

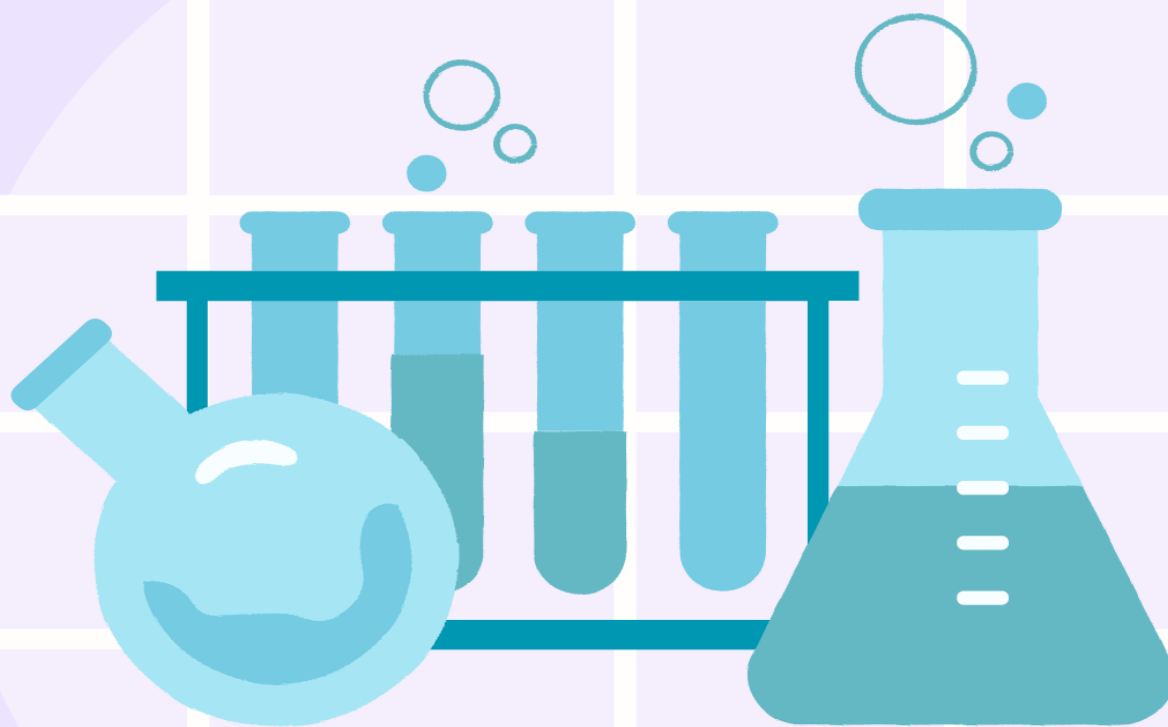


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería

QUÍMICA ANALÍTICA I

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO



Dra. María del Pilar Haro Vázquez

Dra. Eugenia Gabriela Carrillo Cedillo

M.C. Rita María Zurita Frías

M.C. Michelle Aline Espíndola Ordóñez



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA

Química Analítica I

Manual de prácticas de laboratorio

Autores

Dra. María del Pilar Haro Vázquez
Dra. Eugenia Gabriela Carrillo Cedillo
M.C. Rita María Zurita Frías
M.C. Michelle Aline Espíndola Ordóñez

Programas Educativos

Licenciatura en Química Industrial
Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica

Clave de

47030

Noviembre 2024

AGRADECIMIENTOS

De manera muy especial a nuestras familias por el apoyo brindado para lograr cada una de nuestras metas.

A la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California por brindarnos un espacio para nuestro desarrollo profesional.

Al M.C. Roberto Alejandro Reyes Martines por el apoyo brindado durante el desarrollo de esta obra.

A todos aquellos que de alguna manera han contribuido, nuestro más profundo agradecimiento.

PRESENTACIÓN

El presente manual presenta una actualización del Manual de Prácticas de Laboratorio de Fundamentos de Química Analítica, con él se pretende fungir como un acompañante para el docente en el proceso de enseñanza del laboratorio de Química Analítica I, que se imparte para en los programas educativos en la Licenciatura en Química Industrial y Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería. El manual contiene diversas prácticas de laboratorio que concuerdan con las unidades descritas en el Programa de la Unidad de Aprendizaje buscando mejorar la conexión entre la clase y laboratorio.

Se ofrecen múltiples opciones aplicables a temas como lo son: disoluciones acuosas y unidades de concentración, equilibrio químico en disoluciones acuosas, hidrólisis de sales y disoluciones amortiguadoras, equilibrio químico en sistemas heterogéneos y gravimetría. Con el fin de que los estudiantes construyan su propio entendimiento y conocimiento a través de experiencias y reflexiones sobre esas experiencias en el laboratorio, a la par de la adquisición de habilidades para trabajar con técnicas analíticas y la resolución de problemas.

