

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

Química Analítica **Básica**

(Manual de Laboratorio para Farmacia)

Delia Reyes Jaramillo
Sonia Rincón Arce
Enrique Ramos López
Iván Santillán Cano



Edición **UNAM** **es** **FESC**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICAS
SECCIÓN DE QUÍMICA ANALÍTICA

Química Analítica Básica

(Manual de Laboratorio para Farmacia)

Asignatura:

Clave: 1447

Carrera: Licenciatura en Farmacia

Clave: 10540

Autores:

Delia Reyes Jaramillo

Sonia Rincón Arce

Enrique Ramos López

Iván Santillán Cano

Revisión: enero-2012

Vigencia: 2012-II

AGRADECIMIENTOS

A los profesores:

M. en FQ. Verónica Altamirano Lugo

Dra. Margarita Rosa Gómez Moliné

Q.F.B. Salvador Zambrano Martínez

Por su colaboración en el diseño de los objetivos particulares y diagramas ecológicos de las prácticas.

ÍNDICE

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	9
Objetivo general de la asignatura	9
Responsables de la asignatura	10
Reglamento interno de laboratorio	11
Calendarización	14
Relación de prácticas con la unidad temática de la asignatura	16
Evaluación	17
PRÁCTICAS	21
PRÁCTICA 1. Cualitativa ácido-base Soluciones amortiguadoras ácido-base	23
PRÁCTICA 2. Cuantitativa ácido-base Determinación de naproxen con NaOH	31
PRÁCTICA 3. Cualitativa complejos Formación y estabilidad de complejos	39
PRÁCTICA 4. Cuantitativa complejos Determinación de calcio en tabletas con EDTA	49
PRÁCTICA 5. Cualitativa óxido-reducción Estudio de la espontaneidad de las reacciones óxido-reducción	57
PRÁCTICA 6. Cuantitativa óxido-reducción Determinación de hierro en comprimidos de FeSO ₄ con permanganato de potasio	69
PRÁCTICA 7. Cualitativa solubilidad-precipitación Estudio de los parámetros que influyen en la solubilidad y la precipitación	81
PRÁCTICA 8. Cuantitativa solubilidad-precipitación Determinación de cloruros en suero de electrolitos orales con nitrato de plata	91
Bibliografía consultada	97
Apéndice. Fichas de seguridad	99

INTRODUCCIÓN

La licenciatura en Farmacia, proporciona los conocimientos fundamentales para la realización y supervisión de procedimientos y técnicas en la determinación e investigación de fármacos, cosméticos y productos para la higiene.

El alumno de la licenciatura en Farmacia tendrá habilidades para el análisis y determinación de la actividad biológica y valor terapéutico de las sustancias medicamentosas; también para adaptar y modificar la tecnología farmacéutica ya existente, o, de ser necesario, crearla aplicando los métodos analíticos, químicos, biológicos y farmacéuticos para su producción.

A través de las herramientas que la química analítica proporciona, el egresado estará capacitado para responder las siguientes interrogantes: ¿Qué elemento está presente en un medicamento cosmético o producto para la higiene (análisis cualitativo)? y ¿En qué cantidad se encuentra (análisis cuantitativo)?

El manual de Química Analítica Básica tiene como metas:

- ❖ Ejemplificar de manera práctica el estudio del equilibrio químico con intercambio de una partícula en medio acuoso, y mostrar su aplicación en las industrias: farmacéutica, cosmética, química y afines.
- ❖ Aportar los principios fundamentales que se requieren para la comprensión y el estudio de las asignaturas relacionadas como son: Química Analítica Aplicada y Análisis Instrumental.

OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA

Curso teórico

Que al final del semestre, el alumno sea capaz de integrar y aplicar los conceptos del equilibrio químico (ácido-base, complejos, oxido-reducción y precipitación), con intercambio de una partícula en medio acuoso, en la comprensión y aplicación de

técnicas analíticas cualitativas y cuantitativas para el análisis de muestras de interés en el área farmacéutica.

Curso experimental

Al finalizar el semestre, el estudiante de química analítica básica será capaz de aplicar los conocimientos adquiridos, en el curso teórico, en la comprensión de las prácticas cualitativas y cuantitativas consideradas en este manual, así como manejar el material, reactivos químicos y equipo adecuadamente.

Los requisitos del producto se desglosan en cada práctica como objetivos particulares.

RESPONSABLES DE LA ASIGNATURA

RESPONSABLE DE SECCIÓN

Q. Sonia Rincón Arce

RESPONSABLE DE ASIGNATURA

Q. F.B. Delia Reyes Jaramillo

RESPONSABLE DE LABORATORIO

M. en C. Enrique Ramos López



Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Departamento de Ciencias Químicas

Sección de Química Analítica

REGLAMENTO INTERNO DE LABORATORIO

1. Es obligatorio el uso de bata y lentes de seguridad en el laboratorio. No está permitido quitarse el equipo de seguridad durante la sesión experimental.
2. Se deberán conservar limpias las instalaciones (en especial campanas de extracción, canaletas y tarjas de las mesas de laboratorio), el material y el equipo de trabajo (incluyendo balanzas analíticas) al inicio y al final de cada sesión experimental.
3. Se deberá guardar orden y disciplina dentro del laboratorio y durante la sesión experimental. Queda prohibida la entrada a personas ajenas al mismo.
4. Queda estrictamente prohibido fumar y consumir alimentos dentro del laboratorio, ya que muchas de las sustancias químicas que se emplean son inflamables y/o tóxicas.
5. Es importante que antes de trabajar, el usuario conozca las características de las sustancias químicas que va a utilizar para que puedan ser manipuladas adecuadamente (consultar fichas de seguridad).
6. Para la extracción de líquidos que contengan sustancias químicas, se deberán emplear perillas de hule. Nunca succionar con la boca.
7. Los reactivos químicos no deberán ser manipulados con las manos, se deben usar implementos adecuados como pipetas, espátulas, cucharas, etc.
8. Después de haber manipulado sustancias químicas, es necesario lavarse las

manos con agua y jabón.

9. Si se utilizan mecheros, parrillas o cualquier otro aparato, se deberá estar atento en su manipulación para evitar un accidente.

10. En caso de ingestión, derrame o algún accidente dentro del laboratorio, deberá ser notificado al asesor o al laboratorista del grupo, con previa consulta de las fichas de seguridad.

11. Al término de la sesión experimental, las disoluciones empleadas deberán regresarse a su lugar de resguardo ubicado en el anaquel.

12. Los desechos resultantes de cada experimento deberán eliminarse adecuadamente, previa consulta de las fichas de seguridad y con el apoyo del asesor.

13. Cuando el desecho no pueda ser eliminado, deberá resguardarse en un contenedor adecuado y debidamente etiquetado, posteriormente colocarlo en el anaquel destinado para ello.

14. Antes de iniciar las actividades experimentales, se le solicitará al laboratorista el material y equipo necesarios; para ello, una persona responsable del equipo dejará su credencial (de la UNAM) en depósito y firmará un vale por el material y equipo recibidos. En caso de que existiera un defecto en el material o equipo recibido, deberá ser anotado en el vale.

15. Es responsabilidad del alumno revisar el estado en que recibe el material, ya que al término de la sesión experimental lo debe regresar en buenas condiciones y perfectamente limpio.

16. En caso de extravío o daño del material o equipo de laboratorio, se extenderá un vale de adeudo con los nombres de todos los integrantes del equipo y quedará retenida la credencial del responsable del daño o extravío del material o equipo, hasta su reposición.

17. Los alumnos que adeuden material de laboratorio, deberán reponerlo a la mayor brevedad posible o a más tardar el último día de realización de prácticas; de lo contrario, los deudores serán reportados al Departamento de Servicios Escolares y no podrán inscribirse en el siguiente semestre.

18. El número máximo de alumnos que podrán permanecer en el cuarto de

balanzas será el mismo que el número de balanzas disponibles.

19. Cuando sea asignada una gaveta de laboratorio a los alumnos, queda prohibido forzarla por razones de olvido o pérdida de la llave. Deberán hacer la solicitud de apertura al responsable del laboratorio, previa autorización del profesor del grupo en el que están inscritos los alumnos. La gaveta podrá usarse hasta la semana 15 del semestre, por lo cual se deberá desocupar en dicha semana.

Cuautitlán Izcalli, agosto de 2011

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICAS SECCIÓN DE QUÍMICA ANALÍTICA	
	CALENDARIZACIÓN	CÓDIGO: FPE-CQ-DEX-01-02; FPE-CQ-DEX-03-02; FPE-CQ-DEX-04-02.
		No de REVISIÓN: 0

Asignatura: QUÍMICA ANALÍTICA BÁSICA Grupo: _____

Carrera: LICENCIATURA EN FARMACIA Periodo: _____

SEMANA/ETAPA	ACTIVIDAD	FECHA	OBSERVACIONES
1 / Presentación del curso	Presentación del curso y resolución de problemas de conocimientos previos		
2 / Desarrollo del curso	Sesión práctica: Preparación de disoluciones		
3 / Desarrollo del curso	Discusión del CP1 y realización práctica 1 (Cualitativa ácido-base)		Entrega: CP1
4 / Desarrollo del curso	Discusión del CP2 y realización práctica 2 (Cuantitativa ácido-base)		Entrega: CP2 e Inf. de trabajo P1
5 / Desarrollo del curso	Discusión del CP3 y realización práctica 3 (Cualitativa complejos)		Entrega: CP3 e Inf. de trabajo P2
6 / Desarrollo del curso	Discusión del CP4 y realización práctica 4 (Cuantitativa complejos)		Entrega: CP4 e Inf. de trabajo P3. 3
7 / Desarrollo del curso	Resolución de ejercicios, temas: Ácido-base y Complejos		Entrega: Informe de trabajo práctica 4

8 /Evaluación del curso	EXAMEN ÁCIDO-BASE Y COMPLEJOS		
9 / Desarrollo del curso	Discusión del CP5 y realización práctica 5 (Cualitativa óxido-reducción)		Entrega: CP5
10/ Desarrollo del curso	Discusión del CP6 y realización práctica 6 (Cuantitativa óxido-reducción)		Entrega: CP6 e Inf. de trabajo P5
11 / Desarrollo del curso	Resolución de ejercicios de óxido-reducción		Entrega: P6
12 /Evaluación del curso	EXAMEN ÓXIDO-REDUCCIÓN		
13 / Desarrollo del curso	Discusión del CP7 y realización práctica 7 (Cualitativa solubilidad-precipitación)		Entrega: CP7
14 / Desarrollo del curso	Discusión del CP8 y realización práctica 8 (Cuantitativa solubilidad-precipitación)		Entrega: CP8 e Inf. de trabajo P7
15 / Desarrollo del curso	Resolución de ejercicios de solubilidad y PP Aplicación de cuestionarios FPG02-FESC-01 Alumnos desocupan gavetas		Entrega: Informe de trabajo práctica 8
16 / Evaluación del curso	EXAMEN DE SOLUBILIDAD Y PRECIPITACIÓN		
17 /Evaluación final del curso	Entrega de calificaciones finales		

CP = Cuestionario previo

P= Práctica

Elaboró (nombre y firma)

RELACIÓN DE PRÁCTICAS CON LA UNIDAD TEMÁTICA DE LA ASIGNATURA

No. de la práctica de laboratorio	Título de la práctica	Número y nombre de la unidad temática en el programa de la asignatura
1	Cualitativa ácido-base: Soluciones amortiguadoras ácido-base	Unidad 1. Equilibrios ácido-base (1.3, 1.4)
2	Cuantitativa ácido-base: Determinación de naproxen con NaOH	Unidad 1. Equilibrios ácido-base (1.1-1.4)
3	Cualitativa complejos: Formación y estabilidad de complejos	Unidad 2. Equilibrios de formación de complejos (2.1)
4	Cuantitativa complejos: Determinación de calcio en tabletas, con EDTA	Unidad 2. Equilibrios de formación de complejos (2.2 , 2.3)
5	Cualitativa óxido-reducción: Estudio de la espontaneidad de las reacciones redox	Unidad 3. Equilibrios de óxido-reducción (3.1-3.3)
6	Cuantitativa óxido-reducción: Determinación de hierro en comprimidos de FeSO ₄ , con permanganato de potasio	Unidad 3. Equilibrios de óxido-reducción (3.4)

7	Cualitativa solubilidad y precipitación: Estudio de los parámetros que influyen en la solubilidad y precipitación	Unidad 4. Equilibrios de solubilidad y precipitación (3.1-3.3)
8	Cuantitativa solubilidad y precipitación: Determinación de cloruros en suero de electrolitos orales con nitrato de plata	Unidad 4. Equilibrios de solubilidad y precipitación (3.1)

EVALUACIÓN

La evaluación incluye los siguientes aspectos:

ACTIVIDAD	PORCENTAJE DE CALIFICACIÓN
Trabajo de laboratorio	10 %
Cuestionario previo	5 %
Informe de trabajo	40 %
Examen	45 %

CONSIDERACIONES PARA LA EVALUACIÓN

1) TRABAJO DE LABORATORIO: el desempeño de cada alumno durante la sesión experimental.

2) CUESTIONARIO PREVIO: el alumno deberá contestar todas las preguntas que contiene cada cuestionario previo incluido en cada una de las prácticas, esto deberá realizarse de forma individual. Es importante mencionar, que por equipo se realizará la evaluación de sólo un cuestionario previo, el cual será elegido de manera aleatoria de entre aquellos realizados por los integrantes de cada equipo.

3) INFORME DE TRABAJO: se deberá realizar uno por equipo de trabajo, haciendo hincapié en que todos los integrantes del equipo deben participar en su elaboración. Dicho informe debe contener los siguientes puntos:

- **CARÁTULA:** deberá contener nombre de la institución, nombre de la licenciatura, nombre de la asignatura, número y nombre de la práctica, número de equipo, nombre de los integrantes del equipo, grupo de laboratorio y fecha de entrega.
- **OBJETIVOS:** deberá escribirse un objetivo general y puntualizar los objetivos particulares que el equipo pretenda alcanzar en la realización de la práctica.
- **INTRODUCCIÓN:** exclusivamente relacionada con el tema de la práctica y como máximo una cuartilla.
- **METODOLOGÍA EXPERIMENTAL:** deberá describirse en forma de diagrama de flujo.
- **RESULTADOS:** reportar todos los resultados obtenidos en la práctica desarrollada, mediante:
 - ✓ Descripción de observaciones experimentales de cambios físicos, cuando sean observables.
 - ✓ Tablas de resultados, deberán ser numeradas y tener un título que las describa.
 - ✓ Gráficas obtenidas a partir de los resultados, deberán ser numeradas y contener un título que las describa.
- **ANÁLISIS DE RESULTADOS:** se deberán analizar completamente todos los resultados con base en los puntos mínimos que se indican al final de cada práctica, considerando que se deben estructurar de forma descriptiva y no numerando cada punto mínimo del informe de trabajo. Es de suma importancia comparar lo obtenido experimentalmente con lo esperado, calculado o reportado teóricamente.
- **CONCLUSIONES:** deberán plantearse con base en el análisis de resultados y los objetivos planteados.

- **BIBLIOGRAFÍA:** se deberá indicar toda referencia bibliográfica, hemerográfica o dirección electrónica que sea consultada para la realización del informe de trabajo.

4) EXÁMENES: para evaluar a los alumnos de manera individual, mediante la aplicación de tres exámenes temáticos que constarán de preguntas basadas en el informe de trabajo, cuestionarios previos y fichas de seguridad de los reactivos empleados en las prácticas referentes a los bloques contemplados.

PRÁCTICAS



PRÁCTICA 1

CUALITATIVA ÁCIDO-BASE *SOLUCIONES AMORTIGUADORAS* *ÁCIDO-BASE*

TIEMPO DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL: dos horas

I. OBJETIVOS

Al finalizar la práctica, el alumno será capaz de llevar a cabo correctamente las siguientes acciones:

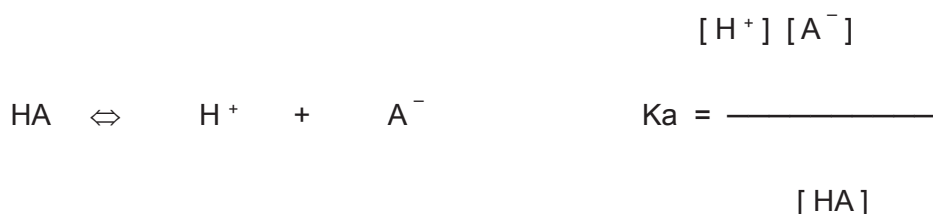
- Manejar el potenciómetro y sistema de electrodos para medir el pH.
- Identificar los componentes de una solución amortiguadora y explicar su principio de funcionamiento.
- Realizar los cálculos necesarios para preparar soluciones amortiguadoras.
- Establecer el equilibrio químico propio de una solución amortiguadora.
- Calcular el pH de equilibrio de una solución amortiguadora de composición conocida y comparar con el obtenido experimentalmente.
- Realizar cálculos de pH de equilibrio, cuando a la solución amortiguadora se le adicione ácido fuerte o base fuerte, y comparar con los resultados experimentales.
- Relacionar el efecto amortiguador de un sistema con su concentración, con base en cálculos teóricos y resultados experimentales.

II. INTRODUCCIÓN

Una solución amortiguadora, también llamada solución reguladora, tampón o buffer, es aquella que limita los cambios de pH cuando se le agregan ácidos o bases, o cuando se efectúan diluciones, y está constituida por una mezcla de un ácido y su base conjugada, que generalmente son de carácter débil.

La importancia de estas soluciones para los científicos que trabajan en el área de las ciencias químicas y de la salud, radica en que: el correcto funcionamiento de cualquier sistema químico y biológico depende en grado crítico del pH.

El equilibrio químico que representa a una solución amortiguadora es el de disociación de un ácido, como sigue a continuación:



De la constante de equilibrio representativa de dicho equilibrio (K_a), se puede deducir matemáticamente la ecuación de pH que rige a una solución buffer, conocida como ecuación de Henderson-Hasselbalch y es:

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

En esta ecuación, se observa que el poder de amortiguamiento de una solución tampón depende del pK_a del par conjugado a utilizar y de la relación de las concentraciones de las especies participantes.

III. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

CUESTIONARIO

1. ¿Qué especies constituyen una solución amortiguadora ácido-base y cómo desarrollan la actividad reguladora de pH en esta solución?

2. Se necesita preparar 250 mL de una solución amortiguadora de $[\text{HAc}] = [\text{Ac}^-] = 0.3 \text{ M}$ ($[\text{AcO}^-]_{\text{total}} = 0.6 \text{ M}$) para cada especie, con un $\text{pH} = \text{pK}_a = 4.76$; para lo cual se cuenta con los siguientes reactivos de las siguientes características:

- HAc: Concentrado: $\text{MM} = 60 \text{ g/mol}$, Pureza o Ensayo = 99.5 % y Densidad = 1.05 g/mL.
- NaAc: $\text{MM} = 82 \text{ g/mol}$ y Pureza o Ensayo = 99 %.

a) ¿Qué volumen de ácido acético (HAc) concentrado y cuántos gramos de acetato de sodio (NaAc) se necesitan para preparar la solución?

b) ¿Qué volumen de la solución amortiguadora 0.6 M se necesita para preparar 500 mL de otra solución, del mismo par ácido-base, con una concentración 0.3 M?

IV. PARTE EXPERIMENTAL

MATERIAL POR EQUIPO	REACTIVOS
4 vasos de volumen pequeño	Solución amortiguadora de pH (Ácido acético/ acetato de sodio):
1 vaso de precipitados de 50 mL	• $[\text{HAc}] = [\text{Ac}^-] = 0.3 \text{ M}$ [Amort.] = 0.6 M • $[\text{HAc}] = [\text{Ac}^-] = 0.03 \text{ M}$ [Amort.] = 0.06 M
1 vaso de precipitados de 100 mL	Solución de ácido clorhídrico (HCl) 0.1 M
1 pH-metro con electrodo combinado de vidrio	Solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 M
1 piseta con agua destilada	

PROCEDIMIENTO

Parte A

1. Calibrar el potenciómetro con electrodo combinado de vidrio, con una o dos soluciones buffer de pH conocido.
2. Rotular 2 vasos de volumen pequeño: 1 y 2.

3. Colocar 5 mL de la solución amortiguadora 0.6 M en cada uno de los vasos. Medir el pH a uno de estos sistemas.

4. Realizar las siguientes adiciones de reactivos:

- En el vaso 1: agregar 1 mL de solución de HCl 0.1 M. Agitar y medir el pH. Al sistema anterior, adicionar 1 mL más de solución de HCl 0.1 M. Agitar y medir el pH.
- En el vaso 2: agregar 1 mL de solución de NaOH 0.1 M. Agitar y medir el pH. Al sistema anterior, adicionar 1 mL más de solución de NaOH 0.1 M. Agitar y medir el pH.

Parte B

5. Repetir los pasos 2, 3 y 4 del procedimiento anterior, utilizando la solución buffer 0.06 M.

6. Reportar los valores obtenidos de pH por cada equipo, en una tabla en el pizarrón, para obtener los promedios de dichos valores.

PROCEDIMIENTO ESQUEMATIZADO

Parte A



Rotular 2 vasos de volumen pequeño



Calibrar el pHmetro.

Vaso 1 Vaso 2

Añadir sol. amortiguadora 0.6 M	5 mL	5 mL	→	Medir el pH.
Añadir HCl 0.1M	1 mL		Agitar →	Medir el pH.
Añadir HCl 0.1M	1 mL		Agitar →	Medir el pH.
Añadir NaOH 0.1M		1 mL	Agitar →	Medir el pH.
Añadir NaOH 0.1M		1 mL	Agitar →	Medir el pH.

Parte B

Rotular 2 vasos de volumen pequeño



Vaso 1

Vaso 2

Añadir sol. amortiguadora 0.06 M	5 mL	5 mL	→	Medir el pH.
Añadir HCl 0.1M	1 mL		Agitar →	Medir el pH.
Añadir HCl 0.1M	1 mL		Agitar →	Medir el pH.
Añadir NaOH 0.1M		1 mL	Agitar →	Medir el pH.
Añadir NaOH 0.1M		1 mL	Agitar →	Medir el pH.

