomo, Paration
 Son extremadamente tóxicos a personas y animales.
 El grado de peligrosidad es la palabra clave:
 Veneno Altamente tóxico
 Peligro Moderadamente tóxico
 Advertencia Menos tóxico

Leer la etiqueta cuidadosamente para informarse sobre el almacenamiento y seguridad.

Peligro/Precaución: Puede causar rápidamente la muerte si es inhalado, ingerido o al contacto. Puede ser inflamable, explosivo, corrosivo o irritante. Puede ser extremadamente peligroso.



- **Material irritante**
Clase 6 Ej. Gas lacrimógeno
 Causa lagrimeo, vómito, asfixia e irritación de la piel.

Peligro/Precaución: Puede causar dificultad en la respiración. Puede quemar pero no produce ignición fácilmente. Expuesto en áreas cerradas puede ser peligroso. Puede causar lagrimeo, náuseas o irritación de la piel.



- **Material biomédico**
Clase 6 Ej. Virus

Pueden causar enfermedades infecciosas.

Peligro/Precaución: Puede haber ignición si el transporte es inflamable. El contacto puede causar enfermedades infecciosas.



- **Material radioactivo**
Clase 7 Ej. Torio ²³², Carbono ¹⁴, Radio ²²⁶

El grado de peligro variará dependiendo del tipo y cantidad del material.

Peligro/Precaución: Evitar el contacto. Las personas deben usar guantes de plástico. El daño será monitoreado al igual que la seguridad del paquete, bajo la vigilancia de un monitor radiológico. Las personas que estén en contacto directo serán retiradas del lugar de derramamiento (pero permanecerán en el área) hasta ser monitoreadas y descontaminadas.



- **Corrosivos**
Clase 8 Ej. Hidróxido de sodio, Ácido clorhídrico, líquidos alcalinos.

Incluyen materiales que causan destrucción del tejido humano y corroen el metal y muchos envases al contacto.

Peligro/Precaución: Al contacto causan quemaduras en la piel y ojos. Pueden ser peligrosos si son inhalados. El fuego puede producir humos tóxicos. Pueden reaccionar violentamente con el agua. Producen ignición con combustibles. Pueden acumular gases explosivos.



- Otros materiales regulados (other Regulated Materials), ORMS.

Clase 9

Esta clasificación se aplica a materiales que poseen un inmoderado riesgo a la salud y seguridad y no son cubiertos bajo los materiales peligrosos de los requerimientos de advertencia de etiquetado.

- ORM-A Ej. 1,1,1-Tricloroetano, Tricloroetileno, cloroformo, Tetracloruro de carbono
Incluye materiales como anestésicos, irritantes, tóxicos y nocivos.
- ORM-B Ej. Cloruro de plomo, Mercurio metálico, Óxido de bario
Materiales específicamente nombrados que causan daños de corrosión al ser derramados.
- ORM-C Ej. Cloruro de calcio, Baterías de litio (para disposición),
Materiales magnetizados, Asbestos
Materiales específicamente nombrados y con características que los hacen inadecuados para el envío.
- ORM-D Ej. Spray, lociones
Materiales cubiertos como consumo de comodidades que presentan un peligro limitado debido a la forma, cantidad o empaquetamiento.
- ORM-E Ej. Residuos peligrosos y Sustancias peligrosas
Materiales cubiertos que no son incluidos en otra clase de peligros pero son regulados por ORM.

ANEXO E

ETIQUETAS DE IDENTIFICA-
CIÓN DE PELIGROS

Identificación de Peligros a la salud⁽²⁷⁾
código de color: Azul

4. Materiales que con poca exposición causarían muerte o mayor daño residual.

Pronto tratamiento médico.

3. Materiales que en corta exposición causarían temporalmente serios daños residuales.

Pronto tratamiento médico.

2. Materiales que sobre intenso o continua exposición causarían temporalmente incapacidad o posibles daños residuales.

Pronto tratamiento médico.

1. Materiales que sobre exposición causarían irritación con menor daño residual.

0. Materiales que al exponerse bajo condiciones de fuego no ofrece peligro mas allá que de materiales combustibles ordinario.