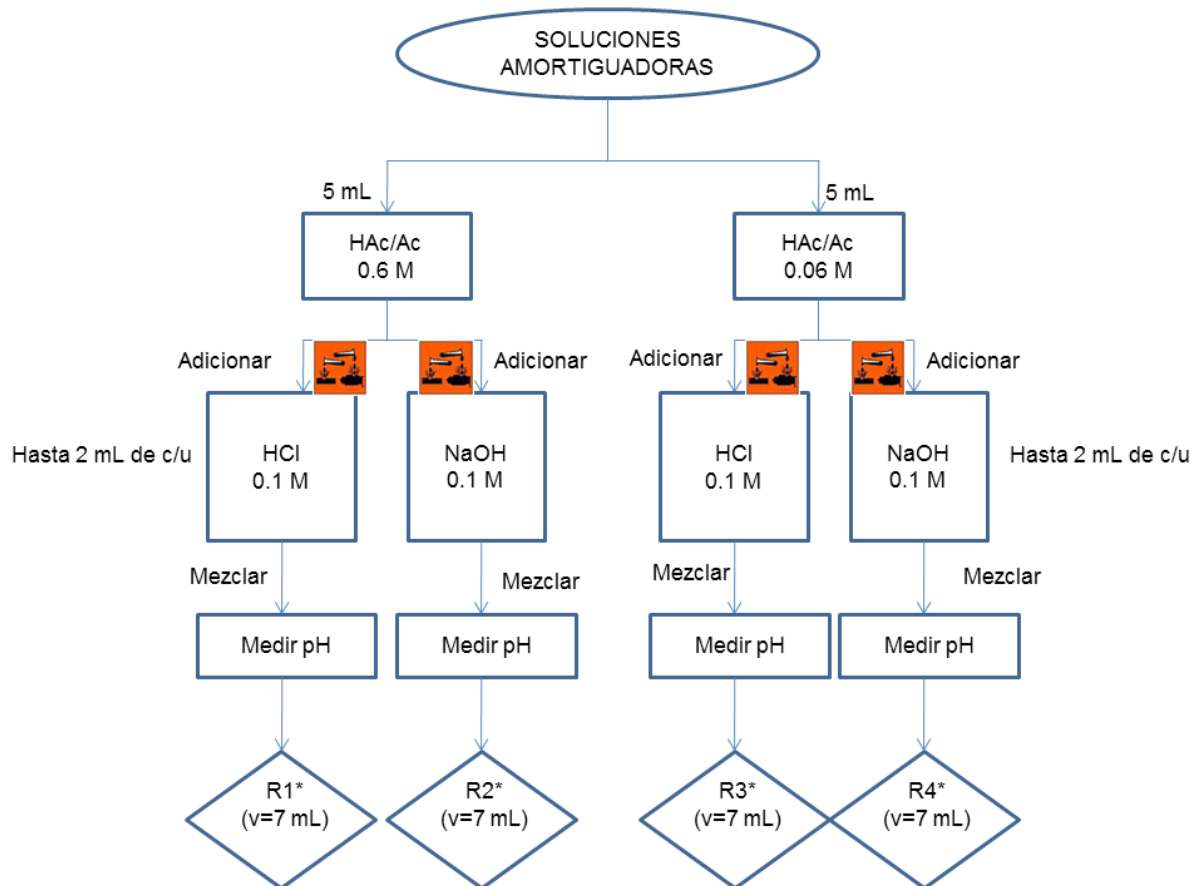
V. RESULTADOS

Tabla 1. Resultados experimentales

BUFFER	SISTEMA	ADICIÓN DE:	pH experimental
PARTE (A) [HAc]=[Ac ⁻] = 0.3M	1,2	5 mL sol. amortiguadora 0.6M	
	1	1 mL HCl 0.1M	
	1	2 mL HCl 0.1M	
	2	1 mL NaOH 0.1M	
	2	2 mL NaOH 0.1M	
PARTE (B) [HAc]=[Ac ⁻] = 0.03M	1,2	5 mL sol. amortiguadora 0.06M	
	1	1 mL HCl 0.1M	
	1	2 mL HCl 0.1M	
	2	1 mL NaOH 0.1M	
	2	2 mL NaOH 0.1M	

VI. OBSERVACIONES Y ANOTACIONES

DIAGRAMA ECOLÓGICO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS



* Mezclar los residuos R1, R2, R3 y R4 para neutralizar y desechar en la tarja

VII. INFORME DE TRABAJO

INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

PUNTOS MÍNIMOS QUE DEBE CONTENER

- Reportar en una tabla los resultados promedio obtenidos experimentalmente para cada solución amortiguadora.
- De acuerdo al pH promedio obtenido para las soluciones amortiguadoras de HAc/Ac⁻ (0.6 y 0.06 M) ¿Cual es el valor experimental de pKa para este par ácido-base?

c) Escribir la reacción que ocurrió entre el HCl y una de las especies que forman parte de la solución amortiguadora, así como la que ocurrió entre la otra especie y el NaOH. Calcular sus K_{eq} respectivas.

d) Justificar, con base en los resultados obtenidos experimentalmente y los cálculos teóricos de pH correspondientes, cuál de las dos soluciones (0.6 M ó 0.06 M) tiene mayor capacidad amortiguadora de pH.

EJERCICIOS DE CONSOLIDACIÓN

1. Se desea preparar 100 mL de una solución amortiguadora acético/acetato de $pH = 5.0$, en donde la concentración de HAc en el equilibrio sea 0.085 M, para lo cual se cuenta con una solución concentrada de ácido acético y una sal de acetato de sodio, que tienen las siguientes características:

- Ácido acético concentrado: pureza: 99.7 % en peso, densidad = 1.055 g/mL y $MM = 60$ g/mol.
- Acetato de sodio: pureza: 99 % en peso y $MM = 82$ g/mol.
- ✓ Calcular qué volumen de ácido acético concentrado y cuántos gramos de acetato de sodio se necesitan agregar para preparar la solución deseada.

2. Si se tiene 250 mL de una solución de $NH_3 = 0.5M$, y a esta solución se le agrega HCl 0.2M hasta obtener una solución amortiguadora NH_4^+ / NH_3 con un $pH=9.0$.

- a) ¿Qué volumen de HCl 0.2 M es necesario agregar al NH_3 , para obtener el $pH = 9.0$?
- b) ¿Qué concentración tendrán las especies presentes en la solución en el equilibrio: NH_4^+ , NH_3 , H^+ y OH^- ?

DATOS: $pK_a NH_4^+ / NH_3 : 9.26$

PRÁCTICA 2

CUANTITATIVA ÁCIDO-BASE *DETERMINACIÓN DE NAPROXEN CON NaOH*

TIEMPO DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL: dos horas

I. OBJETIVOS

Al terminar la práctica, el alumno será capaz de llevar a cabo correctamente las siguientes acciones:

- Operar el equipo y material de laboratorio necesario para realizar una valoración potenciométrica ácido-base.
- Representar los resultados obtenidos experimentalmente con una curva de valoración ácido-base.
- Localizar el volumen de punto de equivalencia en la curva de valoración, a partir de un método gráfico.
- Construir una escala de predicción de reacciones para el sistema de valoración, en función del pH.
- Expresar la reacción ácido-base ocurrida en el sistema de valoración, con una ecuación química balanceada y asociar su valor de K_{eq} .
- Calcular el contenido de analito en la muestra original.
- Comparar el contenido de analito calculado con el reportado por el fabricante y evaluar la diferencia en porcentaje.

II. INTRODUCCIÓN

Las valoraciones ácido-base se utilizan de manera sistemática en prácticamente todos los campos de la química. Las valoraciones potenciométricas ácido-base experimentales permiten obtener una curva de titulación, que se obtiene al graficar la variación de pH en función de la cantidad de titulante agregado; a partir de la cual, es posible deducir la cuantitatividad de las reacciones efectuadas, el valor aproximado del pK_a de cada grupo funcional titulable o valorable; y lo más importante, permite realizar la cuantificación del analito cuando se determina el volumen de punto de equivalencia a partir de la curva de valoración, utilizando un método gráfico.

III. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

CUESTIONARIO

1. ¿Qué es una curva de valoración pH-métrica y cuál es su utilidad?
2. Se tiene un ácido monoprótico (HA) cuyo pK_a es de 3.7 que se valora potenciométricamente con NaOH:
 - a) Escribir la reacción que ocurre en el proceso de la valoración y calcular su valor de K_{eq}.
 - b) Esbozar la forma que tendrá la curva de valoración, dibujar sobre ella el método gráfico que permite determinar el volumen del punto de equivalencia.
3. Buscar la estructura química del naproxen.

IV. PARTE EXPERIMENTAL

MATERIAL POR EQUIPO	REACTIVOS
1 bureta de 10 mL	Naproxen tabletas de 500 mg
1 vidrio de reloj	Solución estandarizada de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 M
2 vasos de precipitados de 50 mL y 1 de vol. pequeño.	

1 probeta de 20 mL	
1 piseta	
1 mortero	
1 potenciómetro con electrodo combinado de vidrio	
1 agitador magnético	
1 barra magnética de 12 x 5 mm	
1 soporte universal con pinzas	

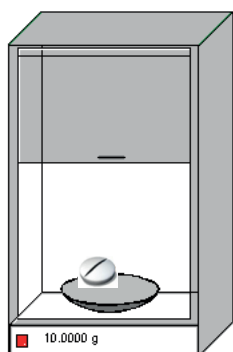
PROCEDIMIENTO

1. Pesar 5 tabletas y determinar la masa promedio de cada una.

MASA PROMEDIO = _____

2. Pulverizar en un mortero una tableta a la que previamente se le midió la masa.
3. En un vaso de precipitados, pesar 0.1 g de polvo de tableta y agregar 10 mL de metanol y 5 mL de agua destilada para disolverlo con ayuda de la barra magnética.
4. Calibrar el potenciómetro con solución amortiguadora de $\text{pH} = 4$.
5. Enjuagar el electrodo y colocarlo con cuidado en el sistema de valoración.
6. Valorar con la solución de NaOH 0.1 M estandarizada, con adiciones de 0.25 en 0.25 mL, registrando el valor de pH en cada adición hasta agregar un volumen total de 10 mL.
7. Graficar los valores de pH obtenidos en función del volumen del valorante agregado (curva de valoración).

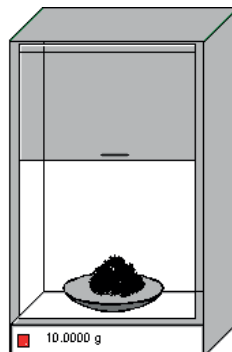
PROCEDIMIENTO ESQUEMATIZADO



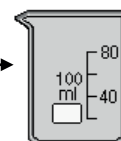
Pesar 5 tabletas



Pulverizar
una tableta

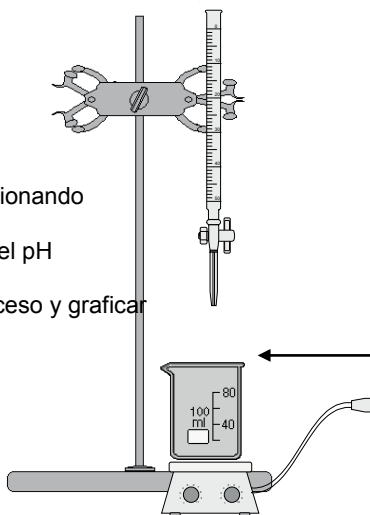


Pesar 0.1 g de polvo



Disolver con 10 mL de
metanol + 5 mL de agua

Valorar con NaOH 0.1 M adicionando
de 0.25 en 0.25 mL, midiendo el pH
en cada volumen, hasta un exceso y graficar



Calibrar el potenciómetro con
solución amortiguadora de
pH = 4, y enjuagar el
electrodo para colocarlo en el
sistema de valoración.

V. RESULTADOS

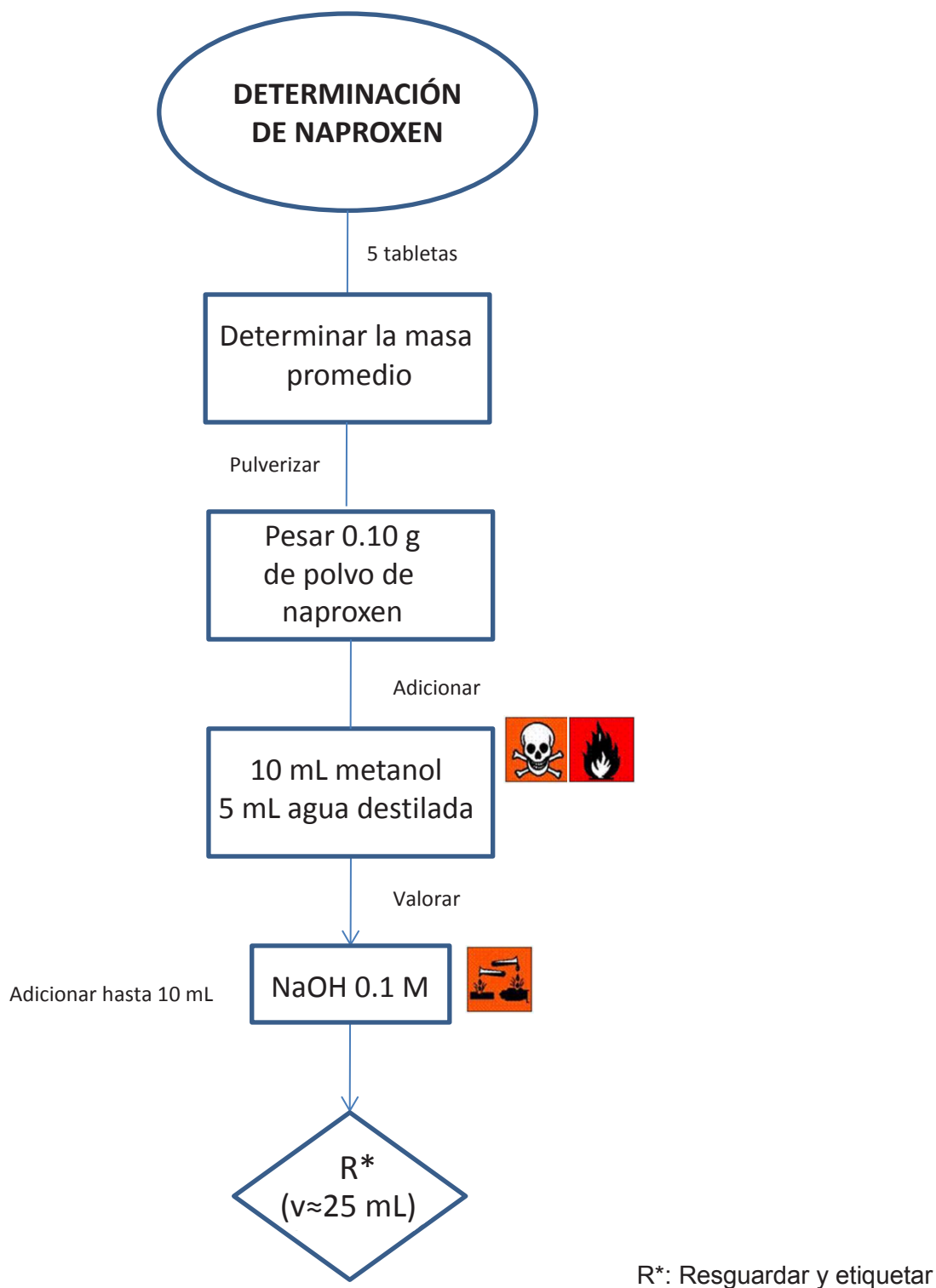
Tabla 2. Resultados experimentales

Volumen	pH	Volumen	pH	Volumen	pH	Volumen	pH
0 mL		2.5 mL		5 mL		7.5 mL	
0.25 mL		2.75 mL		5.25 mL		7.75 mL	
0.5 mL		3 mL		5.5 mL		8 mL	
0.75 mL		3.25 mL		5.75 mL		8.25 mL	

1 mL		3.5 mL		6 mL		8.5 mL	
1.25 mL		3.75 mL		6.25 mL		8.75 mL	
1.5 mL		4 mL		6.5 mL		9 mL	
1.75 mL		4.25 mL		6.75 mL		9.25 mL	
2 mL		4.5 mL		7 mL		9.5 mL	
2.25 mL		4.75 mL		7.25 mL		9.75 mL	
						10 mL	

VI. OBSERVACIONES Y ANOTACIONES

DIAGRAMA ECOLÓGICO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS



VII. INFORME DE TRABAJO

INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

PUNTOS MÍNIMOS QUE DEBE CONTENER

- a) Si se sabe que el naproxen es un monoácido (HNAP), cuyo valor de pK_a es $= 4.15$ establecer una escala de pH que permita predecir la reacción que ocurrió entre el naproxen y el hidróxido de sodio.
- b) Escribir la reacción que ocurrió en la valoración y calcular su valor teórico de K_{eq} (considerar $pK_w = 14$).
- c) A partir de la curva de valoración experimental y utilizando un método gráfico, determinar el volumen del punto de equivalencia de la valoración.
- d) Considerando que el naproxen tiene una masa molar $MM = 230.26$ g/mol, calcular el contenido de naproxen en mg en una tableta.

EJERCICIO DE CONSOLIDACIÓN

1. Un producto comercial de vinagre se analiza para determinar su contenido de ácido acético. Para esto se diluyen 5 mL del producto y se llevan a un volumen total de 25 mL. Una alícuota de 10 mL de la solución diluida gastó 8.6 mL de hidróxido de sodio 0.045 N para alcanzar el punto de equivalencia.
 - a) Escribir la reacción de valoración y calcular su valor de K_{eq} .
 - b) Calcular la concentración de ácido acético en la solución diluida.
 - c) Calcular la concentración de ácido acético en el producto comercial, en molaridad y en % p/v).

PRÁCTICA 3

CUALITATIVA COMPLEJOS *FORMACIÓN Y ESTABILIDAD DE COMPLEJOS*

TIEMPO DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL: dos horas

I. OBJETIVOS

Al finalizar la práctica, el estudiante será capaz de llevar a cabo correctamente las siguientes acciones:

- Reconocer la formación de un complejo por su coloración.
- Deducir la estabilidad de los complejos involucrados en la práctica mediante reacciones coloridas.
- Construir escalas de pX de posición relativa, con base en la estabilidad de los complejos.
- Identificar a la partícula, polidonador, anfolito y polirreceptor, en el sistema experimental, en la que ocurren reacciones sucesivas que se manifiestan con cambios de color.

II. INTRODUCCIÓN

Los complejos o compuestos de coordinación se forman de la reacción entre un catión metálico y un ligando. En esta práctica se considera primeramente la formación de complejos de estequiometría 1:1 y de color característico, lo cual permite reconocerlos; esto da pie a que en la segunda parte, donde se establecen equilibrios que involucran a 2 complejos, se infiera acerca de la estabilidad de cada uno de ellos, ya que el color del complejo más estable será el que permanezca en el sistema de reacción y esto permitirá establecer escalas relativas de pX, asociadas a su valor de pK_c como parámetro de estabilidad.

Finalmente, se observará la presencia de anfolitos, cuando a una cantidad de catión metálico (polirreceptor) se le agregan cantidades variables de ligando (partícula).

III. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

CUESTIONARIO

1. De acuerdo a los siguientes datos:

- | | | | |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|--------------------|
| • $\text{BiY}^- \longrightarrow$ | $K_c = 10^{-1.8}$ | • $\text{CaY}^{-2} \longrightarrow$ | $K_c = 10^{-10.8}$ |
| • $\text{BaY}^{-2} \longrightarrow$ | $K_c = 10^{-7.8}$ | • $\text{CdY}^{-2} \longrightarrow$ | $K_c = 10^{-16.8}$ |

a) Trazar una escala en función de la partícula intercambiada (pX) e indicar el orden de estabilidad de los complejos.

b) Indicar si ocurre o no una reacción química espontánea, si se mezclan CdY^{-2} con Ba^{+2} en cantidades estequiométricas. Justificar la respuesta.

c) Escribir el equilibrio representativo de la reacción y calcular el valor de la K_{eq} .

2. Si se tiene una disolución de nitrato de cobre II (que es un electrolito fuerte) a la que se le agregan cantidades estequiométricas de tiocianato de potasio y a la solución resultante se le agregan cantidades iguales de EDTA (Y^{-4}), tomando en cuenta los siguientes datos:

color del complejo

- | | | |
|-------------------------------------|--------------------|-------|
| • $\text{CuSCN}^+ \longrightarrow$ | $K_c = 10^{-1.8}$ | verde |
| • $\text{CuY}^{-2} \longrightarrow$ | $K_c = 10^{-18.6}$ | azul |

color del catión

- Cu^{+2} azul claro
- Y^{-4} incoloro
- SCN^{-} incoloro

- Escribir las reacciones que se llevan a cabo, indicando los cambios de color.
- Establecer la escala de pX con base en la partícula intercambiada en las reacciones que se efectúan.
- Indicar cuál es el complejo más estable, justificando las razones por las cuales se eligió.
- Calcular la K_{eq} de cada una de las reacciones involucradas.

IV. PARTE EXPERIMENTAL

MATERIAL POR EQUIPO	REACTIVOS
1 gradilla	Solución de tiocianato de potasio (KSCN) 0.1 M
16 tubos de ensaye	Solución de nitrato férrico [$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$] 0.1 M
1 piseta con agua destilada	Solución de EDTA (Y^{-4}) 0.1 M
Goteros con reactivos	Solución de sulfato de cobre (CuSO_4) 0.1 M
	Solución de sulfato de cobre (CuSO_4) 0.02 M
	Solución de etilendiamina (En) 0.1 M

Nota aclaratoria: antes de mezclar los reactivos es importante observar y anotar el color de cada uno de ellos y asegurarse que los tubos que van a usarse estén perfectamente limpios.

PROCEDIMIENTO

Parte A. Formación de complejos

Colocar 5 gotas de CuSO_4 0.1 M en cuatro tubos de ensaye y colocar 5 gotas de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 0.1 M, en otros cuatro tubos.

I. Para los tubos que contienen CuSO_4 0.1 M.

1. Agregar el mismo número de gotas de solución de KSCN 0.1 M a dos tubos.
2. En los otros dos tubos agregar el mismo número de gotas de EDTA 0.1 M.
3. Observar los colores obtenidos y guardar los tubos.

II. Para los tubos que contienen $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 0.1M.

Como en los puntos 1, 2 y 3 de la experiencia anterior, agregar KSCN 0.1 M a dos tubos y agregar EDTA 0.1 M a los otros dos tubos. Hacer observaciones y guardar los tubos.

Escribir los equilibrios de formación de los complejos que se formaron en las experiencias I y II.

Parte B. Estabilidad de los complejos

Con los tubos que contienen los complejos formados en la experiencia anterior, realizar lo siguiente:

III. A los tubos que contienen el complejo formado por Cu(II) y SCN^- :

1. A un tubo, agregar 5 gotas de solución de EDTA 0.1 M y observar si hay algún cambio de color.
2. Al otro tubo, agregar 5 gotas de solución de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 0.1 M y observar si hay algún cambio de color.

IV. A los tubos que contienen el complejo formado por Cu(II) y EDTA:

1. A un tubo, agregar 5 gotas de solución de KSCN 0.1 M y observar si hay algún cambio en el color.
2. Al otro tubo, agregar 5 gotas de solución de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 0.1 M y observar el color adquirido.

V. A los tubos que contienen el complejo formado por Fe(III) y SCN⁻:

1. A un tubo, agregar 5 gotas de solución de EDTA de 0.1 M y anotar las observaciones.
2. Al otro tubo, agregar 5 gotas de CuSO₄ 0.1 M y observar.

VI. A los tubos que contienen el complejo formado por Fe(III) y EDTA:

1. A un tubo, agregar 5 gotas de solución de KSCN 0.1 M y observar si hay algún cambio en el color.
2. Al otro tubo, agregar 5 gotas de solución de CuSO₄ 0.1 M y observar el color adquirido.

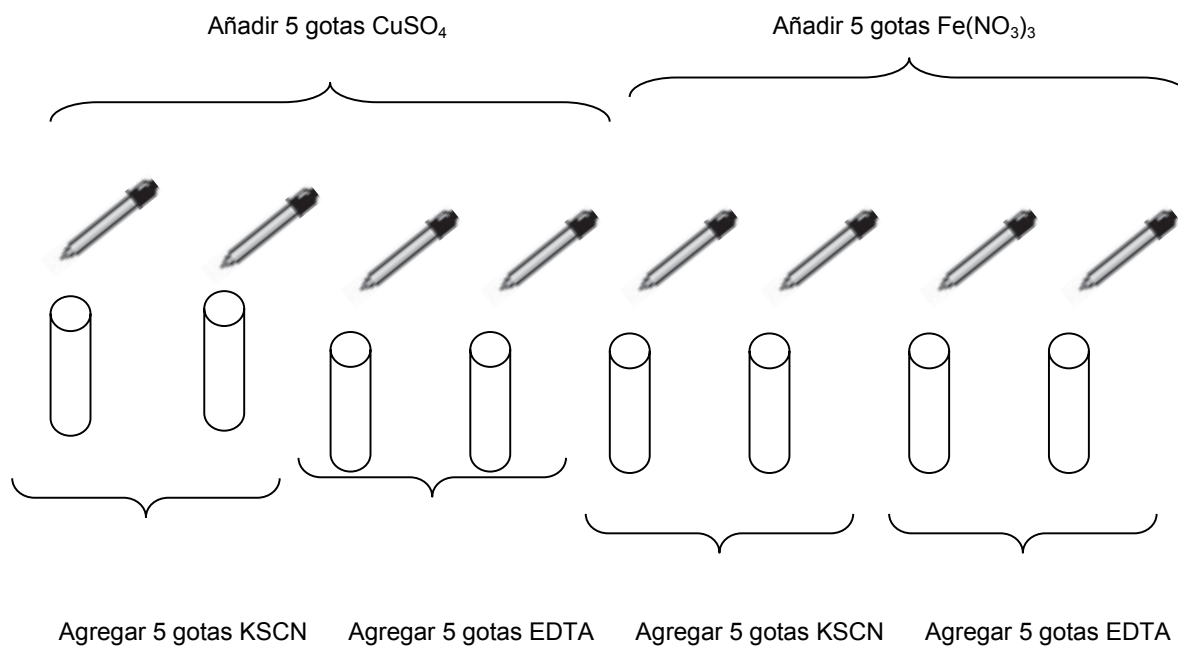
Parte C. Obtención de complejos sucesivos

1. Colocar 10 gotas de solución de sulfato de cobre 0.02 M en tres tubos de ensaye.
2. Dejar un primer tubo de ensaye como testigo para comparar los colores de la solución con los otros tubos.
3. A un segundo tubo, agregar 2 gotas de solución de etilendiamina (En) 0.1 M y observar el color.
4. Al tercer tubo, agregar 4 gotas de la solución de En 0.1 M, observando también su color.

Registrar los colores observados en cada una de las experiencias (partes A, B y C).

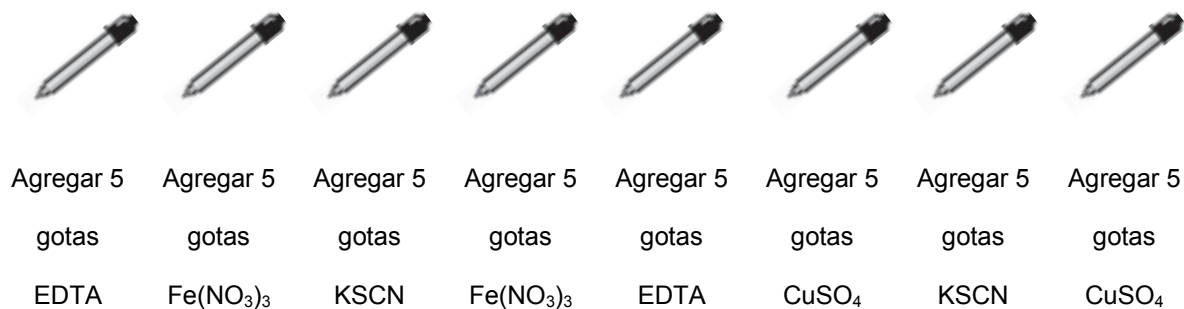
PROCEDIMIENTO ESQUEMATIZADO

Parte A



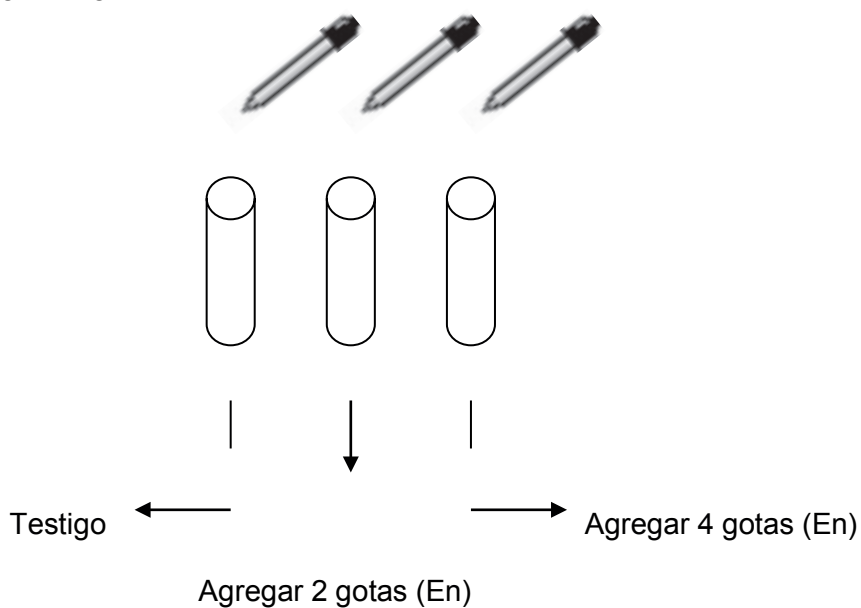
Parte B

Observar la coloración de los tubos.



Parte C

Agregar 10 gotas sulfato de cobre



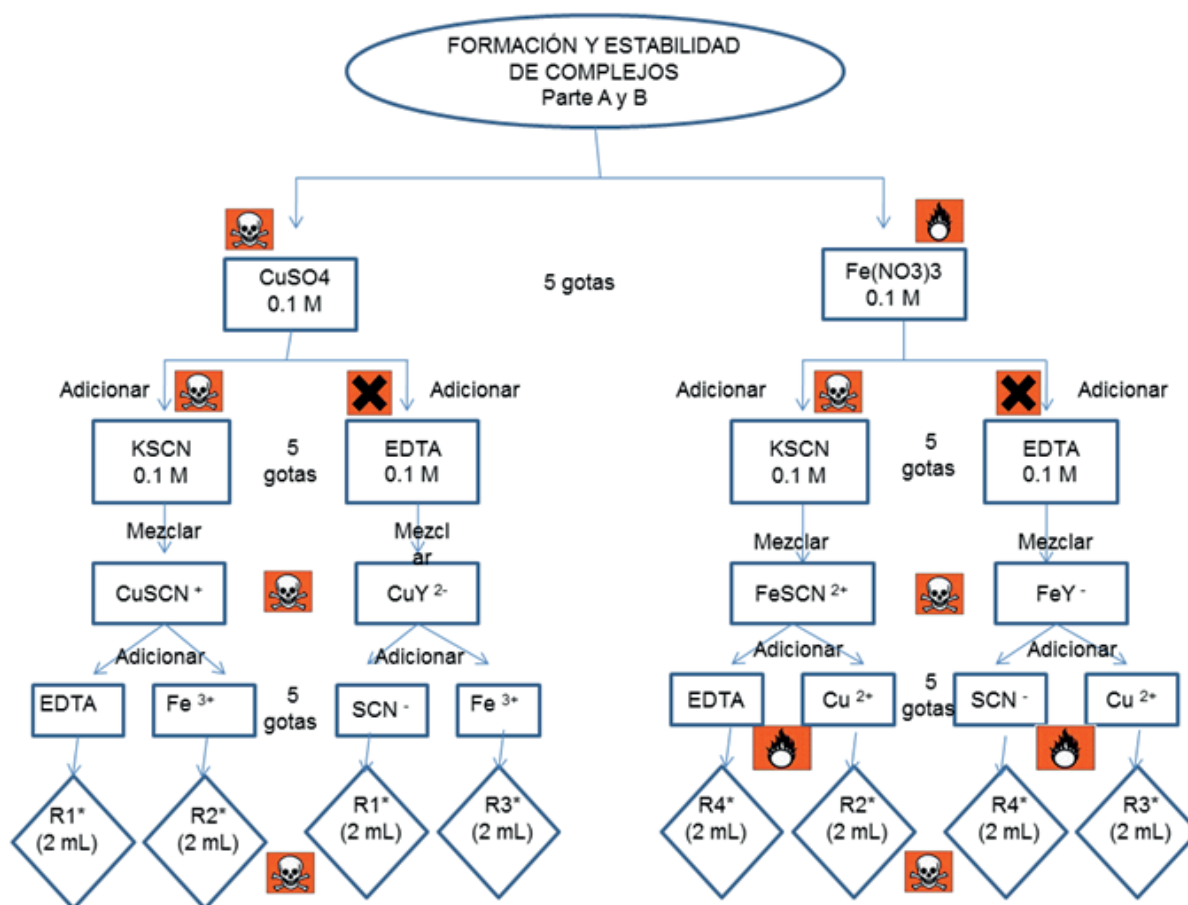
V. RESULTADOS

Tabla 3. Resultados experimentales

PART E A)	CuSO ₄ Color:	+ KSCN Color:	PART E B)	+ EDTA Color:		
				+ Fe(NO ₃) ₃ Color:		
		+ EDTA Color:		+ KSCN Color:		
	+ Fe(NO ₃) ₃ Color:					
	Fe(NO ₃) ₃ Color:	+ KSCN Color:		+ EDTA Color:	+ EDTA Color:	
					+ CuSO ₄ Color:	
		+ KSCN Color:				
		+ CuSO ₄ Color:				
PARTE C)		Testigo (Sulfato de cobre) Color:	+ 2 gotas (En) Color:		+ 4 gotas (En) Color:	

VI. OBSERVACIONES Y ANOTACIONES

DIAGRAMA ECOLÓGICO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS



* $\text{R}_1, \text{R}_2, \text{R}_3$ y R_4 : Resguardar y etiquetar

VII. INFORME DE TRABAJO

INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

PUNTOS MÍNIMOS QUE DEBE CONTENER

- De acuerdo con lo observado en las partes A y B del experimento:
 - a) Escribir las reacciones que ocurrieron y el orden en que ocurrieron.
 - b) ¿En cuántas escalas se pueden colocar los complejos formados y en qué orden? Y ¿cuál es el pX en cada caso?
 - c) De la conclusión anterior, cuál es el orden de estabilidad de todos los complejos. Justificar esta respuesta (no es necesario utilizar una escala especial).
 - d) Comparar con lo esperado teóricamente.
- De acuerdo a las observaciones experimentales en la parte C de la práctica, analizar:
 - a) Con base en los diferentes colores obtenidos y en las cantidades de En agregadas, ¿qué complejos se han formado entre el Cu⁺² y la En en cada caso?

Con los datos que se dan a continuación:

$$\text{DATOS:} \quad \text{Cu(En)}_n^{+2} \quad \log \beta_1 = 10.55 \quad \log \beta_2 = 19.6$$

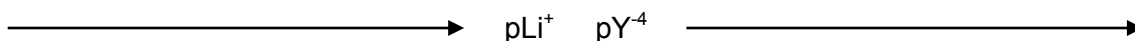
Trazar la escala de (pX) correspondiente, en función de los pKc's y establecer en ella los complejos que supones que se han formado en esta parte experimental.

Analizar la estabilidad del anfolito involucrado en el sistema experimental.

EJERCICIOS DE CONSOLIDACIÓN

1. Si se tiene el equilibrio: $\text{LiY}^{-3} \rightleftharpoons \text{Li}^+ + \text{Y}^{-4} \xrightarrow{\hspace{1cm}} \text{pKc} = 2.9$

a) Representar el par donador-receptor en las escalas:



2. Se tiene un volumen de 100 mL del donador LiY^{-3} 0.02 M:

- ¿Cuál es el grado de disociación del complejo?
- Calcular el valor de pY^{-4} y de pLi^{+} .
- Explicar de qué fuerza es el complejo y el criterio seguido.

3. Sabiendo que los pKc respectivamente para NiX_3^{+2} , NiX_2^{2+} y NiX^{+2} son: 5.0, 6.5 y 7.6, trazar la escala de pX .

- Si se tienen tres soluciones con las siguientes características:

Solución I -----→ $\text{pX} = 3$

Solución II -----→ $\text{pX} = 5.6$

Solución III -----→ $\text{pX} = 8.0$

Indicar, para cada solución, cuál es la especie predominante y señalar sobre la escala de pX la zona de predominio de esta especie.

4. Se prepara un litro de solución mezclando 0.1 moles de Cd(II) y 0.1 moles de oxalato (Ox^{2-}).

- Calcular las concentraciones de Cd(II) y Ox^{2-} en el equilibrio.
- Si a la solución anterior se le agregan 0.05 moles de EDTA (Y^{-4}), calcular las concentraciones del Cd(II) , Ox^{2-} y EDTA en el equilibrio.

DATOS: $\text{pKc del CdOx} = 4.0$ $\text{pKc del CdY}^{-2} = 16.5$

PRÁCTICA 4

CUANTITATIVA COMPLEJOS *DETERMINACIÓN DE CALCIO EN TABLETAS CON EDTA*

TIEMPO DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL: dos horas

I. OBJETIVOS

Al concluir la práctica, el alumno será capaz de llevar a cabo correctamente las siguientes acciones:

- Manipular el material y equipo de laboratorio necesario para llevar a cabo la valoración.
- Describir la importancia del EDTA en las valoraciones complejométricas.
- Justificar la importancia de amortiguar el pH en las reacciones de valoración con EDTA.
- Utilizar la escala de pH para identificar la especie química que predomina del EDTA a un pH impuesto.
- Escribir la reacción balanceada que ocurre entre el catión metálico y el EDTA al pH impuesto en la valoración.
- Calcular el contenido de analito en la muestra original.
- Comparar el contenido calculado con el que reporta el fabricante.
- Aplicar la metodología utilizada en la práctica a otros sistemas equivalentes.

II. INTRODUCCIÓN

Las valoraciones complejométricas se encuentran entre los métodos volumétricos más antiguos y se basan en una clase especial de compuestos de coordinación llamados quelatos, que se producen por la coordinación de un catión y un ligando.

El ácido etilendiaminetetracético, abreviado EDTA, es sin duda el reactivo quelante más ampliamente utilizado, y tiene la siguiente estructura:

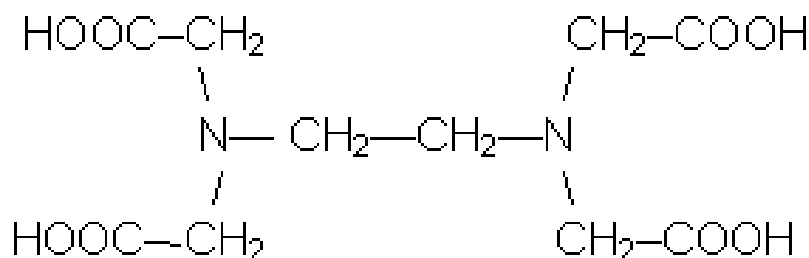


Figura 1. Estructura química del EDTA

El EDTA se puede simplificar abreviándolo como H_4Y , y la tetrabase (Y^{4-}) forma complejos con gran cantidad de cationes metálicos en una relación 1:1, y son suficientemente estables para constituir la base de un análisis volumétrico.

Las valoraciones con EDTA se llevan a cabo en soluciones amortiguadoras en pH, esto permite establecer la reacción de valoración con la especie que predomina del EDTA y facilita calcular el valor de la constante de equilibrio termodinámica y de la constante de equilibrio condicional, esta última relacionada con el parámetro de cuantitatividad de la reacción.

III. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

CUESTIONARIO

1. Considerando que el EDTA (H_4Y) es un ácido tetraprótico cuyos valores de pK_a son: 2.0, 2.67, 6.16 y 10.26.

a) Escribir los equilibrios de reacción que ocurren entre el Ca^{2+} y el EDTA a los siguientes valores de pH:

pH = 9.5

pH = 12.0.

b) Calcular el valor de la constante de equilibrio termodinámica y condicional (K_{eq} y K'_{eq}) de los equilibrios planteados en el inciso anterior.

- $CaY^{2-} \text{ pKc} = 11$

2. Investigar y explicar el fundamento del uso de indicadores metalocrómicos en valoraciones complejométricas.

3. Investigar acerca del uso del EDTA en valoraciones complejométricas.

4. Investigar la influencia que tiene el pH en las valoraciones complejométricas donde se involucra al EDTA.

IV. PARTE EXPERIMENTAL

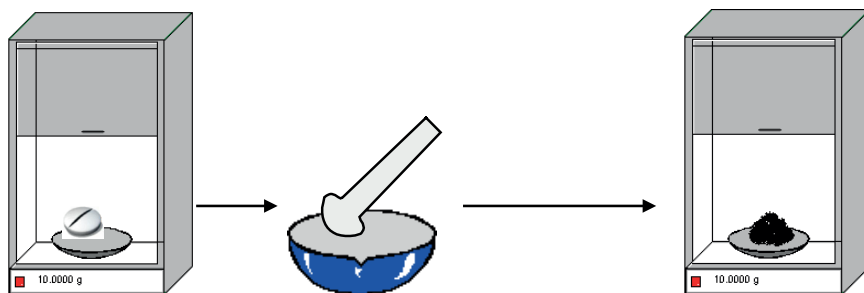
MATERIAL POR EQUIPO	REACTIVOS
1 soporte universal completo	Muestra problema: Caltrate 600, tabletas
1 bureta de 10 mL	Solución valorante de EDTA 0.1 M
1 agitador magnético	Reactivo analítico de amoníaco ($NH_4OH \approx NH_3 + H_2O$) concentrado
1 barra magnética	Reactivo analítico de ácido clorhídrico (HCl) concentrado
3 vasos de 50 mL	Indicador negro de eriocromo T (NET) en fase sólida o líquida*
1 piseta con agua destilada	
1 pipeta graduada de 1 y 10 mL	
1 propipeta	
1 frasco gotero	
1 mortero con pistilo	
1 pHmetro con electrodos	

* Preparación del NET: 0.1g del sólido en 7.5 mL de trietanolamina y 2.5 mL de alcohol absoluto.

PROCEDIMIENTO

1. Por grupo, pesar cinco tabletas en la balanza analítica y determinar la masa promedio por tableta.
2. Pulverizar una tableta y pesar por triplicado aproximadamente 50 mg del polvo de tableta en vasos de 50 mL.
3. Agregar a cada muestra 0.5 mL de HCl concentrado y aproximadamente 10 mL de agua destilada, en este orden.
4. Con ayuda del pHmetro y en agitación, ajustar el pH a cada muestra hasta un pH = 10, agregando amoníaco concentrado gota a gota.
5. Agregar una pequeña cantidad del indicador NET, la solución tomará un color rojizo.
6. Valorar cada muestra con EDTA 0.1 M hasta el vire de rojo a azul.
7. Registrar los volúmenes de punto de equivalencia (V_{pE}) obtenidos.

PROCEDIMIENTO ESQUEMATIZADO

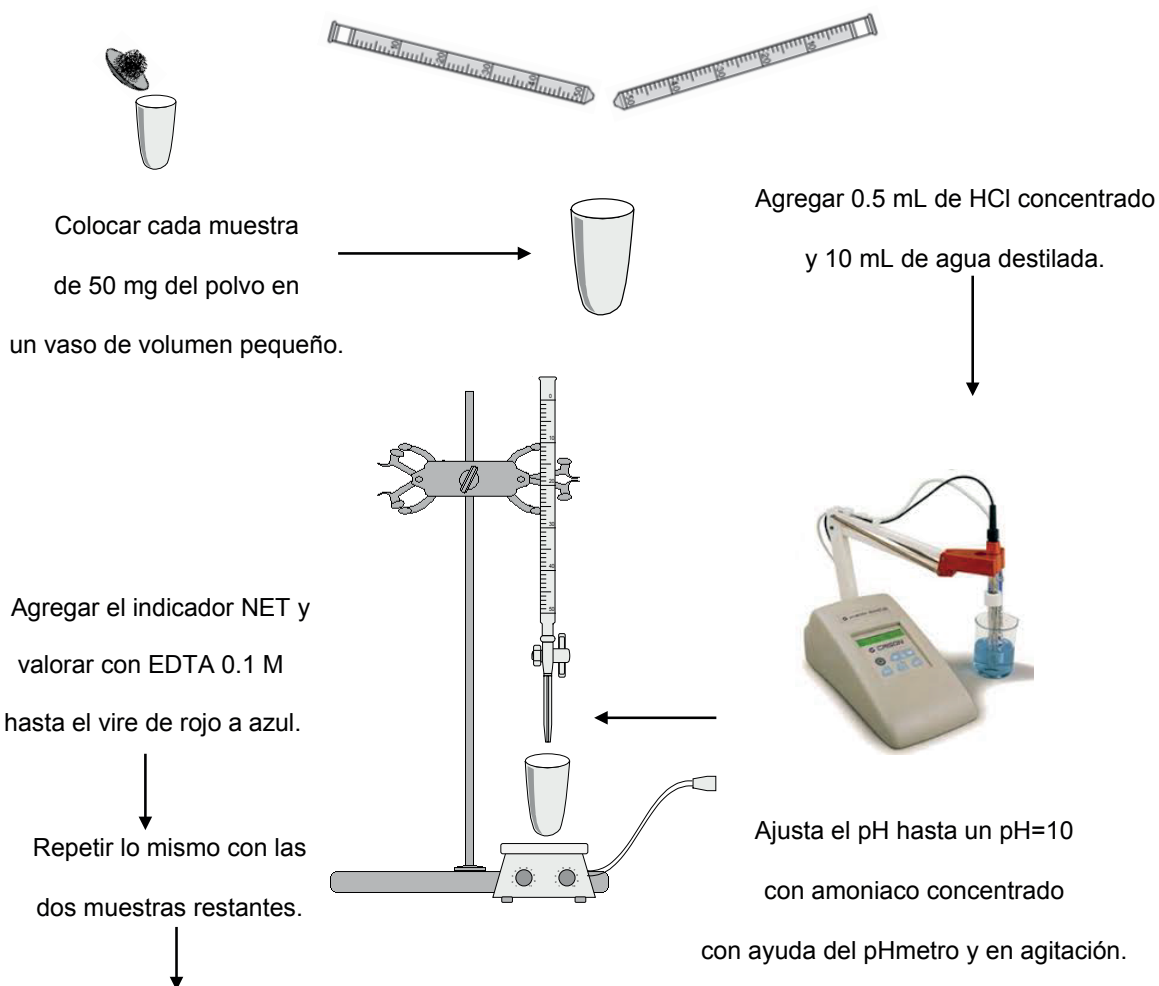


Pesar 5 tabletas.