Identificación de inflamabilidad⁽²⁷⁾
código de color: Rojo

4. Materiales que rápidamente o completamente vaporicen a la presión atmosférica, temperatura ambiente o que rápidamente se dispersen en el aire e incendien.

3. Líquidos y sólidos que pueden provocar ignición bajo condiciones ambientales.

2. Materiales que deben ser moderadamente calentados o expuestos a altas temperaturas antes de que la ignición pueda ocurrir.

1. Materiales que deben ser precalentados antes de que la ignición pueda ocurrir.

0. Materiales que no se quemar.

Identificación de reactividad (estabilidad)⁽²⁷⁾
código de color: Amarillo

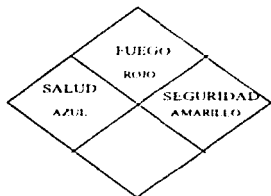
4. Materiales que son capaces de sufrir detonación, descomposición explosiva o reacción a presión y temperatura normal.

3. Materiales que son capaces de detonar o explotar pero requieren una fuente o calentamiento antes de iniciar o reaccionar explosivamente con el agua.

2. Materiales que son normalmente inestables y fácilmente sufren cambios químicos violentos pero no detonan. También materiales que puedan reaccionar violentamente con agua o que puedan formar mezclas explosivas con agua.

1. Materiales que son normalmente estables, pero pueden llegar a ser inestables a elevada temperatura y presión o puedan reaccionar con agua con alguna descarga de energía pero no violentamente.

0. Materiales que son normalmente estables, bajo condiciones de exposición a fuego y no son reactivos con agua.



ANEXO F

MANEJO Y DISPOSICIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS EN EL LABORATORIO

Incompatibilidad química ⁽⁷⁾

Este término se refiere a sustancias químicas que pueden reaccionar con otras:

- Violentemente
- Con evolución de calor
- Producen productos inflamables
- Producen productos tóxicos

Lista parcial de incompatibles (Peligro por toxicidad)

Las sustancias de la izquierda deben ser manejadas y almacenadas de manera que no entren en contacto accidental con los correspondientes de la columna central, porque pueden producirse gases tóxicos, enlistados en la columna derecha •

Materiales arseniosos	Algunos agentes reductores	Arsina
Ácidos	Ácidos	Hidroácidos
Cianuros	Ácidos	Ácido cianhídrico
Hipocloritos	Ácidos	Cloro o ácido hipocloroso
Nitratos	Ácido sulfúrico	Dióxido de nitrógeno
Ácido nítrico	Cobre, latón y algunos	Dióxido de nitrógeno
	Metales pesados	
Nitritos	Ácidos	Vapores nitrosos
Fósforo	Alcalis causticos o agentes reductores	Fosfina
Seleniuros	Agentes reductores	Selenuro de hidrógeno
Sulfuros	Ácidos	Ácido sulfhídrico
Teluros	Agentes reductores	Ácido telúrico

• Para mayor información consultar Handbook of Chemistry and Physics, 1992.

Disposición de sustancias tóxicas ⁽⁷⁾

Con frecuencia es deseable precipitar cationes tóxicos o aniones peligrosos de soluciones para facilitar su recuperación o disposición. En la Tabla 1 se enlistan los precipitantes para algunos cationes comunes. Muchos cationes pueden ser precipitados como sulfuros por la adición de una solución de sulfuro de sodio a una solución neutra del catión (Tabla 2).

El control de pH es importante porque algunos sulfuros pueden redisolverse en exceso del ion sulfuro. Después de la precipitación, el exceso de sulfuro puede ser destruido por adición de hipoclorito.

Muchos cationes metálicos son precipitados como hidróxidos u óxidos a pH alto. Muchos de estos precipitantes pueden redisolverse en exceso de base, por ello es necesario controlar el pH. La Tabla 3 muestra el intervalo de pH recomendado para precipitar algunos cationes en su estado de oxidación más común. La notación "1 N" a la derecha de la columna indica que el precipitado no se disolverá en 1 N de NaOH (pH 14).