Pulverizar 1 tableta.

Pesar ≈ 0.05 g del polvo por triplicado.

Procedimiento para cada muestra de 50 mg:

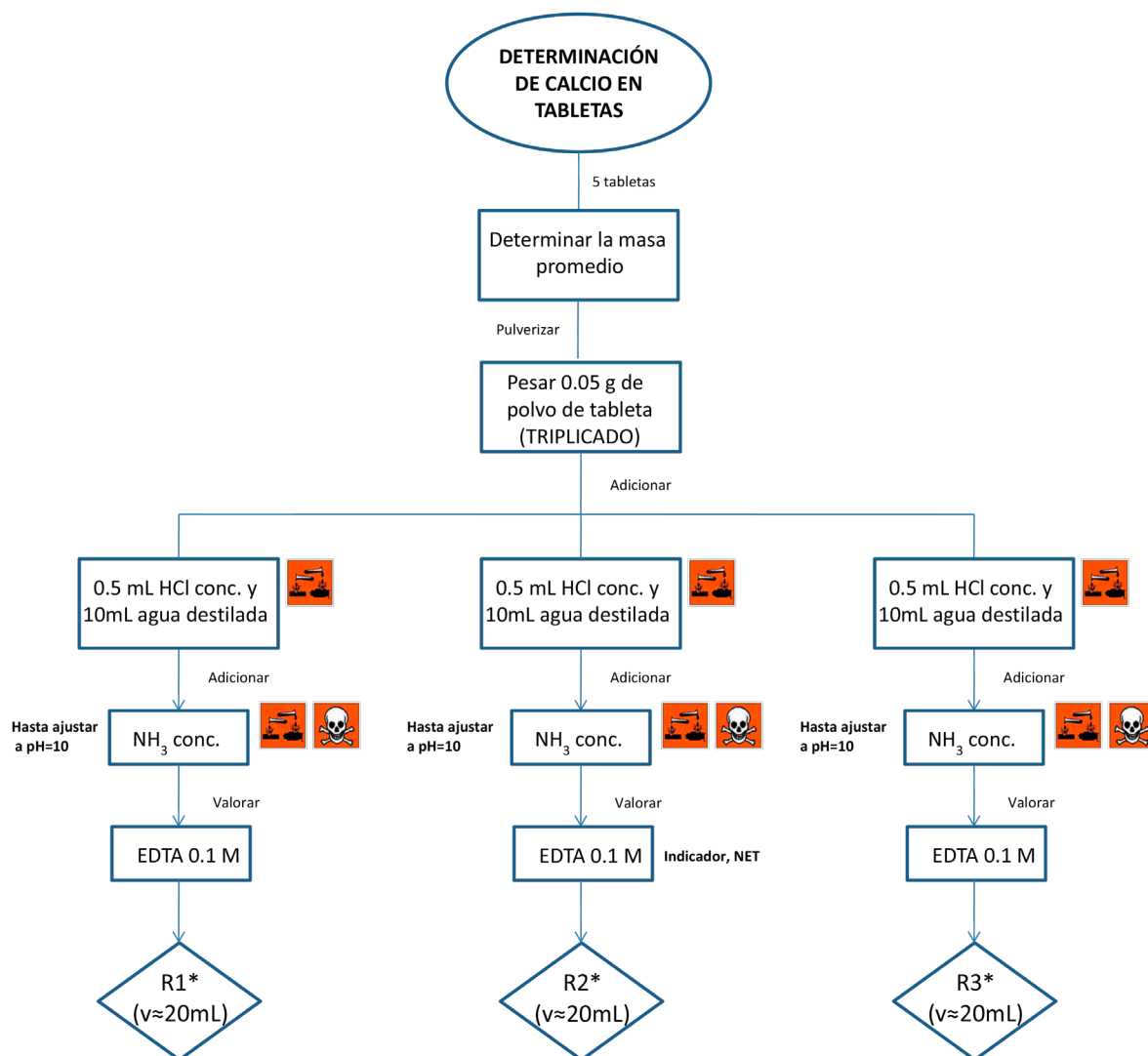


V. RESULTADOS**Tabla 4.** Resultados experimentales

Masa promedio de 1 tableta	
Masa de polvo de tableta empleada (muestra).	Volumen de EDTA 0.1 M gastado en el punto de equivalencia.
$M_1 =$	$V_1 =$
$M_2 =$	$V_2 =$
$M_3 =$	$V_3 =$

VI. OBSERVACIONES Y ANOTACIONES

DIAGRAMA ECOLÓGICO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS



R1*, R2* y R3*: Desechar en la tarja

VII. INFORME DE TRABAJO

INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

PUNTOS MÍNIMOS QUE DEBE CONTENER

- Expresar la reacción de valoración que ocurrió al pH impuesto y calcular su valor de K_{eq} y K_{eq}' .

- b) Calcular el contenido de calcio en mg como Ca(II) y como CaCO_3 en la muestra (50 mg) y por tableta.
- c) Comparar con el marbete y concluir.
- e) Justificar el uso del indicador bajo estas condiciones.
- f) Justificar analíticamente el amortiguamiento de pH.
- g) Explicar cómo funciona el indicador NET para indicar el punto de equilibrio de la reacción.
- h) Concluir de manera general e incluir referencias bibliográficas.

DATOS:

pK_a NET (H_2In): 6.3 y 11.6

H_2In^- ; color rojo

HIn^{2-} ; color azul

In^{3-} ; color naranja

Complejo Ca-NET; color rojo-vino y $\text{pKc} = 5.4$

EJERCICIOS DE CONSOLIDACIÓN

1. Una muestra de CaCO_3 puro que pesa 0.2284g se disolvió en HCl y la solución se diluyó en un volumen final de 250 mL en un matraz volumétrico. Una alícuota de 5 mL gastó 4.15 mL de una solución de EDTA en su titulación. Calcular:

- a) La molaridad de la solución de EDTA.
 - b) Los gramos de $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (MM = 372.2 g/mol) que se necesitan para preparar 250 mL de solución.
2. Dureza del agua. Una muestra de 100 mL de agua que contiene Ca^{2+} se tituló con 5.9 mL de una solución de EDTA del problema 1. Calcular el grado de dureza del agua en ppm (partes por millón). Recuerde que 1 ppm es 1 mg/L.

PRÁCTICA 5

CUALITATIVA ÓXIDO-REDUCCIÓN *ESTUDIO DE LA ESPONTANEIDAD DE LAS REACCIONES ÓXIDO-REDUCCIÓN*

TIEMPO DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL: dos horas

I. OBJETIVOS

Al finalizar la práctica, el alumno será capaz de llevar a cabo correctamente las siguientes acciones:

- Definir qué es un oxidante y qué es un reductor.
- Construir una escala de potencial (E) para pares redox, si se conoce su valor de E^0 .
- Utilizar la escala de potencial (E), para identificar la espontaneidad de las reacciones redox.
- Escribir y balancear semirreacciones y reacciones redox por el método de ión-electrón, con base en datos y observaciones experimentales.
- Colocar en una escala de potencial (E), la posición relativa de los pares involucrados en una reacción, con base en sus observaciones experimentales.
- Manejar la estequiometría de las reacciones redox.
- Identificar al polioxidante, polirreductor y anfolitos del sistema redox estudiado, con base en los cambios de coloración observados.

II. INTRODUCCIÓN

Una consideración importante que se debe hacer sobre las reacciones de oxidación y reducción es que la oxidación de una especie (cuando cede electrones) requiere de un reactivo denominado oxidante que acepte estos electrones, es decir, que sufra una reducción. Por lo tanto, toda reacción de oxidación se produce simultáneamente con una reducción y la reacción completa se llama: óxido-reducción.

Como el proceso de oxido-reducción consiste en una transferencia de electrones, el poder oxidante o reductor se expresa con una magnitud física denominada potencial redox, indicado por E y se mide en volts (V). El potencial que tiene un par redox en condiciones normales de presión, temperatura y actividad $A = 1$, se denomina potencial normal y se indica como E° .

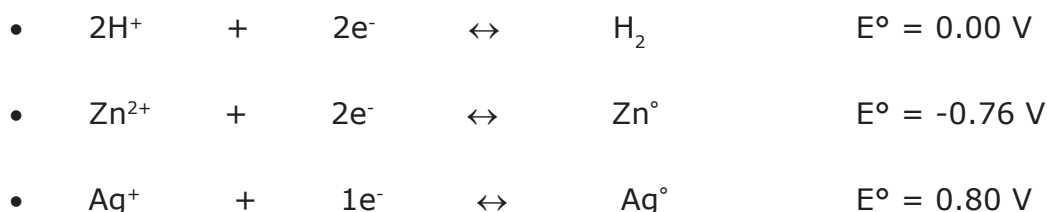
Si se comparan, en una escala, los valores de potencial normal de reducción de los diferentes pares, se tiene que los pares con potenciales más elevados están constituidos por sustancias que aceptan fácilmente electrones, o sea por oxidantes denominados fuertes. Por otro lado, los pares con potenciales más bajos los constituyen sustancias con poder oxidante menor y sus reductores tienen mayor tendencia a ceder electrones, lo que corresponde a reductores denominados fuertes.

En conclusión, podemos decir que las reacciones espontáneas de oxido-reducción, ocurrirán entre un oxidante a cuyo par corresponde un alto potencial de reducción, con un reductor de menor valor de potencial.

III. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

CUESTIONARIO

1. Se tienen los equilibrios electroquímicos siguientes, con sus correspondientes potenciales normales (con respecto al electrodo normal de hidrógeno).





- Colocar los pares redox sobre una escala de potencial.
- Ordenar las sustancias oxidantes de acuerdo a su poder oxidante.
- Ordenar las sustancias reductoras de acuerdo a su poder reductor.

2. Considerando 20 mL de una solución de ZnSO_4 10^{-2} M a la que se le introduce una placa de cobre de 500 mg de masa, durante cierto tiempo. ¿Cuál sería el peso teórico de la placa de cobre después de haberla introducido en la solución de Zn^{2+} ?

3. Por otra parte, si se tienen 20 mL de una solución de nitrato de cobre (II) 10^{-2} M , a la que se le introduce una placa de zinc de 500 mg de masa, durante un tiempo corto:

- ¿Qué supones que le pase a la placa de zinc?
- Escribir y balancear, si es que ocurre una reacción química.
- ¿Cómo se podría comprobar experimentalmente si hubo o no una reacción química? Toma en cuenta los siguientes datos:
 - Cu^{2+} (catión color azul), Cu° (metal color rojizo), Zn^{2+} (catión incoloro) y Zn° (metal color gris).

IV. PARTE EXPERIMENTAL

MATERIAL POR EQUIPO	REACTIVOS
5 tubos de ensaye pequeños	Solución de ácido nítrico (HNO_3) 5 M
1 gradilla	Solución de ácido clorhídrico (HCl) 5 M
1 piseta con agua destilada.	Solución de sulfato de cobre (CuSO_4) 0.2 M
1 matraz Erlenmeyer de 150 mL (por grupo)	Solución de metavanadato de amonio (NH_4VO_3) 0.05 M
	Polvo de zinc (Zn°)
	Granalla de cobre (Cu°)
	Laminillas de zinc (Zn°)

PROCEDIMIENTO

Parte A

1. Pesar 0.1g de polvo de zinc y colocar en un tubo de ensaye. Posteriormente, agregar lentamente 0.5 mL de HCl 5 M. Observar los cambios que ocurren en el sistema.
2. Pesar una laminilla de zinc y sumergir en 0.5 mL de una solución de CuSO_4 0.2 M, dejar en reposo aproximadamente diez minutos. Observar los cambios que ocurren.
3. Pesar 0.1g de granalla de cobre y colocar en un tubo de ensaye, adicionar 0.5 mL de solución de HNO_3 5 M, tapar el tubo y dejar en reposo durante unos 10 minutos y observar si hay algún cambio.
4. Como en el caso anterior, trabajar cobre metálico con HCl y observar si hay algún cambio.

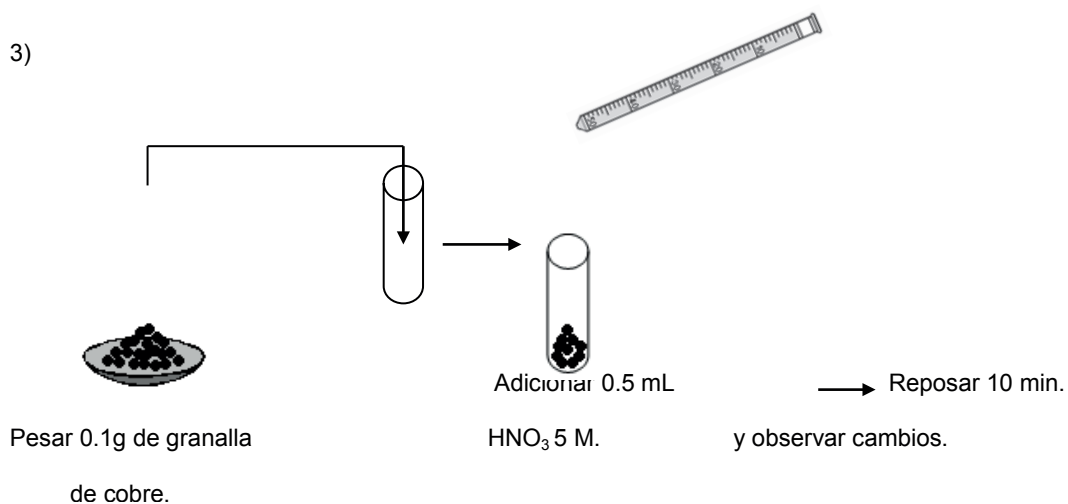
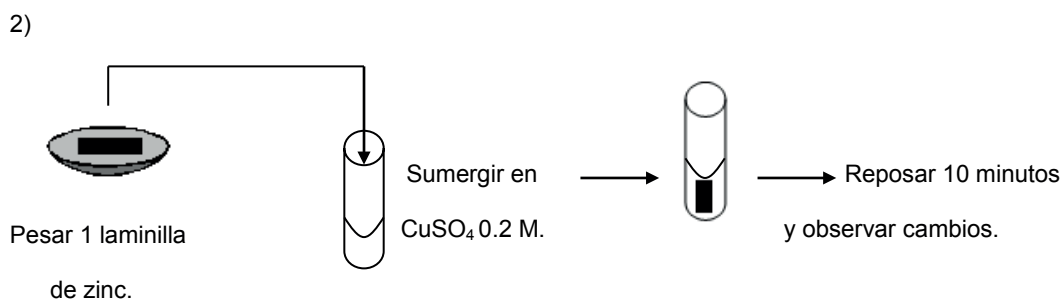
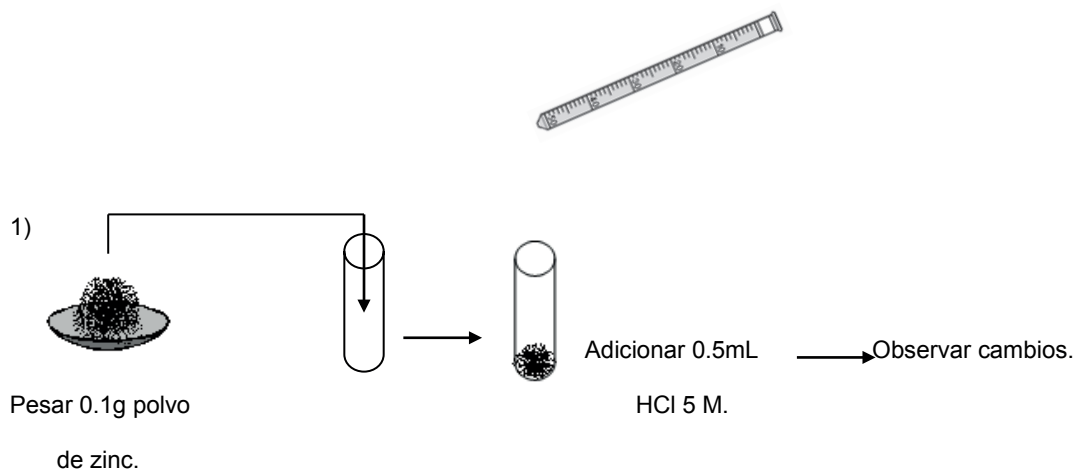
Parte B

El profesor llevará a cabo la siguiente experiencia frente al grupo:

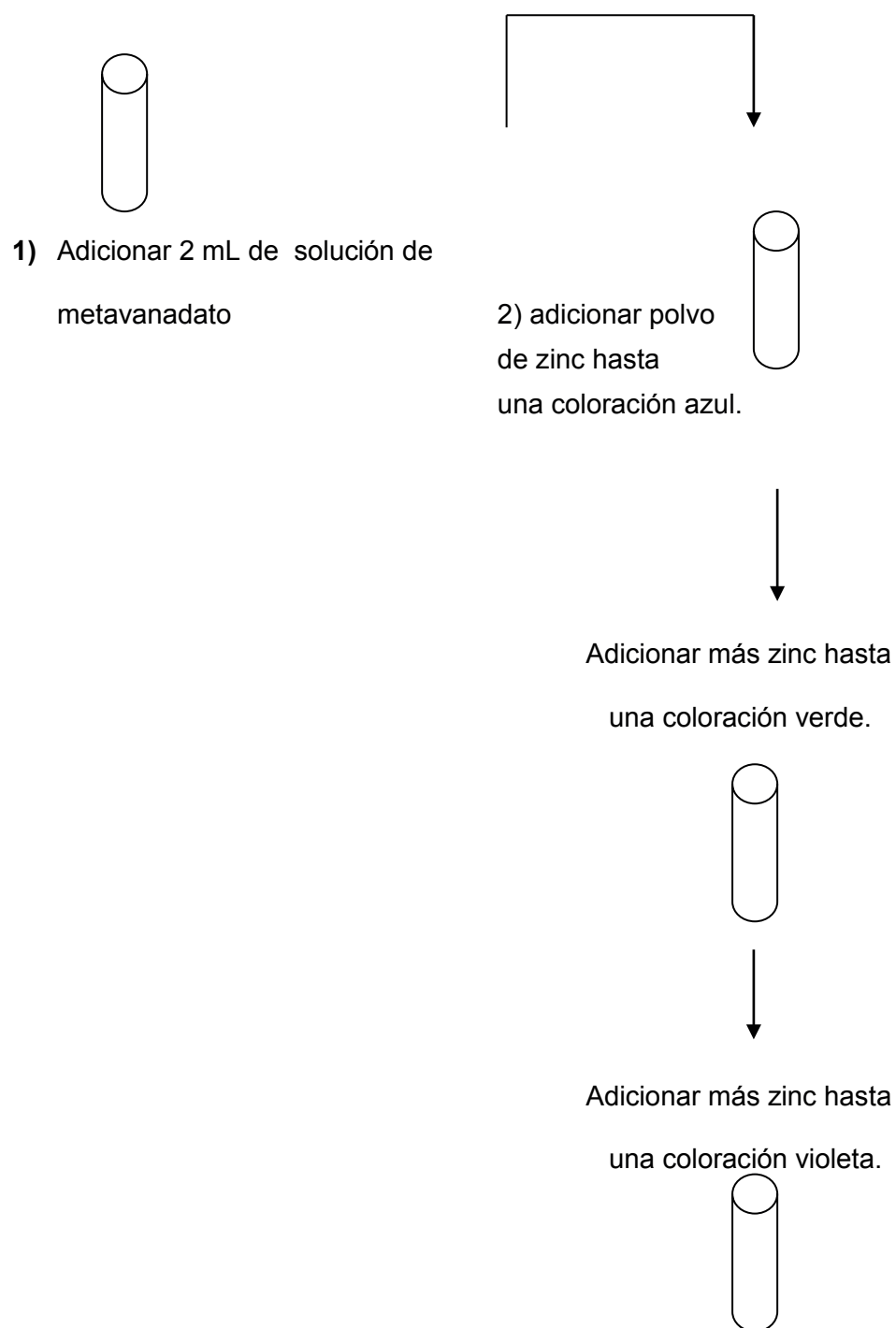
1. En un tubo de ensaye, agregar aproximadamente 2 mL de la solución de metavanadato (VO_2^+) y colocar en la gradilla.
2. Por otra parte, en un matraz Erlenmeyer, colocar aproximadamente 2 mL de la solución de metavanadato, agregar poco a poco polvo de zinc y agitar hasta la aparición; primeramente de un color azul, enseguida de un color verde y finalmente de un color violeta.

PROCEDIMIENTO ESQUEMATIZADO

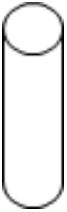
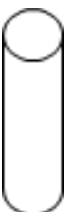
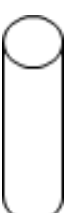
Parte A

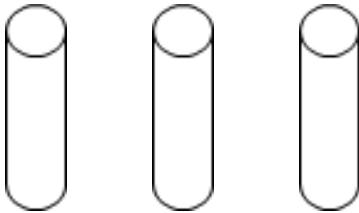


Parte B



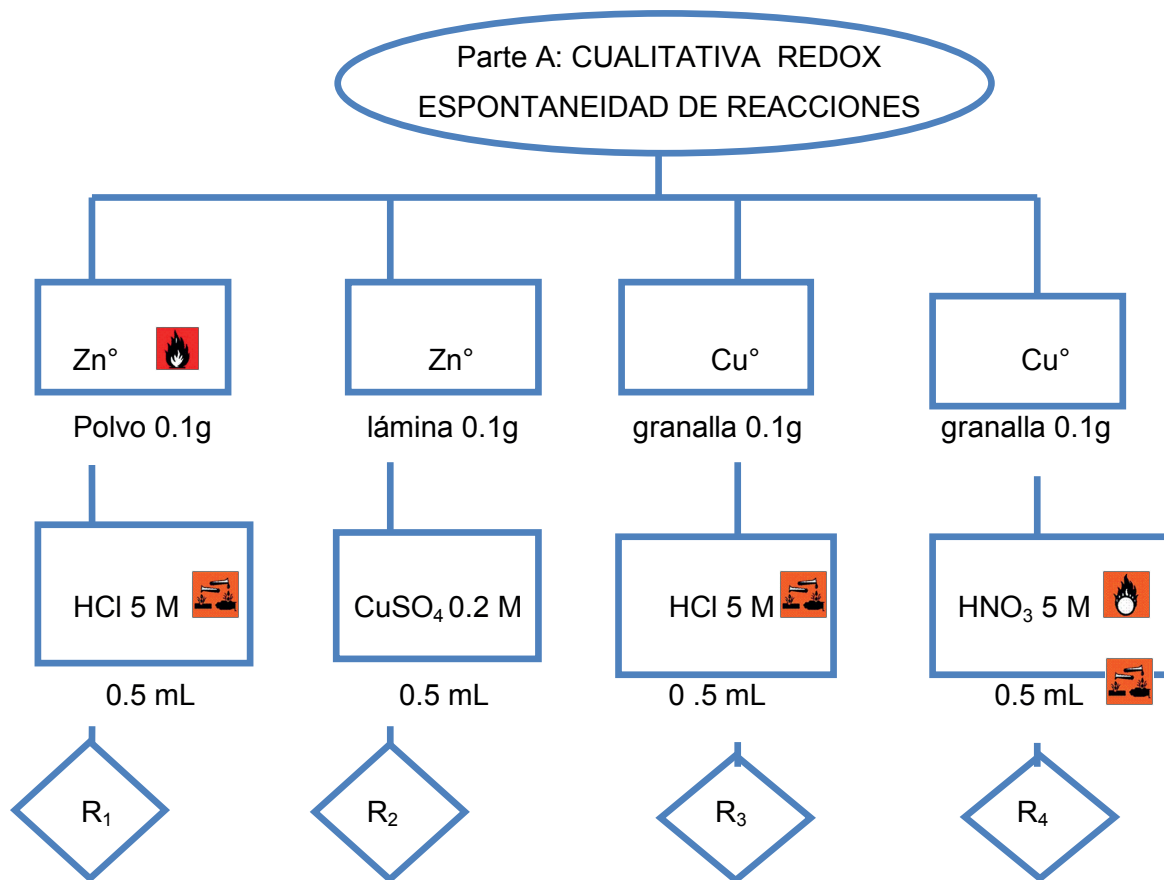
V. RESULTADOS**Tabla 5.** Resultados experimentales

P A R T E (A)	Sistema: Zn (polvo) + HCl (solución)	Observaciones: 
	Sistema: Zn (laminilla) + CuSO ₄ (solución)	Observaciones: 
	Sistema: Cu (granalla) + HNO ₃ (solución)	Observaciones: 
	Sistema: Cu (granalla) + HCl (solución)	Observaciones: 

P A R T E (B)	Sistema: VO_2^+ (solución) + Zn (polvo)	Observaciones: 

VI. OBSERVACIONES Y ANOTACIONES

DIAGRAMA ECOLÓGICO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS



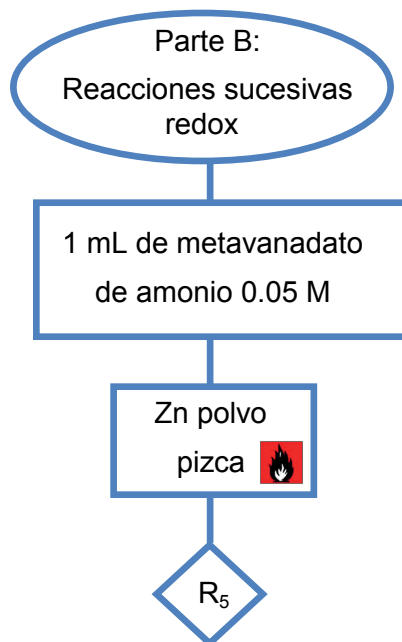
R₁ a) Filtrar, lavar, secar y reutilizar el polvo de zinc b) neutralizar el filtrado y desechar

R₂ Filtrar y separar las láminas de cinc y desechar el filtrado

R₃ Filtrar, lavar, secar y reutilizar el cobre

R₄ a) Filtrar, lavar, secar y reutilizar el cobre b) neutralizar el filtrado y desechar

Nota: colocar un embudo con papel filtro en los frascos de residuos.



R₅. Resguardar y etiquetar para su disposición

VII. INFORME DE TRABAJO

INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

PUNTOS MÍNIMOS QUE DEBE CONTENER

- Primera parte (A)
 - a) Con base en los datos y en las observaciones experimentales, escribir y balancear las reacciones iónicas que se llevaron a cabo en cada caso.
 - b) De acuerdo a lo anterior, colocar ordenadamente en una escala de potencial los pares óxido-reductores involucrados en cada reacción.
 - c) Indicar cualitativamente cuál reacción es más espontánea.
 - d) Calcular las milimoles de los reactivos iniciales y las milimoles de todas las especies presentes en la solución al equilibrio, en cada reacción.

DATOS: H_2 (Gas incoloro) Cu^{2+} (Cación color azul)
 NO_2 (Gas café rojizo) Zn^{2+} (Cación incoloro)

- Segunda parte (B)

Considerando que en solución acuosa el vanadio puede existir como V^{2+} , V^{3+} , VO^{2+} o VO_2^+ :

- Anotar los colores que presenta el vanadio en cada tubo, de acuerdo a su grado de oxidación.
- Escribir y balancear todos los equilibrios electroquímicos del vanadio.
- Trazar una escala de potenciales relativos de acuerdo a las observaciones experimentales.
- Escribir y balancear las reacciones que ocurrieron entre el zinc y las especies del vanadio.

EJERCICIOS DE CONSOLIDACIÓN

- Escribir la semirreacción balanceada para el par $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$, y establecer su ecuación de Ley de Nernst.
- Si a una solución acuosa de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0.1 N (electrolito fuerte) se le agrega una solución de FeSO_4 (electrolito fuerte):
 - Escribir y balancear la reacción química que ocurre (por el método de ión-electrón).
 - Calcular la constante de equilibrio (K_{eq}) y, con base en este valor, establecer si la reacción ocurre en forma espontánea o no.

DATOS: $E^\circ \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+} = 1.33 \text{ V}$

$E^\circ \text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+} = 0.77 \text{ V}$

PRÁCTICA 6

CUANTITATIVA ÓXIDO-REDUCCIÓN *DETERMINACIÓN DE HIERRO EN COMPRIMIDOS DE FeSO_4 CON PERMANGANATO DE POTASIO*

TIEMPO DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL: dos horas

I. OBJETIVOS

Al finalizar la práctica, el estudiante será capaz de llevar a cabo correctamente las siguientes acciones:

- Operar el equipo, sistema de electrodos y material de laboratorio necesarios para realizar una valoración potenciométrica de óxido-reducción.
- Representar los resultados obtenidos de la valoración con una curva de valoración potenciométrica.
- Construir una escala de predicción de reacciones para el sistema de valoración, en función de potencial normal (E^0).
- Expresar la reacción de valoración, como una ecuación química balanceada y asociarle su valor de K_{eq} .
- Localizar el volumen de punto de equivalencia en la curva de valoración, utilizando un método gráfico.
- Calcular el contenido de analito en la muestra original.

- Comparar el contenido de analito calculado, con el reportado por el fabricante.
- Aplicar la metodología a otros sistemas equivalentes.

II. INTRODUCCIÓN

Para llevar a cabo una valoración óxido-reducción, se agrega al analito una cantidad medida de algún agente oxidante (o de un agente reductor) de concentración conocida para oxidarlo (o reducirlo).

Igual que para cualquier otro tipo de determinación, en las valoraciones óxido-reducción se debe conocer la estequiometría de la reacción que se produce. Un requisito preliminar, al estudiar los equilibrios de éste tipo, es saber balancear las ecuaciones de óxido-reducción, para ello se emplean diferentes métodos como el de ión-electrón.

III. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

CUESTIONARIO

1. Explicar qué es un electrodo indicador redox, qué es un electrodo de referencia redox y cuál es el uso de cada uno.
2. Definir, para una reacción química cualquiera, cuándo se está en el equilibrio y cuándo se está en el punto de equivalencia.
3. Investigar la importancia del permanganato de potasio como reactivo valorante en reacciones óxido-reducción; además investigar por qué se utiliza como autoindicador y qué precauciones hay que considerar para almacenarlo.
4. ¿Qué es una curva de valoración y cuál es su importancia?
5. Para el equilibrio de reacción siguiente: $2\text{Ce(IV)} + \text{Sn(II)} \leftrightarrow 2\text{Ce(III)} + \text{Sn(IV)}$
 - a) Escribir los equilibrios de semirreacción o equilibrios electroquímicos para cada par redox, con sus correspondientes expresiones de la Ley de Nernst.

b) Si el Sn(II) es la sustancia por valorar y el Ce(IV) es el reactivo valorante, establecer una TVCM (tabla de variación de cantidades molares), considerando incluso un exceso del reactivo valorante. Tomar en cuenta las siguientes condiciones:

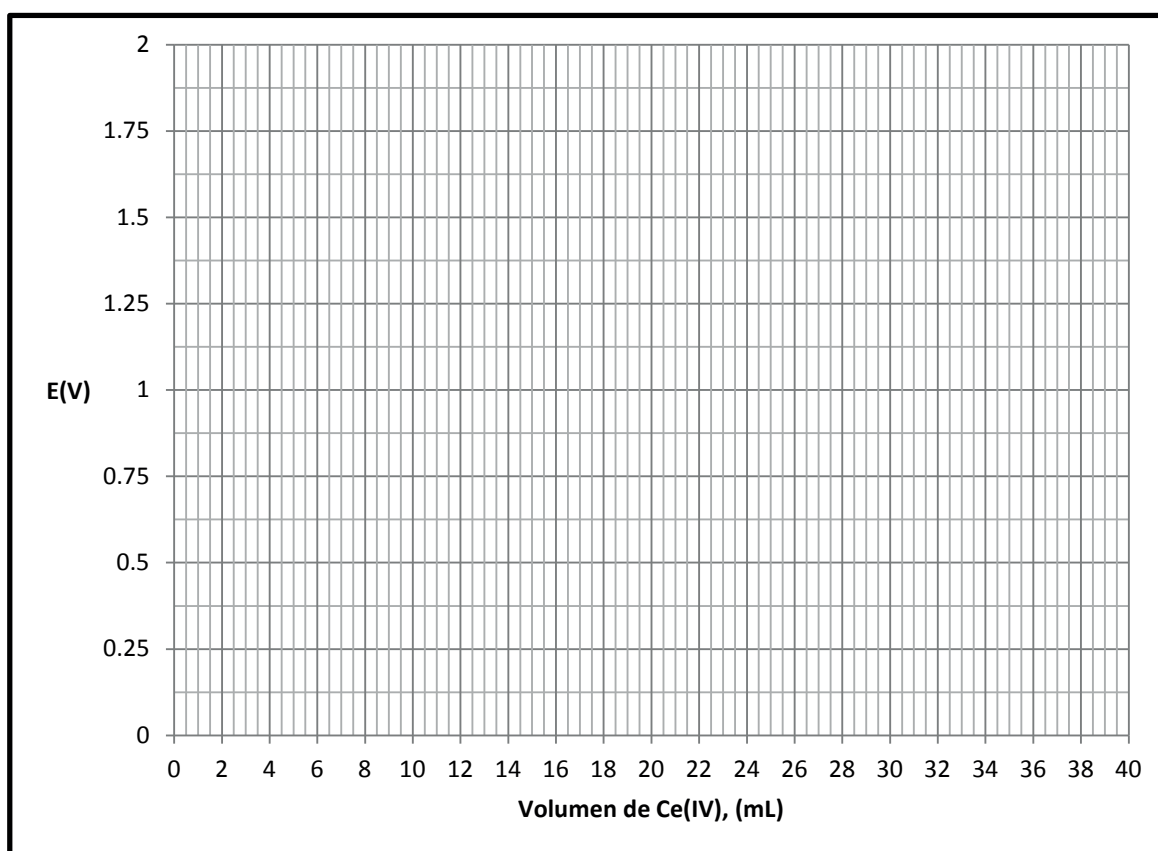
$$[\text{Sn(II)}] = 5 \times 10^{-2} \text{ M} \quad [\text{Ce(IV)}] = 0.1 \text{ M} \quad V_{\text{alícuota Sn (II)}} = 20 \text{ mL}$$

$$V_{\text{Ce (IV)}} = \text{variable}$$

c) Esbozar la curva de valoración si se sabe que:

$$\text{Sn(IV)} / \text{Sn(II)} \quad E^\circ = 0.14 \text{ V}$$

$$\text{Ce(IV)} / \text{Ce(III)} \quad E^\circ = 1.7 \text{ V}$$



Gráfica 1. $E = f(V_{\text{Ce (IV)}})$

d) ¿Cuántos puntos de equivalencia y cuántos puntos de equilibrio puedes localizar sobre la curva?

IV. PARTE EXPERIMENTAL

MATERIAL POR EQUIPO	REACTIVOS
1 soporte universal completo	Muestra problema: Hemobion 200, comprimidos de FeSO_4
1 bureta de 10 mL	Solución valorante de permanganato de potasio (KMnO_4) de concentración conocida (0.1 N)
3 vasos de precipitados de 50 mL	Solución de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0.9 M
2 vasos de precipitados de 100 mL	
1 pipeta volumétrica de 10 mL	
1 piseta con agua destilada	
1 propipeta	
1 barra magnética.	
1 agitador magnético	
1 mortero con pistilo	
Potenciómetro con electrodo de platino y de calomel saturado	

PROCEDIMIENTO

Valoración volumétrica utilizando la solución de KMnO_4 como autoindicador

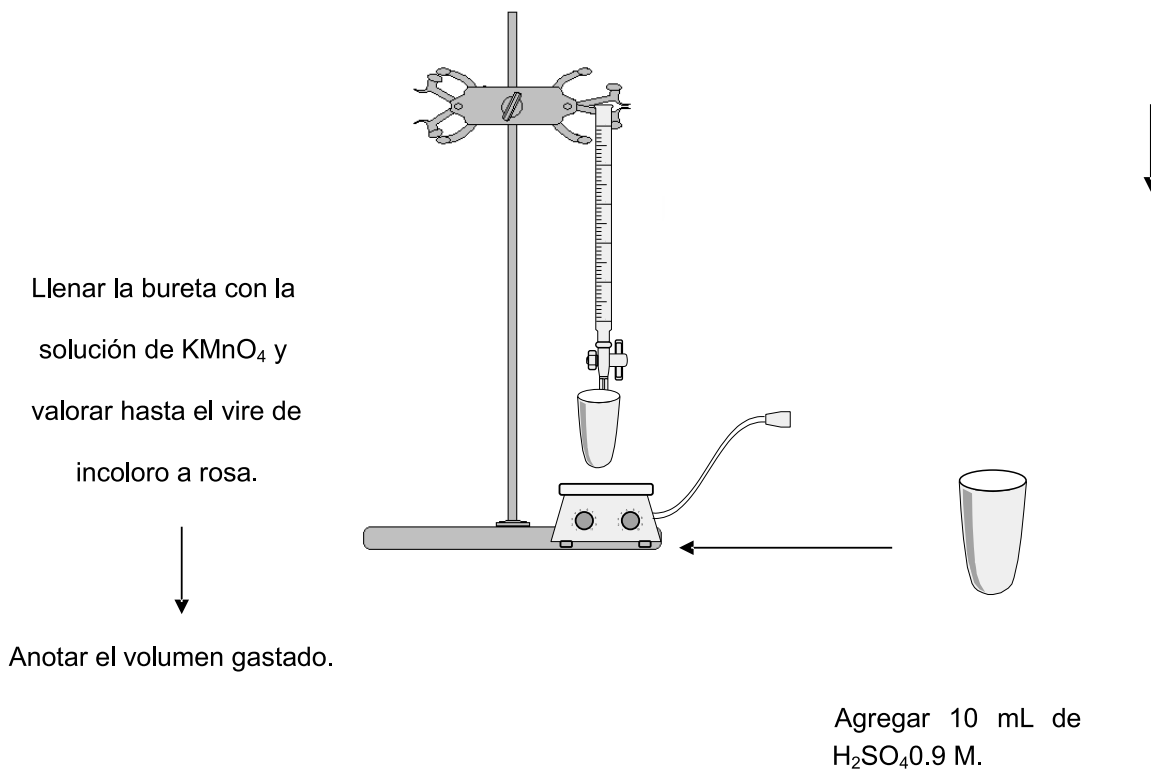
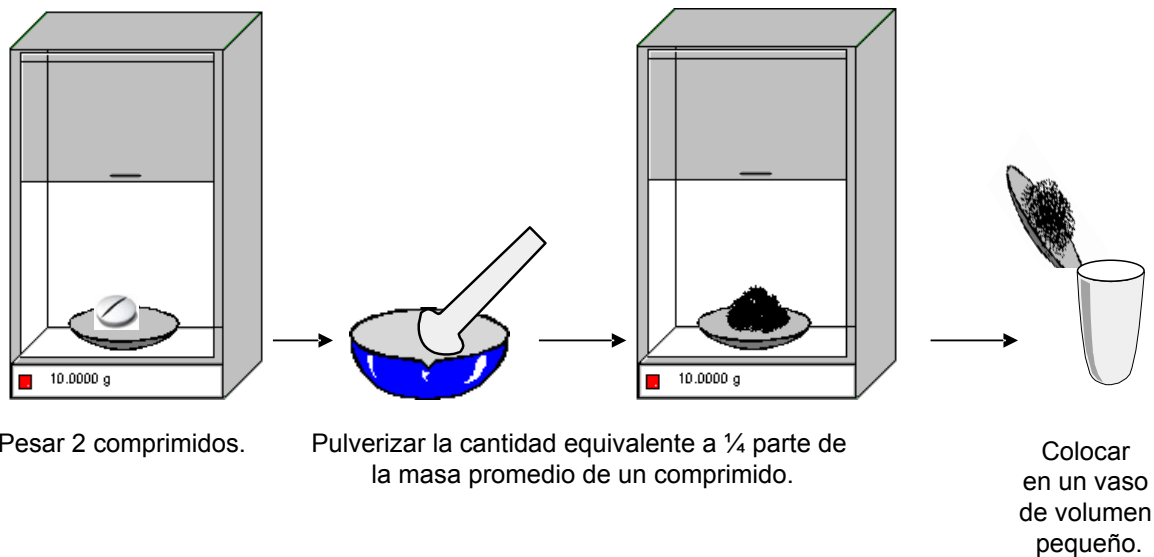
1. Pesar dos comprimidos y obtener la masa promedio por comprimido.
2. Pulverizar los dos comprimidos con ayuda de un mortero.
3. Pesar el equivalente a una cuarta parte de la masa promedio de un comprimido, en un vaso de precipitados, empleando la balanza analítica.
4. Agregar 10 mL de la solución sulfúrica 0.9 M a la muestra de polvo, para la disolución del sulfato ferroso pulverizado.
5. Por otra parte, colocar la solución de KMnO_4 en la bureta hasta el aforo para proseguir con la valoración.
6. Cuando la sal pulverizada esté disuelta casi totalmente (los excipientes no son solubles), comenzar a agregar la solución de KMnO_4 hasta el cambio de color (vire) de incoloro a rosa.
7. Anotar la lectura del volumen de valorante consumido al momento del vire.

Valoración potenciométrica

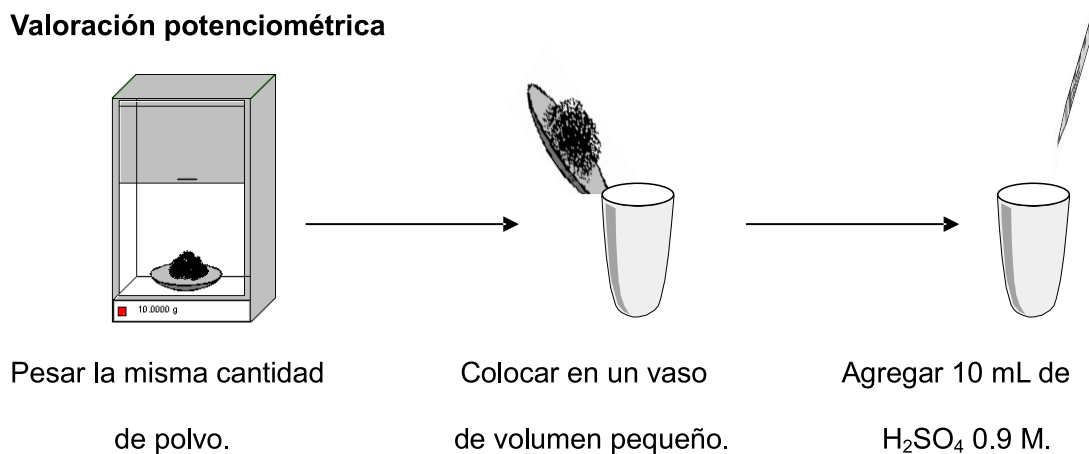
1. Pesar el equivalente a una cuarta parte de la masa promedio de un comprimido en un vaso de precipitados de 50 mL, empleando la balanza analítica.
2. Agregar 10 mL de la solución sulfúrica 0.9 M a la muestra de polvo, para la disolución del sulfato ferroso pulverizado.
3. Por otra parte, colocar la solución de KMnO_4 en la bureta hasta el aforo para proseguir con la valoración.
4. Proceder al montaje del equipo para llevar a cabo la valoración potenciométrica y calibrar el potenciómetro cerrando el circuito.
5. Conectar los electrodos al potenciómetro e introducirlos a la muestra (alícuota).
6. Con agitación constante, registrar la primera lectura de potencial de la solución de FeSO_4 sola.
7. Comenzar a agregar la solución valorante de KMnO_4 , de 0.5 mL en 0.5 mL, con la bureta y anotar las lecturas de potencial correspondientes a cada volumen agregado, adicionar volúmenes más pequeños (0.25 mL en 0.25 mL), cerca del volumen de punto de equivalencia conocido mediante la valoración volumétrica. Considerar como volumen final el doble del volumen de punto de equivalencia donde se detectó el cambio brusco en la propiedad medida (E).
8. Graficar los datos obtenidos.

PROCEDIMIENTO ESQUEMATIZADO

Valoración volumétrica utilizando la solución de KMnO_4 como autoindicador

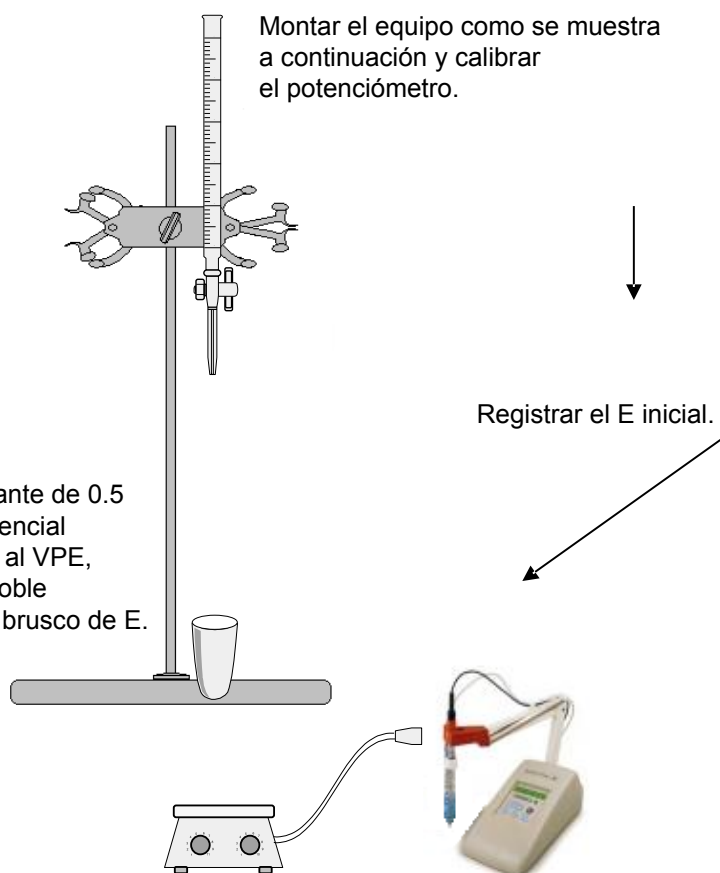


Valoración potenciométrica



Llenar la bureta con la solución de KMnO_4 y

Comenzar a agregar la solución valorante de 0.5 en 0.5 mL, registrando el valor del potencial y volúmenes más pequeños cercanos al VPE, considerando como volumen final el doble del VPE, donde se observó el cambio brusco de E.