La Tabla 4 muestra precipitantes para algunos aniones peligrosos.

TABLA 1
Toxicidad Relativa de Cationes

Altamente peligrosos	Precipitante	Bajo peligro tóxico	Precipitante
Antimonio	OH^- , S^{2-}	Aluminio	OH^-
Arsénico	S^{2-}	Bismuto	OH^- , S^{2-}
Bario	SO_4^{2-} , CO_3^{2-}	Calcio	SO_4^{2-} , CO_3^{2-}
Berilio	OH^-	Cerio	OH^-
Cadmio	OH^- , S^{2-}	Cobre	OH^- , S^{2-}
Cromo (III)	OH^-	Estroncio	SO_4^{2-} , CO_3^{2-}
Manganeso (II)	OH^- , S^{2-}	Estaño	OH^- , S^{2-}
Mercurio	OH^- , S^{2-}	Hierro	OH^- , S^{2-}
Níquel	OH^- , S^{2-}	Magnesio	OH^-
Plata	Cl^- , OH^- , S^{2-}	Oro	OH^- , S^{2-}
Plomo	OH^- , S^{2-}	Zinc	OH^- , S^{2-}
Selenio	S^{2-}		

TABLA 2
Precipitación de Cationes como Sulfuros

Precipitación a pH 7	No precipita a pH bajo	Forma un complejo soluble a pH alto
Ag ⁺ ^a		X
As ³⁺ ^a		X
Au ³⁺		
Bi ³⁺		
Cd ²⁺		
Cr ³⁺ ^a		
Cu ²⁺		
Fe ²⁺ ^a	X	
Hg ²⁺		X
Mn ²⁺	X	
Pb ²⁺		
Sn ²⁺		X
Zn ²⁺	X	

- a El estado de oxidación de estos iones es reducido por el ion sulfuro y precipitado como sulfuro.

TABLA 3
 Intervalo de pH para la precipitación de hidróxidos y óxidos de metales

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 → pH
Ag ⁺										→
As ³⁺										
As ⁵⁺										
Be ²⁺										
Cr ³⁺										
Cu ⁺										
Cu ²⁺										
Fe ²⁺										
Fe ³⁺										
Hg ⁺										
Hg ²⁺										
Hg ₂ ²⁺										
Mn ²⁺										
Mn ⁴⁺										
Pb ²⁺										
Sn ²⁺										
Sn ⁴⁺										
Zn ²⁺										

TABLA 4
Toxicidad Relativa de aniones

Aniones altamente peligrosos	Tipo de peligro ^a	Precipitante	Aniones poco peligrosos
Amida, NH_2^-	F, E	-	Bisulfito, HSO_3^-
Arsenato, AsO_4^{3-} , AsO_4^{2-}	T	Cu^{2+} , Fe^{2+}	Borato, BO_3^{3-}
Arsenito, AsO_3^{3-} , AsO_3^{2-}	T	Pb^{2+}	Bromuro, Br^-
Azida, N_3^-	E, F ^b	-	Carbonato, CO_3^{2-}
Bromato, BrO_3^-	O, E	-	Cloruro, Cl^-
Clorato, ClO_3^-	O, E	-	Cianato, OCN^-
Cromato, CrO_4^{2-} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	T, O	c	Hidróxido, OH^-
Cianuro, CN^-	T	-	Ioduro, I^-
Ferricianuro, $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$	T	Fe^{2+}	Oxido, O^{2-}
Ferrocianuro, $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	T	Fe^{3+}	Fosfato, PO_4^{3-}
Fluoruro, F^-	T	Ca^{2+}	Sulfato, SO_4^{2-}
Hidruro, H^-	F	-	Sulfito, SO_3^{2-}
Hidropéroxido, O_2H^-	O, E	-	Tiocianato, SCN^-
Hidrosulfuro, SH^-	T	-	
Hipoclorito, OCl^-	O	-	
Iodato, IO_3^-	O, E	-	
Nitrato, NO_3^-	O	-	
Nitrito, NO_2^-	T, O	-	
Perclorato, ClO_4^-	O, E	-	
Permanganato, MnO_4^-	T, O	d	
Peróxido, O_2^{2-}	O, E	-	
Sulfuro, S^{2-}	T	-	

a T tóxico O oxidante F inflamable E explosivo

b Amidas metálicas fácilmente forman peróxidos explosivos en presencia de aire.