V. RESULTADOS

Tabla 6. Resultados experimentales de la valoración volumétrica

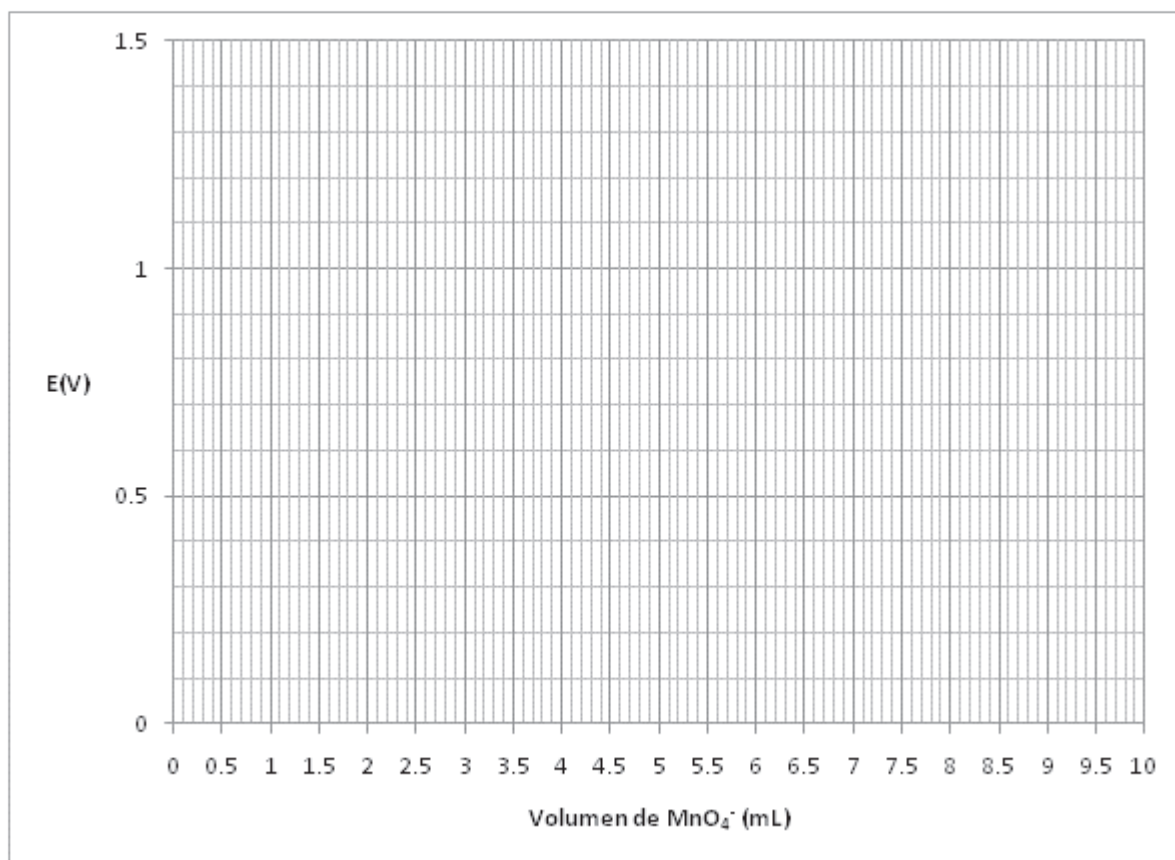
Concentración de la solución valorante de KMnO_4 exacta	
Masa promedio de 1 comprimido	
Masa de polvo de comprimido empleado (muestra)	
Volumen de KMnO_4 gastado del punto de equivalencia	

Tabla 7. Resultados experimentales de la valoración potenciométrica

Masa de polvo de comprimido empleado (muestra)					
Volumen (mL)	$E_{(\text{ECS})}$	$E_{(\text{ENH})}$	Volumen (mL)	$E_{(\text{ECS})}$	$E_{(\text{ENH})}$

$E_{(\text{ECS})}$; Potencial con respecto al electrodo de calomel saturado.

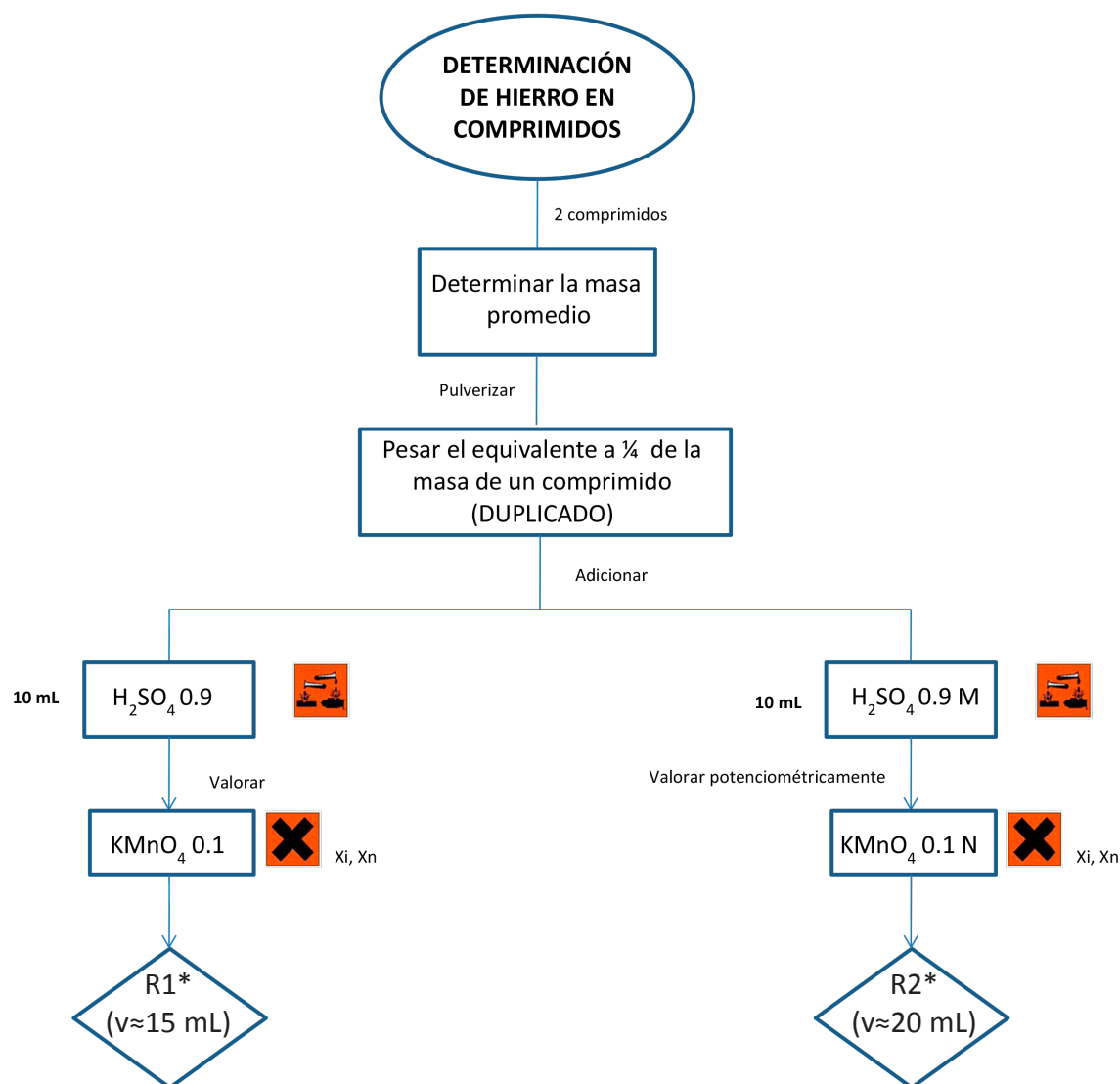
$E_{(\text{ENH})}$; Potencial con respecto al electrodo normal de hidrógeno.



Gráfica 2. $E = f(V_{\text{solución de permanganato de potasio agregado}})$

VI. OBSERVACIONES Y ANOTACIONES

DIAGRAMA ECOLÓGICO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS



R1* y R2*: Resguardar y etiquetar como "Permanganato en medio ácido sulfúrico"

VII. INFORME DE TRABAJO

INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

PUNTOS MÍNIMOS QUE DEBE CONTENER

- Establecer la reacción iónica balanceada que ocurre entre el KMnO₄ y el FeSO₄ en solución. Calcular su valor de Keq.

- b) Trazar la curva experimental $E = f(V_{\text{permanganato de potasio agregado}})$, corrigiendo los valores de E obtenidos experimentalmente (sumándoles a cada una de las lecturas de E 0.245 V que corresponden al electrodo de calomel saturado, con respecto al electrodo normal de hidrógeno).
- c) Localizar el punto de equivalencia en la curva experimental, así como el volumen y el potencial correspondiente a este punto.
- d) A partir de la gráfica experimental, estimar los valores de E° de los pares redox involucrados en la valoración (encontrando volúmenes y los puntos en la gráfica donde los potenciales se igualan).
- e) Con los valores de E° obtenidos anteriormente, calcular el valor de la K_{eq} experimental.
- f) Considerando los mL gastados de KMnO_4 en el punto de equivalencia, para las valoraciones volumétrica y potenciométrica, calcular los mg de Fe(II) y FeSO_4 así como el porcentaje de Fe(II) y FeSO_4 en la muestra analizada y en un comprimido.
- g) Comparar con el marbete del medicamento y concluir.

DATOS: $\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+} \quad E^\circ = 1.51 \text{ V} \quad \text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+} \quad E^\circ = 0.69 \text{ V}$

Estos valores de E° están referidos al E.N.H.

EJERCICIO DE CONSOLIDACIÓN

- En una valoración, se gastaron 60.0 mL de KMnO_4 0.03 M al titular 5.0 mL de agua oxigenada (H_2O_2) en solución ácida:
 - Si se sabe que el permanganato se reduce a Mn^{2+} y el H_2O_2 se oxida a O_2 . Escribir la reacción de valoración balanceada.
 - Calcular el porcentaje (peso/volumen) del H_2O_2 presente en la muestra.

PRÁCTICA 7

CUALITATIVA SOLUBILIDAD-PRECIPITACIÓN *ESTUDIO DE LOS PARÁMETROS QUE INFLUYEN EN LA SOLUBILIDAD Y LA PRECIPITACIÓN*

TIEMPO DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL: dos horas

I. OBJETIVOS

Al concluir la práctica, el estudiante será capaz de llevar a cabo correctamente las siguientes acciones:

- Definir qué es solubilidad y de qué factores depende.
- Definir qué es el producto de solubilidad.
- Calcular la solubilidad de un compuesto insoluble sabiendo el valor de K_s .
- Definir y calcular el producto iónico y diferenciar del valor de K_s .
- Predecir la formación o ausencia de un precipitado, con base en el valor de producto iónico y comparar con lo observado experimentalmente.
- Comprobar la influencia de la estequiometría en la solubilidad y en el orden de precipitación de un sistema mezcla de aniones, al que se le adiciona un ion precipitante.

II. INTRODUCCIÓN

El proceso de precipitación y el uso de estas reacciones son la piedra angular en el análisis gravimétrico. El análisis gravimétrico abarca una variedad de técnicas en las que la masa de un producto se utiliza para determinar la cantidad original de analito (la especie de interés). Puesto que la masa puede medirse con gran exactitud, los métodos gravimétricos se cuentan entre los más exactos de la química analítica, pero también más laboriosos que otros procedimientos. Se trata de una de las técnicas analíticas más antiguas y se ha aplicado a numerosos elementos y compuestos desde mucho antes de que se dispusiera de otros métodos.

El producto ideal de un análisis gravimétrico debe ser muy insoluble, fácilmente filtrable, muy puro y de composición conocida y constante. Si bien, pocos precipitados reúnen todas estas condiciones, el uso de técnicas apropiadas puede ayudar a optimizar las propiedades de los precipitados que se analizan por gravimetría.

En ese sentido, la mayoría de las precipitaciones con fines gravimétricos se realizan en presencia de un electrolito que facilite la colisión de los coloides formados y su coagulación (que se adhieran unos a otros), para formar partículas mas grandes (cristales) y, en algunos casos, para disminuir aún más su solubilidad (efecto del ión común).

III. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

CUESTIONARIO

1. ¿Cómo se define la solubilidad y de qué factores depende?
2. ¿Qué es el producto de solubilidad?
3. ¿Qué es un coloide?
4. ¿Qué es un electrolito?
5. Si se toma un volumen de 5 mL de una solución de cloruro de bario (BaCl_2) de concentración $8 \times 10^{-3} \text{ M}$ y se le agregan 3 mL de agua destilada y 7 mL de una solución de sulfato de sodio (Na_2SO_4) de concentración 0.01 M. Calcular la concentración molar de bario y sulfatos en la mezcla final.

DATOS: BaSO_4 $pK_s = 9.76$

IV. PARTE EXPERIMENTAL

MATERIAL POR EQUIPO	REACTIVOS
1 gradilla con 8 tubos de ensaye	Solución del cloruro de bario (BaCl_2) $5 \times 10^{-3} \text{ M}$ y 10^{-5} M
2 pipetas graduadas de 1 mL	Solución de sulfato de sodio (Na_2SO_4) 10^{-3} M
3 pipetas graduadas de 5 mL	Solución de sulfato de sodio (Na_2SO_4) 10^{-5} M
2 pipetas volumétricas de 3 mL	Solución de cromato de potasio (K_2CrO_4) 0.01 M
1 pipeta graduada de 3 mL	Solución de cloruro de sodio (NaCl) 0.01 M
1 piseta con agua destilada	Solución de nitrato de plata (AgNO_3) 0.01 M

PROCEDIMIENTO

Parte A. Formación e identificación de los precipitados de BaSO_4 , AgCl y Ag_2CrO_4

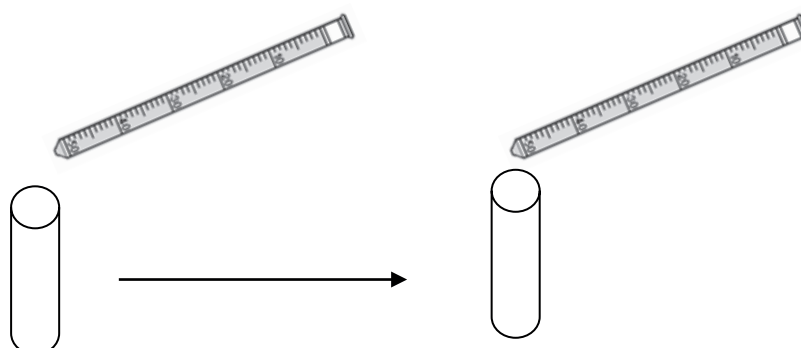
1. En un tubo de ensaye (sistema 1), verter 1 mL de solución de cloruro de bario 5×10^{-3} con una pipeta graduada y agregar 0.5 mL de sulfato de sodio 10^{-3} . Anotar los cambios físicos ocurridos en el sistema.
2. En un tubo de ensaye (sistema 2), verter 1 mL de solución de cromato de potasio 0.01 M , con una pipeta graduada y agregar 0.5 mL de nitrato de plata 0.01 M . Anotar los cambios físicos ocurridos en el sistema.
3. En un tubo de ensaye (sistema 3), verter 1 mL de solución de cloruro de sodio 0.01 M , con una pipeta graduada y agregar 0.5 mL de nitrato de plata 0.01 M . Anotar los cambios físicos ocurridos en el sistema.

Parte B. Producto iónico

1. En un tubo de ensaye (sistema 4), verter 1 mL de solución de sulfato de sodio 10^{-5} M, con una pipeta volumétrica y adicionar, con otra pipeta volumétrica, 1 mL de cloruro de bario 10^{-5} M. Anotar los cambios físicos ocurridos en el sistema.
2. En un tubo de ensaye (sistema 5), verter 1 mL de solución de sulfato de sodio 10^{-3} M, con una pipeta volumétrica y adicionar, con otra pipeta volumétrica, 1 mL de solución de cloruro de bario 5×10^{-3} M. Anotar los cambios físicos ocurridos en el sistema.

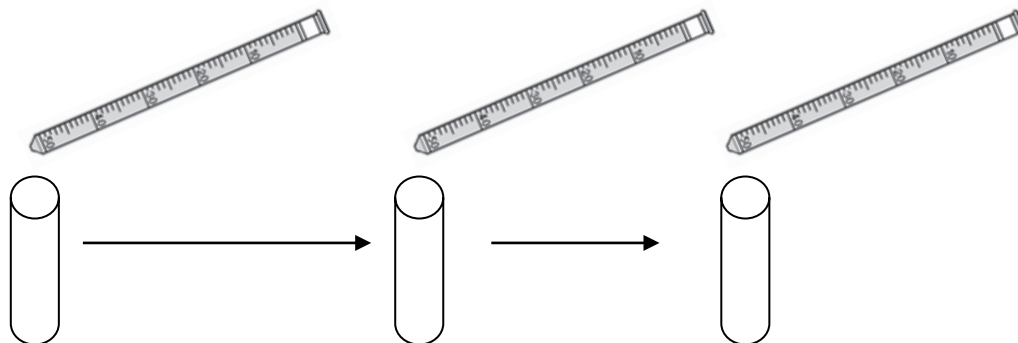
Parte C. Efecto de la estequiometría en la formación del precipitado que se origina primero

1. En un tubo de ensaye (sistema 6), verter 0.5 mL de solución de cromato de potasio 0.01 M, con una pipeta graduada y 0.5 mL de solución de cloruro de sodio 0.01 M; posteriormente, agregar, con la pipeta graduada (poco a poco), 1.0 mL de nitrato de plata 0.01 M. Anotar los cambios físicos ocurridos en el sistema.

PROCEDIMIENTO ESQUEMATIZADO**Parte A**

Sistema:	Añadir 1 mL de solución de:	Añadir, poco a poco, 0.5 mL de:	Observar:
1	Cloruro de bario 5×10^{-3} M	Sulfato de sodio 10^{-3} M	Anotar cambios físicos
2	Cromato de potasio 0.01M	Nitrato de plata 0.01M	
3	Cloruro de sodio 0.01M	Nitrato de plata 0.01 M	

Parte B



Sistema:	Añadir 1 mL de:	Añadir 1 mL de:	Observar:
4	Solución Na_2SO_4 10^{-5} M	Solución de BaCl_2 10^{-5} M	Anotar cambios físicos
5	Solución Na_2SO_4 10^{-3} M	Solución de BaCl_2 5×10^{-3} M	

Parte C

Sistema 6

Añadir 0.5 mL de solución de K_2CrO_4

Añadir 0.5 mL de solución de NaCl

Añadir gradualmente 1.0 mL de AgNO_3

Anotar cambios físicos y observaciones

V. RESULTADOS

Tabla 8. Resultados experimentales de la parte A

Sistema	Cambios físicos observados	Reacción de precipitación	Keq	Solubilidad*
1				
2				
3				

*Calcular la solubilidad de cada precipitado.

Tabla 9. Resultados experimentales de la parte B

Sistema	Cambios físicos observados	Producto formado	PI*	PI con respecto al Ks es (<, =, >)
4				
5				

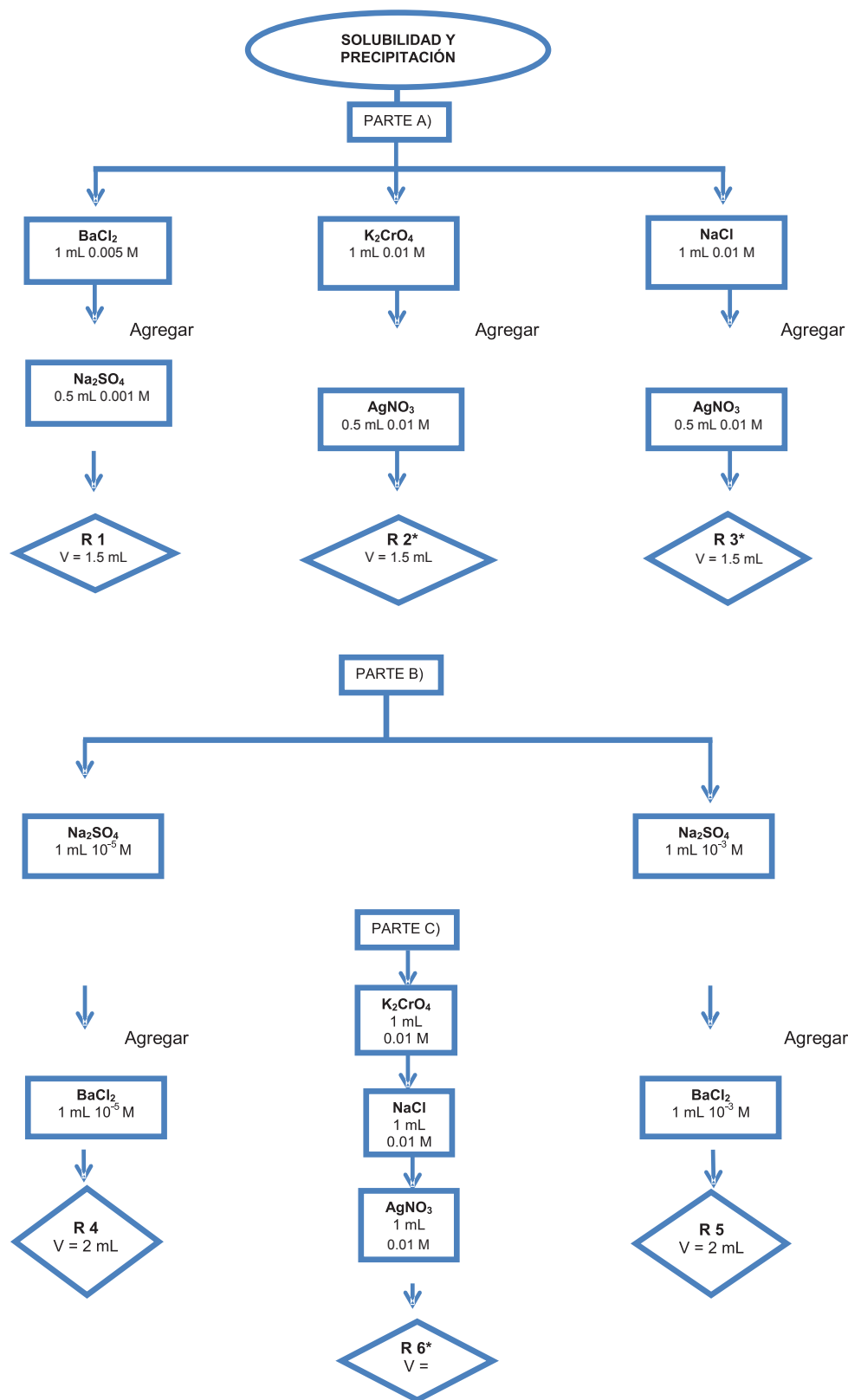
*Calcular el producto iónico (PI) de cada sistema.

Tabla 10. Resultados experimentales de la parte C

Sistema	Cambios físicos observados	Componentes presentes en el sistema	Concentraciones mínimas necesarias para precipitar a cada uno de los componentes presentes en este sistema
6			

VI. OBSERVACIONES Y ANOTACIONES

DIAGRAMA ECOLÓGICO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS



Los residuos R1, R4 y R5 desechar a la tarja. R2*, R3* y R6* resguardar y etiquetar como: "Residuos de plata".

VII. INFORME DE TRABAJO

INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

PUNTOS MÍNIMOS QUE DEBE CONTENER

- a) Cálculos de la solubilidad de cada precipitado presente en los sistemas 1, 2 y 3.
- b) Establecer la relación entre el valor de pKs y la solubilidad para aquellos precipitados con igual estequiometría.
- c) Justificar, mediante cálculos, los cambios físicos obtenidos en los sistemas 4 y 5 y deducir la correspondencia que se guarda entre el producto iónico y la Ks, para predecir si se formará o no el precipitado.
- d) Indicar el término que se emplea para las disoluciones cuyo valor de producto iónico (PI) = Ks del compuesto poco soluble.
- e) Calcular la concentración mínima del ión plata necesaria para precipitar a cada uno de los componentes presentes en el sistema 6.
- f) ¿Qué parámetros deben considerarse para deducir el orden de precipitación en un sistema con las mismas características del sistema 6?

EJERCICIOS DE CONSOLIDACIÓN

1. Considerar una solución que contiene iones plumboso (Pb^{2+}) y iones plata (Ag^+), cada uno con concentración 0.01 M. Los dos forman un yoduro insoluble.
 - a) Establezca cuál yoduro precipitará primero

b) Calcular la concentración que se requiere de yoduro para precipitar “completamente” al catión menos soluble.

DATOS:

$$pK_s \text{ CaSO}_4 \downarrow = 9.97$$

$$pK_s \text{ AgCl} \downarrow = 9.75$$

$$pK_s \text{ Ag}_2\text{CrO}_4 \downarrow = 11.95$$

$$pK_s \text{ PbI}_2 \downarrow = 8.1$$

$$pK_s \text{ AgI} \downarrow = 16$$

PRÁCTICA 8

CUANTITATIVA SOLUBILIDAD-PRECIPITACIÓN *DETERMINACIÓN DE CLORUROS EN SUERO DE ELECTROLITOS ORALES CON NITRATO DE PLATA*

TIEMPO DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL: dos horas

I. OBJETIVOS

Al terminar la práctica, el alumno será capaz de llevar a cabo correctamente las siguientes acciones:

- Manipular el material de laboratorio necesario para llevar a cabo una valoración volumétrica de precipitación.
- Explicar en qué consiste la determinación de cloruros por el método de Mohr y el principio de funcionamiento del indicador.
- Expresar la reacción de precipitación que ocurre en el sistema de valoración experimental, con una ecuación química iónica balanceada y calcular su valor de K_{eq} .
- Calcular el contenido de analito calculado en la muestra original en diferentes unidades (M, mg/L, mg/100 mL).
- Comparar la cantidad de analito calculado, con el reportado por el fabricante.
- Aplicar la metodología utilizada a otros sistemas equivalentes.

II. INTRODUCCIÓN

Los métodos volumétricos, basados en la formación de sales de plata poco solubles son conocidos desde hace mucho tiempo; estos métodos se han usado, y aún se siguen empleando, en el análisis rutinario de plata y de iones tales como cloruro, bromuro, yoduro y tiocianato. Los métodos volumétricos de precipitación, que no implican a la plata, son relativamente raros en los laboratorios modernos de análisis.

Los factores que más influyen en la nitidez del punto final son la concentración del analito y del valorante. Se recomienda que la concentración del analito sea lo suficiente para permitir el uso de soluciones de nitrato de plata alrededor de 0.1 M, para obtener puntos finales de valoración fácilmente detectables y con pequeños errores asociados.

La cuantitatividad de la reacción también es un factor que influye en la nitidez del punto final de la valoración, mientras más insoluble sea la sal de plata, mayor será la cuantitatividad de la reacción de precipitación involucrada, facilitándose la detección del punto de equivalencia.

III. ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

CUESTIONARIO

1. Se desea determinar el contenido de cloruros en una muestra de suero rehidratante de electrolitos, para lo cual se toman 2 mL de ésta y se valoran con AgNO_3 0.02 M, gastándose 3.0 mL en el punto de equivalencia.
 - a) Escribir la reacción de valoración y calcular el valor de la K_{eq} .
 - b) Determinar el contenido de cloruros en el suero, en concentración molar (M) y en mg por cada 100 mL.
 - c) Investigar en la bibliografía, en qué consiste la determinación de cloruros por el método de Mohr.

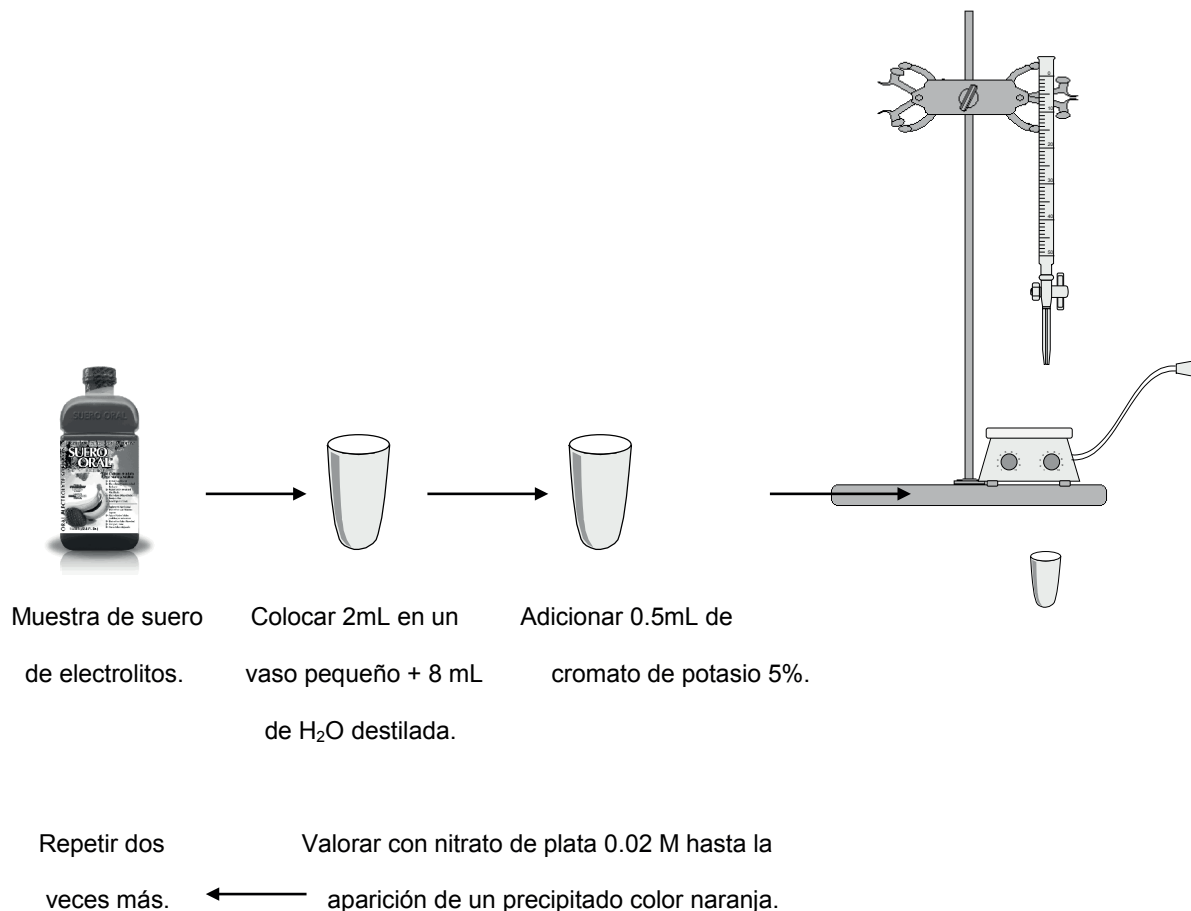
IV. PARTE EXPERIMENTAL

MATERIAL POR EQUIPO	REACTIVOS
1 soporte universal completo	Muestra problema: suero de electrolitos orales, marca comercial
1 bureta de 10 mL	Solución de cromato de potasio (K_2CrO_4) al 5 %
3 vasos de volumen pequeño	Solución valorante de nitrato de plata ($AgNO_3$) 0.02 M
1 vaso de precipitados de 50 mL	
1 vaso de precipitados de 100 mL	
1 pipeta volumétrica de 5 mL	
1 piseta con agua destilada	
1 propipeta	
1 barra magnética	
1 agitador magnético	
1 pipeta graduada de 1 mL	

PROCEDIMIENTO

Valoración volumétrica con indicador químico

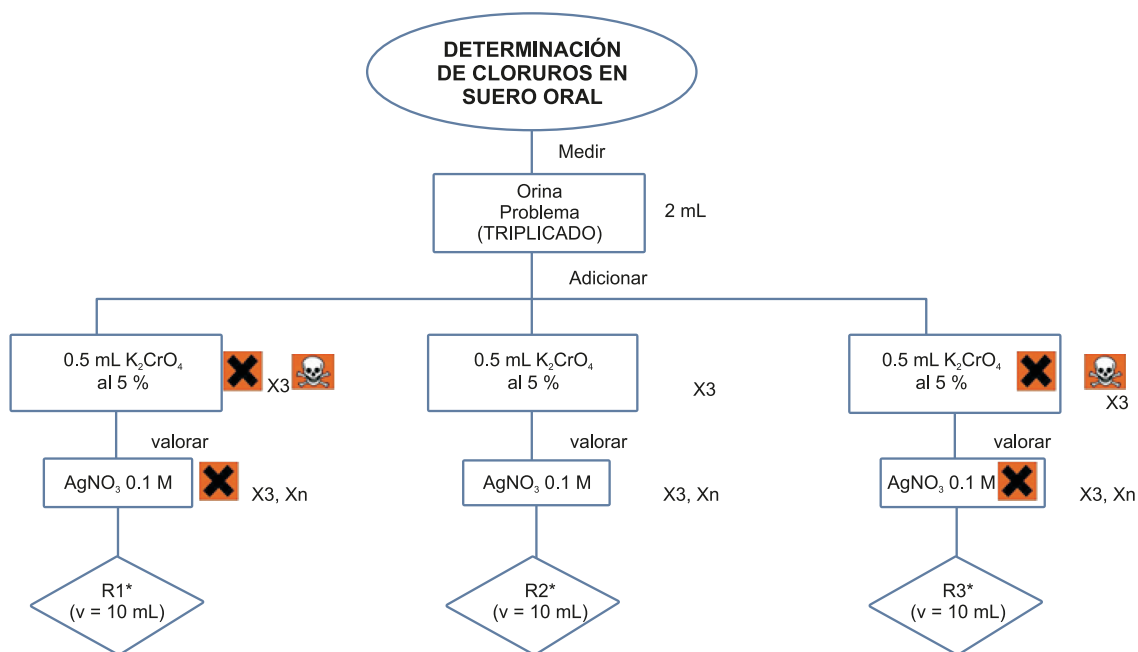
1. En un vaso de volumen pequeño, adicionar 2 mL de la muestra problema (suero de electrolitos orales), con una pipeta volumétrica y adicionar 0.5 mL de cromato de potasio al 5%, con una pipeta graduada.
2. Valorar el sistema anterior, adicionando una solución valorante de nitrato de plata 0.02 M, con la bureta, hasta la aparición de un precipitado color naranja.
3. Anotar el volumen de nitrato de plata agregado hasta este punto y repetir la valoración dos veces más, determinando el volumen promedio de las tres valoraciones.

PROCEDIMIENTO ESQUEMATIZADO**Valoración volumétrica con indicador químico****V. RESULTADOS****Tabla 11.** Resultados experimentales

Solución valorante	Valoración	Volumen de vire	Volumen promedio
Nitrato de plata 0.02 M	1		
	2		
	3		

VI. OBSERVACIONES Y ANOTACIONES

DIAGRAMA ECOLÓGICO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS



R1*, R2* y R3*: Resguardar y etiquetar como: "Residuos de plata" para su recuperación

VII. INFORME DE TRABAJO

INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

PUNTOS MÍNIMOS QUE DEBE CONTENER

- a) Escribir en orden las reacciones que ocurrieron en el proceso de valoración, indicando cuál de ellas es la de valoración y cuál permite definir el punto final de valoración. Calcular los valores de K_{eq} teórica respectivas.
- b) Calcular la concentración inicial de cloruros en la muestra de suero, expresada en concentración molar (M) y en mg por cada 100 mL, compararla con la reportada en el marbete y concluir.
- c) Investigar acerca de los usos de los sueros orales en el área farmacéutica y clínica.

EJERCICIOS DE CONSOLIDACIÓN

1. ¿Qué volumen de una solución 0.1325 M de nitrato de plata se requiere para precipitar el cloruro contenido en una muestra que contiene 99 % de cloruro de sodio?
2. Calcular la concentración molar de una solución de nitrato de plata en la que se gastaron 5.6 mL en el punto de equivalencia, cuando reaccionó con 0.1 g de cloruro de sodio puro, el cual se disolvió en 10 mL de agua y se le agregó cromato de potasio como indicador.
3. ¿Qué volumen de una solución de cloruro de sodio que tiene 55 g de esa sal por litro, se requiere para precipitar toda la plata, como cloruro de plata, contenida en 25 mL de una solución preparada, disolviendo 100 g de plata en ácido nítrico y llevando a un volumen de un litro?

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- (1) Harris, D. C. (1999). *Análisis Químico Cuantitativo* (3ª edición). México: Iberoamérica.
- (2) Ringbom, A. (1979). *Formación de Complejos en Química Analítica*. Madrid, España: Alambra.
- (3) Skoog, D. y West D. (1988). *Química Analítica* (4ª edición). Madrid, España: Ed. McGraw-Hill / Interamericana de España.
- (4) Argeri, N. J. y Lopardo, H. A. (1993). *Análisis de Orina. Fundamentos y práctica*. Madrid, España: Médica Panamericana.
- (5) Referencias de las fichas de seguridad:
 - ❖ Fichas Internacionales de Seguridad Química. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de trabajo y asuntos sociales. España.
 - ❖ Hoja de datos de seguridad. Química Técnica LTDA.
 - ❖ Hoja de datos de seguridad. Consejo Colombiano de Seguridad.
 - ❖ Hoja de datos de seguridad. Hach Lange. United for Water Quality.
 - ❖ Ficha de datos de seguridad. Auxiliar Industrial, S.A. Ilarduya.
 - ❖ Hoja de datos de seguridad. Facultad de Química. Dirección Nacional de Bomberos. Centro de Información y Asistencia Toxicológica. Unidad Académica de Seguridad.
 - ❖ Hoja de seguridad. Traco Quim.
 - ❖ Hoja de seguridad. Proquimsa.
 - ❖ Ficha de datos de seguridad. Scharlau Chemie.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA:

- I. Cañizares, Ma. del P. y Duarte, A. G. *Fundamentos de química analítica teoría y ejercicios*. México: UNAM.
- II. Jr. Day, R. A. y Underwood, A. L. (1989). *Química Analítica Cuantitativa* (5ª edición). México: Prentice-Hall Hispanoamericana.
- III. Ramette, A. (1988). *Equilibrio y Análisis Químico*. México: Fondo Educativo Interamericano.
- IV. Harris, D. C. (1999). *Análisis Químico Cuantitativo* (3ª edición). México: Grupo Editorial Iberoamérica.

APÉNDICE

FICHAS DE SEGURIDAD

ACETATO DE SODIO		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Aire limpio, reposo, respiración artificial, si estuviera indicada. Someter a atención médica.
	Contacto con ojos	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto, si puede hacerse con facilidad) y después consultar a un médico.
	Contacto con piel	Aclarar y lavar la piel con agua y jabón y solicitar atención médica.
	Ingestión	Someter a atención médica.
FUGAS Y DERRAMES	Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente, recoger cuidadosamente el residuo y trasladarlo a un lugar seguro.	
DESECHOS	La sustancia se neutraliza con ácidos fuertes produciendo ácido acético y eliminar como se indica en los desechos de ácido acético.	

ÁCIDO ACÉTICO		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Trasladar al aire fresco. Si no respira, administrar respiración artificial. Evitar la reanimación boca a boca. Si respira con dificultad, suministrar oxígeno. Mantener a la persona abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediata.
	Contacto con ojos	Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste, repetir el lavado. Buscar atención médica.
	Contacto con piel	Retirar la ropa y calzado contaminados. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Si la irritación persiste, repetir el lavado. Buscar atención médica inmediata. Extraer la sustancia con un algodón impregnado de polietilenglicol 400.
	Ingestión	Lavar la boca con agua. Si está consciente, suministrar abundante agua. No inducir el vómito. Mantener a la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.
FUGAS Y DERRAMES	Evacuar o aislar el área de peligro (entre 50 y 100 metros en todas las direcciones), marcar las zonas. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Ventilar el área. No permitir que caiga en fuentes de agua y alcantarillas. Eliminar toda fuente de ignición. No inhalar los vapores ni tocar el producto derramado. Absorber con material inerte como arena o tierra. Recoger y depositar en contenedores con cierre hermético, cerrados, limpios, secos y marcados. Lavar el piso con abundante agua. Usar agua en forma de rocío para reducir los vapores (líquido) o las nubes de polvo (sólido). Recoger con palas no metálicas u otro elemento que pueda producir chispas. Evitar el paso de la sustancia del alcantarillado, neutralizar con sosa. Recoger la sustancia utilizando los absorbentes adecuados.	

DESECHOS	Neutralizar con sosa cáustica diluida, recoger el residuo y enterrar según las leyes locales. Puede considerarse su neutralización, dilución y vertimiento al desagüe. Tenga en cuenta las leyes vigentes. Disponga de acuerdo con las reglamentaciones ambientales locales.	
ÁCIDO CLORHÍDRICO		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Trasladar al aire fresco. Si no respira, administrar respiración artificial (evitar el método boca a boca). Si respira con dificultad, suministrar oxígeno. Mantener a la persona abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.
	Contacto con ojos	Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste, repetir el lavado. Buscar atención médica.
	Contacto con piel	Retirar la ropa y calzado contaminados. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Si la irritación persiste, repetir el lavado. Buscar atención médica.
	Ingestión	Lavar la boca con agua. Si está consciente, suministrar abundante agua. No inducir el vómito. Si se produce de manera natural, inclinar la persona hacia el frente para evitar la broncoaspiración. Suministrar más agua. Buscar atención médica.
FUGAS Y DERRAMES	Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Ventile el área. No tocar el líquido, ni permitir el contacto directo con el vapor. Eliminar toda fuente de calor. Evitar que la sustancia caiga en alcantarillas, zonas bajas y confinadas; para ello, construya diques con arena, tierra u otro material inerte. Dispensar los vapores con agua en forma de rocío. Mezclar con sosa o cal para neutralizar. Recoger y depositar en contenedores herméticos para su disposición. Lavar la zona con abundante agua.	

DESECHOS	Se debe tener presente la legislación ambiental local vigente relacionada con la disposición de residuos, para su adecuada eliminación. Considerar el uso del ácido diluido para neutralizar residuos alcalinos. Adicionar cuidadosamente ceniza de sosa o cal, los productos de la reacción se pueden conducir a un lugar seguro, donde no tenga contacto al ser humano, la disposición en tierra es aceptable.	
ÁCIDO NÍTRICO		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Evaluar los signos vitales: pulso y velocidad de respiración; detectar cualquier trauma. En caso de que la persona no tenga pulso, proporcionar rehabilitación cardiopulmonar; si no hay respiración, dar respiración artificial y si es dificultosa, suministrar oxígeno y sentarla.
	Contacto con ojos	Lavarlos con agua tibia corriente de manera abundante, hasta su eliminación total.
	Contacto con piel	Lavar cuidadosamente el área afectada con agua corriente de manera abundante.
	Ingestión	En el caso de inconsciencia, proceder como en el caso de inhalación. Si la persona está consciente, lavar la boca con agua corriente, sin que sea ingerida. No inducir el vomito ni tratar de neutralizarlo. El carbón activado no tiene efecto. Dar 1 taza de agua o leche, solo si la persona se encuentra consciente. Continuar tomando agua, aproximadamente, una cucharada cada 10 minutos.

FUGAS Y DERRAMES	Ventilar el área, dependiendo de la magnitud del siniestro. Mantener el material alejado de agua; en caso necesario, construir diques con sacos de arena, tierra o espuma de poliuretano. Para absorber el derrame puede utilizarse mezcla de bicarbonato de sodio-cal sodada o hidróxido de calcio en relación 50:50, mezclando lenta y cuidadosamente, pues se desprende calor. Una vez neutralizado, lavar con agua. Para absorber el líquido también puede usarse arena o cemento, los cuales se deberán neutralizar posteriormente. Rociar agua para bajar los vapores, el líquido generado en este paso, debe ser almacenado para su tratamiento posterior, pues es corrosivo y tóxico. Tanto el material derramado, como el utilizado para absorber, contener y el generado al bajar vapores, debe ser neutralizado con cal, cal sodada o hidróxido de calcio, antes de desecharlos.
DESECHOS	Con cuidado (se generan calor y vapores), diluya con agua-hielo y ajuste el pH a neutro con bicarbonato de sodio o hidróxido de calcio. El residuo neutro puede tirarse al drenaje con agua en abundancia.

ÁCIDO SULFÚRICO		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Trasladar al aire fresco. Si no respira, administrar respiración artificial. Si respira con dificultad, suministrar oxígeno. Evitar el método boca a boca. Mantener a la persona abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.
	Contacto con ojos	Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste, repetir el lavado. Buscar atención médica.
	Contacto con piel	Retirar la ropa y calzado contaminados. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Si la reacción persiste, repetir el lavado. Buscar atención médica inmediatamente.
	Ingestión	Lavar la boca con agua. Si está consciente, suministrar abundante agua para diluir el ácido. No inducir el vómito. Si se presenta en forma natural, suministre más agua. Buscar atención médica inmediatamente.
FUGAS Y DERRAMES	Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Usar equipo de protección personal. Ventilar el área. Eliminar toda fuente de ignición. No tocar el material. Contener el derrame con diques hechos de arena, tierras diatomáceas, arcilla u otro material inerte para evitar que entre en alcantarillas, sótanos y corrientes de agua. No adicionar agua al ácido. Neutralizar lentamente con ceniza de sosa, cal u otra base. Después, recoger los productos y depositar en contenedores con cierre hermético para su posterior eliminación.	