c Reduce y precipita como Cr(III)

d Reduce y precipita como Mn(II)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Cortinas Cristina y Vega Gleason Sylvia. Residuos Peligrosos en el Mundo y en México. Edit. SEDESOL., México D.F., 1993.
- (2) Rivero Serrano Octavio [Comp.] Pérez García Enrique. Los Residuos Peligrosos en México. Edit. PUMA, México D.F., 1996. p.11.
- (3) Rivero Serrano Octavio [Comp.] Toledo Cortina Gabriela. Residuos Peligrosos. Edit. PUMA, México D.F., 1995.
- (4) Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente. Edit. DELMA, Estado de México, 1997.
- (5) Diario Oficial de la Federación. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo. Enero, 1997.
- (6) Environmental Management Systems, Specification with Guidance for Use. International Organization for Standardization, 1995.
- (7) CRC. Encyclopedia of Chemistry and Physics. 73rd Ed., CRC PRESS, 1992.
- (8) Reactivos, Productos químicos, Diagnóstica. Edit. Merck, Darmstadt, Alemania, 1996.
- (9) Campos Roberto. Enlaces Merck, Reactivos. Edit. Merck, 1995.
- (10) Manual de Experimentos de Química Orgánica II, QER. Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química, 1989.
- (11) Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Salud, 6ª Ed., 1994.
- (12) Aldrich. Catálogo de Productos Químicos finos. México, 1988-1989.
- (13) A. Connors Kenneth. Curso de Análisis Farmacéutico. Edit. REVERTÉ S.A. 1980. p.216.
- (14) The Merck Index. 12ª Ed., Edit. MERCK & Co., INC., Whitehouse Station, NJ, 1996.
- (15) G. Devoré y E. Muñoz Mena. Química Orgánica. 17ª Ed., Edit. PUBLICACIONES CULTURAL, México, 1988. p. 438.
- (16) H. D. Durst. Química Orgánica Experimental. Edit. REVERTÉ S.A., 1985. p.525-5226.
- (17) I. Vogel Arthur. Química Analítica Cualitativa. 5ª Ed., Edit. KAPELUSZ, Buenos Aires 1974. p.140.
- (18) A. P. Kreskov y A.A. Yaroslávsev. Curso de Química Analítica Análisis Cuantitativo. Mir Moscú, p.250-251.
- (19) Snell and Snell. Colorimetric Methods of Analysis. 3ª Ed., Edit. D. VAN NOSTRAND COMPANY, INC., p. 321 Vol. 2.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (20) J.G. Dick Química Analítica Edit. EL MANUAL MODERNO, S.A., México D.F., 1979 p. 264.
- (21) Vogel's Textbook of Quantitative Inorganic Analysis Longman London and New York, p. 687-688.
- (22) Nordmann Análisis Cualitativo y Química Inorgánica 15ª Ed., Edit. CONTINENTAL, S.A., 1981 p. 303.
- (23) S.G. Luxon Hazards in the Chemical Laboratory 5ª Ed., Edit. ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY, 1992.
- (24) J. Mahn William Academic Laboratory Chemical Hazards Guidebook Edit. VAN NOSTRAND REINHOLD, New York, 1991.
- (25) A. Alberty Robert, Chairm Committee on Hazardous Substances in the Laboratory, Commission on Physical Sciences, Mathematics and Resources National Research Council Prudent Practices for Disposal of Chemical from Laboratories Edit. NATIONAL ACADEMIC PRESS, Washington, D.C., 1983.
- (26) Comité técnico: Santos de Flores Elvira, Korkowski Pless y Gavilán García Irma Gaceta Facultad de Química, UNAM
- (27) J. Mahn William Fundamentals of Laboratory Safety, Physical Hazard in the Academic Laboratory Edit. VAN NOSTRAND REINHOLD, New York, p. 163-171.