DESECHOS	Neutralizar las sustancias con carbonato de sodio o cal pagada. Descargar los residuos de neutralización a la alcantarilla. Una alternativa de eliminación es considerar la técnica para cancerígenos, la cual consiste en hacer reaccionar dicromato de sodio con ácido sulfúrico concentrado (la reacción dura aproximadamente 1-2 días). Debe ser realizada por personal especializado. La incineración química en incinerador de doble cámara de combustión, con dispositivo para tratamiento de gases de chimeneas, es factible como alternativa para la eliminación del producto.	
AMONIACO		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Mover a la víctima a una zona bien ventilada. Si no respira, proporcionar respiración de boca a boca. Mantenerla bien abrigada y en reposo. Puede ocurrir una congestión pulmonar, por lo que, debe sentarse, si está consciente.
	Contacto con ojos	Lavarlos inmediatamente con agua corriente, asegurándose de abrir bien los párpados, por lo menos durante 15 minutos, asegurándose que el pH sea neutro.
	Contacto con piel	Lavar con agua la zona contaminada, cuidadosamente; si el producto ha mojado la ropa, quitarla inmediatamente. Si la piel ha sido congelada, lavar con agua a temperatura ambiente.
	Ingestión	No inducir el vómito. Dar a beber agua: niños de hasta 1 año, 125 ml; niños de 1 a 12 años, 200 ml; adultos, 250 ml, pero solo si la víctima se encuentra consciente. Repetir esta toma cada 10 minutos. No es recomendable el uso de carbón activado, pues no absorbe de manera considerable al amoníaco.

FUGAS Y DERRAMES	Utilizar el equipo de seguridad mínimo: lentes de seguridad, guantes y bata. Dependiendo de la magnitud del derrame, deberá utilizarse también equipo de respiración especial y botas. Mantener el material derramado alejado de fuentes de agua y drenajes. Para ello, construir diques con tierra, sacos con arena o espuma de poliuretano. El líquido se absorbe con algún producto comercial para contener derrames. Si el derrame es en el agua, neutralizar con ácido diluido. Si la concentración es de 10 ppm o mayor, se puede agregar 10 veces la cantidad derramada de carbón activado. Después, sacar los residuos sólidos. Los vapores generados deben diluirse con agua en forma de rocío. Almacenar estos residuos corrosivos y tóxicos, al igual que los sólidos contaminados, en áreas seguras para su posterior neutralización con ácido acético (vinagre) o disoluciones diluidas de ácido clorhídrico.
DESECHOS	El tratamiento de los desechos debe hacerse en un área bien ventilada y usando el equipo mínimo de protección: bata, lentes de seguridad, guantes y si la cantidad a tratar es grande, equipo de respiración especial y botas. El líquido o sólido con que se absorbió el derrame debe transferirse a recipientes de polietileno, o recubiertos con él, y debe neutralizarse cuidadosamente con ácido clorhídrico 6 M, controlando la temperatura, si es necesario. Agregar agua con cuidado y decantar el líquido, el sólido absorbente puede reutilizarse.

CLORURO DE BARIO		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Trasladar a la víctima al aire fresco. Afloje el cuello y el cinturón de la víctima. Si la persona no respira, dar respiración artificial. Si la respiración es dificultosa, suministrar oxígeno. Llamar al médico inmediatamente.
	Contacto con ojos	Quitar lentes de contacto. Manteniendo los ojos abiertos, enjuagarlos durante 15 minutos con abundante agua. Se puede usar agua fría. Buscar atención médica inmediata.
	Contacto con piel	Después del contacto con la piel, lavar inmediatamente con agua abundante. Se puede usar agua fría. Cubra la piel irritada con un emoliente. Deben lavarse muy bien la ropa y los zapatos contaminados antes de volverlos a usar. Buscar atención médica.
	Ingestión	Afloje el cuello y el cinturón de la víctima. Nunca le dé nada por la boca a una persona inconsciente. No inducir al vómito. Llamar al médico de inmediato.
FUGAS Y DERRAMES	Usar las herramientas apropiadas para colocar el material derramado en un recipiente adecuado para disposición de desechos. Para derrames grandes, recuerde que se trata de un producto sólido venenoso. No introduzca agua en los contenedores. No toque el material derramado. Use rocío de agua para reducir los vapores. Evite la entrada a desagües, sótanos o áreas confinadas. Haga un dique si es necesario. Solicite ayuda para disponer del desecho. En caso de fuga, detenerla, si es posible hacerlo sin peligro.	

DESECHOS	Desecharse en recipientes herméticamente cerrados. No mezclar con agentes oxidantes o ácidos. Evite la contaminación de alcantarillas y cursos de agua. No se esperan productos de degradación peligrosos a corto plazo. Sin embargo, pueden formarse productos de degradación peligrosos a largo plazo. Los productos de descomposición son menos tóxicos que el producto original. El material debe disponerse de acuerdo a las regulaciones existentes. No incinerar. Cuando se descarta, este producto constituye un desecho tóxico. Debe transferirse a recipientes adecuados para su recuperación o disposición.	
CLORURO DE SODIO		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Trasladar a la persona donde exista aire fresco. En caso de paro respiratorio, emplear método de reanimación cardiopulmonar. Si respira dificultosamente, se debe suministrar oxígeno. Conseguir asistencia médica.
	Contacto con ojos	Lavarse con abundante agua en un lavadero de ojos, entre 5 y 10 minutos como mínimo, separando los párpados. De continuar la irritación, derivar a un servicio médico.
	Contacto con piel	Lavar con abundante agua, por lo menos 5 minutos. Como medida general, usar una ducha de emergencia si es necesario. Quitarse la ropa contaminada y luego lavarla. De mantenerse la irritación, solicitar ayuda médica.
	Ingestión	Lavar la boca con bastante agua. Dar a beber abundante agua. Enviar a un centro de atención médica.
FUGAS Y DERRAMES	Este producto presenta condiciones de bajo riesgo, por lo que las medidas que se señalan a continuación, son sólo de carácter general frente a derrames y fugas de químicos: Contener el derrame o fuga. Ventilar el área. Aislar el área crítica. Utilizar elementos de protección personal. Recoger el producto a través de una alternativa segura. Disponer el producto recogido como residuo químico. Lavar la zona contaminada con agua. Solicitar ayuda especializada, si es necesaria.	

DESECHOS	En general, los residuos químicos se pueden eliminar a través de las aguas residuales, por el desagüe o en un vertedero autorizado, una vez que se acondicionen para ser inocuos para el medio ambiente. Alternativas: Diluir con agua en una proporción mínima de 1:20 u otra relación necesaria y luego eliminar en las aguas residuales o por el desagüe. Otra posibilidad, es disponer los residuos directamente a un vertedero autorizado para contenerlos. Es importante considerar que la eliminación de residuos debe realizarse conforme a lo que disponga la autoridad competente, con previa solicitud de la autorización correspondiente.	
COBRE		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Ventilar suficientemente.
	Contacto con ojos	Lavar los ojos con agua abundante.
	Contacto con piel	Lavar bien las manos antes de comer para eliminar posibles rastros de polvo de cobre sobre ellas. No se requieren otras medidas especiales.
	Ingestión	Consultar con un médico.
FUGAS Y DERRAMES	Recójase mediante pala u otro medio adecuado. No requiere otras medidas especiales en caso de vertido accidental.	
DESECHOS	Si bien el cobre no requiere procedimientos especiales para su eliminación, algunos de sus compuestos sí pueden requerirlos. Consulte las disposiciones vigentes sobre la eliminación de residuos.	

CROMATO DE POTASIO		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Trasladar a la persona a donde exista aire fresco. En caso de paro respiratorio, emplear método de reanimación cardiopulmonar. Si respira con dificultad, se debe suministrar oxígeno. Conseguir asistencia médica de inmediato.
	Contacto con ojos	Lavar con abundante agua en un lavadero de ojos, como mínimo por 20 minutos, separando los párpados. De mantenerse el daño, derivar a un centro médico rápidamente.
	Contacto con piel	Lavar con abundante agua, a lo menos por 15 minutos. Utilizar una ducha de emergencia. Sacarse la ropa contaminada y luego lavarla o desecharla. Si persiste el daño, recurrir a una asistencia médica inmediatamente.
	Ingestión	Lavar la boca con bastante agua. Dar a beber abundante agua. Control del shock, manteniendo a la persona abrigada. No inducir al vómito. Derivar a un servicio médico de inmediato.
FUGAS Y DERRAMES	Contener el derrame o fuga. Ventilar el área y aislar la zona crítica. Utilizar elementos de protección personal necesarios. Nivel de protección B o C. Absorber por medio de un material o producto inerte. Recoger el producto a través de una alternativa segura. Disponer el producto recogido como residuo químico. Lavar la zona contaminada con agua. Solicitar ayuda especializada, si es necesaria. Aplicar Guía de Respuesta a Emergencia Americana (Guía N°151).	

DESECHOS	En general, los residuos químicos se pueden eliminar respetando una alternativa segura, una vez que se acondicionen para ser inocuos para el medio ambiente. Posibilidades: Estas sustancias, se deben tratar de recuperar por destilación u otro medio seguro o incinerar en una planta autorizada. Los residuos resultantes, se deben trasladar a un vertedero especial autorizado para contener sustancias tóxicas. Otra posibilidad, una vez acondicionados los residuos, es disponerlos directamente en un vertedero especial autorizado para contener sustancias tóxicas. Es importante considerar que la eliminación de residuos debe realizarse conforme a lo que disponga la autoridad competente, con previa solicitud de la autorización correspondiente.	
EDTA		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	No es peligroso por inhalación.
	Contacto con ojos	Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté en servicio.
	Contacto con piel	Lávese inmediatamente con jabón y agua abundante. Quítese inmediatamente la ropa contaminada. En el caso de molestias prolongadas, acudir a un médico.
	Ingestión	Beber mucha agua. Llame inmediatamente al médico.
FUGAS Y DERRAMES	Utilícese equipo de protección individual. No echar al agua superficial al sistema de alcantarillado sanitario. Empapar con material absorbente inerte, como arena.	
DESECHOS	De conformidad con las regulaciones locales y nacionales. Es necesario diluir con abundante agua y almacenar en contenedores especiales para su disposición.	

ETILENDIAMINA		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Aire limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica.
	Contacto con ojos	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto, si puede hacerse con facilidad), después, proporcionar asistencia médica.
	Contacto con piel	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar la piel con agua abundante o ducharse. Proporcionar asistencia médica.
	Ingestión	Enjuagar la boca. Dar a beber agua abundante. Proporcionar asistencia médica. No provocar el vómito.
FUGAS Y DERRAMES	Ventilar. Eliminar toda fuente de ignición. Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes tapados. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. No permitir que este producto químico se incorpore al ambiente.	
DESECHOS	De conformidad con las regulaciones locales y nacionales. Es necesario diluir con abundante agua y almacenar en contenedores especiales para su disposición.	

HIDRÓXIDO DE SODIO		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Trasladar al aire fresco. Si no respira, administrar respiración artificial. Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Mantener a la persona abrigada y en reposo.
	Contacto con ojos	Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Colocar una venda esterilizada. Buscar atención médica.
	Contacto con piel	Retirar la ropa y calzado contaminado. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Si la irritación persiste, repetir el lavado. Buscar atención médica.
	Ingestión	Lavar la boca con agua. Si está consciente, suministrar abundante agua. No inducir el vómito. Buscar atención médica inmediatamente.
FUGAS Y DERRAMES	Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Ventilar el área. No permitir que caiga en fuentes de agua y alcantarillas. Los residuos deben recogerse con medios mecánicos no metálicos y colocados en contenedores apropiados para su posterior disposición.	
DESECHOS	Debe tenerse presente la legislación ambiental local vigente relacionada con la disposición de residuos para su adecuada eliminación. Los residuos de este material pueden ser llevados a un relleno sanitario legalmente autorizado para residuos químicos, para su debida neutralización.	

METAVANADATO DE SODIO		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Tomar aire fresco. Si fuera preciso, respiración boca a boca o por medios instrumentales.
	Contacto con ojos	Aclarar con abundante agua, con los párpados bien abiertos.
	Contacto con piel	Aclarar con abundante agua. Quitar la ropa contaminada.
	Ingestión	Beber abundante agua, provocar vómito. Llamar enseguida al médico.
FUGAS Y DERRAMES	Procurar que no se forme polvo; intentar no inhalar el polvo. No verter por el sumidero. Recoger en seco y eliminar los residuos. Aclarar.	
DESECHOS	Los criterios homogéneos para la eliminación de residuos químicos no están regulados. Es necesario diluir con abundante agua y almacenar en contenedores especiales para su disposición.	
NITRATO FÉRRICO		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Retirar a la persona al aire fresco y mantenerla con calor e inmóvil.
	Contacto con ojos	Lavar inmediatamente con un chorro suave pero abundante de agua, por lo menos durante 15 minutos, separando los párpados con los dedos (no permitir que la persona cierre los ojos).
	Contacto con piel	Lavar inmediatamente y con abundante agua, por lo menos durante 15 minutos, mientras se quita la ropa y zapatos contaminados. Lavar la ropa antes de usarla nuevamente.
	Ingestión	Inducir el vómito inmediatamente. Si la persona está consciente, enjuagar la boca y dar de beber grandes cantidades de agua.

FUGAS Y DERRAMES	Aislar el área. Eliminar todas las fuentes de ignición. Retirar del área afectada las sustancias incompatibles. Usar equipo de protección personal. Recoger y colocar en un recipiente apropiado cuidando de no dispersar el producto en el aire. Tratar como un residuo. Ventilar y limpiar el área afectada con agua.	
DESECHOS	Diluir con agua y verter directamente por la pileta con exceso de agua.	
NITRATO DE PLATA		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Salir al aire libre.
	Contacto con ojos	Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.
	Contacto con piel	Lavar con agua y jabón. En el caso de molestias prolongadas acudir a un médico.
	Ingestión	Beber 1 o 2 vasos de agua. Evitar el vómito si es posible. Llame inmediatamente al médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté en servicio.
FUGAS Y DERRAMES	Utilícese equipo de protección individual. No echar al agua superficial o al sistema de alcantarillado sanitario. Recoger o aspirar el derrame y ponerlo en un contenedor adecuado para la eliminación.	
DESECHOS	De conformidad con las regulaciones locales y nacionales, es necesario diluir con abundante agua y almacenar en contenedores especiales para su disposición.	

NITRATO DE POTASIO		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Pasar al aire fresco. Si la respiración es dificultosa, dar respiración artificial. Si la respiración sigue siendo difícil, dar oxígeno y llamar al médico.
	Contacto con ojos	En caso de contacto, limpie inmediatamente los ojos con abundante agua por lo menos durante 15 minutos. Llamar al médico.
	Contacto con piel	En caso del contacto con la piel, lavar con agua. La ropa se debe lavar antes de la reutilización. Llame al médico si ocurre la irritación.
	Ingestión	Si fue tragado, llamar inmediatamente al médico.
FUGAS Y DERRAMES	Utilice ropa protectora y equipo recomendados. Limpie los derrames de una manera que no disperse el polvo en el aire. El área del derrame se puede lavar con agua. Recoja el agua utilizada para su destrucción. Evite que se mezcle con las aguas del subsuelo y ríos. La destrucción debe hacerse de acuerdo a las regulaciones federales, estatales y locales existentes.	
DESECHOS	La destrucción debe hacerse de acuerdo a las regulaciones federales, estatales y locales existentes. Depositar los desechos en contenedores correspondientes para su posterior disposición.	
PERMANGANATO DE POTASIO		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Transportar a la persona a una zona bien ventilada. Si se encuentra inconsciente, proporcionar respiración artificial. Si se encuentra consiente, sentarlo lentamente y proporcionar oxígeno.
	Contacto con ojos	Lavarlos con agua corriente asegurándose de abrir bien los párpados, por lo menos durante 15 minutos.
	Contacto con piel	Eliminar la ropa contaminada, si es necesario, y lavar la zona afectada con agua corriente.
	Ingestión	No induzca el vómito. Si la persona se encuentra consiente dar agua a beber inmediatamente.

FUGAS Y DERRAMES	Dependiendo de la magnitud del derrame, será necesario la evacuación del área y la utilización de equipo de respiración autónoma. Alejar del derrame cualquier fuente de ignición y mantenerlo alejado de drenajes y fuentes de agua. Construir un dique para contener el material líquido y absorberlo con arena. Si el material derramado es sólido, cubrirlo para evitar que se moje. Almacenar la arena contaminada o el sólido derramado en áreas seguras para su posterior tratamiento.
DESECHOS	Agregar disoluciones diluidas de bisulfito de sodio, tiosulfato de sodio, sales ferrosas o mezclas sulfito-sales ferrosas y ácido sulfúrico 2M para acelerar la reducción (no usar carbón o azufre). Transferir la mezcla a un contenedor y neutralizar con carbonato de sodio, el sólido resultante (MnO_2), debe filtrarse y confinarse adecuadamente.

SULFATO DE COBRE		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Mueva a la persona a donde respire aire fresco. Aplique respiración artificial, si la persona no respira. Suministre oxígeno húmedo a presión positiva durante media hora, si respira con dificultad. Mantenga a la persona en reposo y con temperatura corporal normal. Obtenga atención médica inmediata.
	Contacto con ojos	Lave inmediatamente los ojos con agua en abundancia durante mínimo 20 minutos, manteniendo los párpados abiertos para asegurar el enjuague de toda la superficie del ojo. El lavado de los ojos durante los primeros segundos es esencial para un máximo de efectividad. Acuda inmediatamente al médico.
	Contacto con piel	Lave inmediatamente con gran cantidad de agua y jabón durante, por lo menos, 15 minutos. Quite la ropa contaminada incluyendo zapatos, una vez que se ha comenzado el lavado. Lave la ropa antes de usar. Procure atención médica inmediata.
	Ingestión	Inducir el vómito dirigido por personal médico, de grandes cantidades de agua. Mantenga las vías respiratorias libres. Nunca dé nada por la boca si la persona está inconsciente. Solicite atención médica inmediata.
FUGAS Y DERRAMES	Proceda con precaución y restrinja el acceso al área afectada. Use traje y equipos de seguridad. Construya diques para contener el derrame y evitar que penetre a los desagües, sistemas de aguas lluvias, ríos, esteros y canales. Para la eliminación, se maneja como residuo.	
DESECHOS	Recuperar el producto en recipientes plásticos marcados, para su posterior recuperación o eliminación.	

SULFATO DE SODIO		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Se espera no requerir medidas de primeros auxilios.
	Contacto con ojos	Lave inmediatamente los ojos con agua en abundancia durante mínimo 15 minutos, manteniendo los párpados separados para asegurar un lavado de la superficie completa del ojo. Obtenga atención médica si se desarrolla una irritación.
	Contacto con piel	Lave inmediatamente con gran cantidad de agua y jabón el área afectada. Obtenga atención médica si se desarrolla alguna irritación.
	Ingestión	Proporcione grandes cantidades de agua o algunos vasos de leche para diluir. Si ha ingerido en grandes cantidades, obtenga atención médica.
FUGAS Y DERRAMES	Ventile el área del derrame. Recoja el producto en tambores vacíos y limpios (no olvide marcarlos). El área afectada debe ser lavada con abundante cantidad de agua. Prevenga la entrada hacia vías navegables, alcantarillas, sótanos o áreas confinadas mediante la construcción de diques hechos con arena, tierra seca u otro material absorbente no combustible. Todo este material de absorción contaminado se destinará a relleno sanitario. Mantenga alejado al personal no autorizado. No tocar el material derramado, a menos que se use la ropa protectora adecuada. Todas las herramientas y equipos usados deben ser descontaminados y guardados limpios, para su uso posterior.	
DESECHOS	No puede ser almacenado para recuperarlo o reciclarlo, debe ser manejado en contenedores de desperdicio aprobado. El procesamiento, uso o contaminación de este producto puede cambiar las opciones de manejo de desperdicio. Disponer de contenedores y contenidos no usados, de acuerdo con las regulaciones locales. No se espera que este material se bioacumule significativamente. No se espera que sea tóxico para la vida acuática.	

TIOCIANATO DE POTASIO		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Retirar a la persona al aire fresco y mantenerla con calor e inmóvil.
	Contacto con ojos	Lavar inmediatamente con un chorro suave pero abundante de agua, por lo menos durante 15 minutos, separando los párpados con los dedos (no permitir que la persona cierre los ojos).
	Contacto con piel	Lavar inmediatamente y abundantemente con agua, por lo menos durante 15 minutos, mientras se quita la ropa y zapatos contaminados. Lavar la ropa antes de usarla nuevamente.
	Ingestión	Inducir el vómito. Si la persona está consciente, enjuagar la boca y dar de beber grandes cantidades de agua.
FUGAS Y DERRAMES	Aislar al área. Usar equipo de protección personal. Recoger y colocar en un recipiente apropiado cuidando de no dispersar el producto en el aire. Tratar como un residuo. Ventilar y limpiar el área afectada con agua.	
DESECHOS	Diluir con agua y verter directamente por la pileta con exceso de agua.	
ZINC		
PRIMEROS AUXILIOS	Inhalación	Procurar aire fresco. Procurar tratamiento médico.
	Contacto con ojos	Dilatar los párpados, enjuagar los ojos minuciosamente (15 min). Tratamiento oftalmológico.
	Contacto con piel	Lavar la zona afectada con agua y jabón.
	Ingestión	Provocar el vómito, solo si el paciente está consciente; procurar ayuda médica. Enjuagar la boca y, a continuación, beber abundante agua. Administrar carbón medicinal.

FUGAS Y DERRAMES	Evitar que penetre en el alcantarillado, aguas superficiales o subterráneas. Recoger con medios mecánicos. Evitar la formación de polvo. Llevar en recipientes adecuados a reciclaje o a eliminación.
DESECHOS	Se deberá efectuar de acuerdo con las empresas regionales de eliminación de residuos. Es necesario diluir con abundante agua y almacenar en contenedores especiales para su disposición.

The background is a collage of laboratory-related images. At the top, a graduated cylinder is shown with markings for 250 mL and 300 mL. Below it, a hand in a blue nitrile glove is holding a red and white capsule. In the bottom left, there's a close-up of a glass beaker with a label that partially reads 'on 20'.

Química analítica básica (Manual de laboratorio para Farmacia)

Este manual ejemplifica, de manera práctica, el estudio químico con intercambio en una partícula en medio acuoso, así como su aplicación en las industrias farmacéutica, cosmética, química y afines. El licenciado en Farmacia abreviará los conocimientos fundamentales para la realización y supervisión de procedimientos y técnicas para la determinación e investigación de fármacos, cosméticos y productos para la higiene.

colección: manuales de ciencias biológicas, químicas y de la salud