ÍNDICE

Práctica	Nombre de la práctica	Página
	Reglas de seguridad en el laboratorio	1
1	Buenas prácticas de laboratorio	14
2	Preparación de disoluciones (2 sesiones)	18
3	Clasificación de electrolitos y no electrolitos	21
4	Indicadores ácido- base	25
5	Reacciones reversible e irreversible de un sistema homogéneo	30
6	Identificación del tipo de sal	34
7	Disoluciones amortiguadoras	37
8	Precipitación fraccionada de iones en solución acuosa Separación de cationes en grupos analíticos I, II, III, IV y V	41
9	Análisis del Grupo III Subgrupos de Ni y Al	44
10	Separación e identificación de cationes grupo IV del Ca	49
11	Identificación de aniones	53
12 y 13	Determinación de humedad en una muestra (2 sesiones)	57
14	Determinación de pérdida por calcinación	60
15	Determinación de Hierro o Aluminio	63
16	Determinación de níquel en una solución de electroplatinado	67

***Nota para el docente:** Durante el semestre se recomienda realizar la práctica 6, y se propone realizar las prácticas de cationes 7 y 8, las cuales pueden ser sustituidas por alguna de las prácticas alternativas de la siguiente tabla (I-III), que estarán incorporadas en el manual al final de la práctica 14, de la misma manera se anexa la practica IV la cual puede utilizarse para sustituir la practica 13 o 14.

PRÁCTICAS ALTERNATIVAS

I	Separación e identificación de cationes grupo I de la plata	70
II	Separación e identificación de cationes grupo II Cu-As (2 sesiones)	73
III	Separación e identificación de cationes grupo V del Na	78
IV	Determinación gravimétrica de Calcio	81

ANEXOS

1	Formato de hoja de seguridad de materiales peligrosos	85
2	Sistema internacional de unidades y formas de expresar cantidades	91
3	Unidades físicas y químicas	98
4	Tabla de densidades de ácidos y bases comerciales	100
5	Manual de funcionamiento de potenciómetro	101
6	Indicadores ácido-base	102
7	Constantes de acidez y basicidad de ácidos y bases débiles	104

CONTENIDO

Práctica	Nombre de la práctica	Unidad de la PUA
-	Reglas de seguridad en el laboratorio	Practica formativa No incluida en el PUA
1	Buenas prácticas de laboratorio	Practica formativa No incluida en el PUA
2	Preparación de disoluciones (2 sesiones)	UNIDAD I. Disoluciones acuosas y unidades de concentración
3	Clasificación de electrolitos y no electrolitos	UNIDAD II. Propiedades de las soluciones e ionización
4	Indicadores ácido- base	UNIDAD II. Propiedades de las soluciones e ionización
5	Reacciones reversible e irreversible de un sistema homogéneo	UNIDAD III. Equilibrio químico en disoluciones acuosas homogéneas
6	Identificación de tipo de sales	UNIDAD III. Equilibrio químico en disoluciones acuosas homogéneas
7	Disoluciones amortiguadoras	UNIDAD III. Equilibrio químico en disoluciones acuosas homogéneas
8	Precipitación fraccionada de iones en solución acuosa Separación de cationes en grupos analíticos I, II, III, IV y V	UNIDAD IV. Equilibrio químico en sistemas heterogéneos
9	Separación e identificación de cationes grupo III del Ni-Al	UNIDAD IV. Equilibrio químico en sistemas heterogéneos
10	Separación e identificación de cationes grupo IV del Ca	UNIDAD IV. Equilibrio químico en sistemas heterogéneos
11	Identificación de aniones	UNIDAD IV. Equilibrio químico en sistemas heterogéneos
12	Determinación de humedad en una muestra. (2 sesiones)	UNIDAD V. Gravimetría
13	Determinación de pérdida por calcinación	UNIDAD V. Gravimetría
14	Determinación de Hierro o Aluminio	UNIDAD V. Gravimetría
15	Determinación de níquel en una solución de electroplatinado	UNIDAD V. Gravimetría

BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA EN LA ELABORACIÓN DEL MANUAL

- Baird James C., William M. Risen, Jr. *Principles and Explorations in the Chemical Laboratory*, Bogden E. Quigley, Inc. Publishers 1971. USA.
- Brown T.L., LeMay H.E. Jr., Bursten B.E., Murphy C.J. *Química la Ciencia Central*, 11ava. Edición Pearson Prentice Hall (2009).
- Brumblay Ray U., *Análisis cualitativo*, editorial CECSA, 1ra. Edición 1971.
- Cerda A., Santos B., Cuevas M. J.M., *Instructivo de Prácticas de Análisis Cualitativo*, segunda edición. Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias Químicas, U.A.N.L.
- Dean J., *LANGE'S Handbook of Chemistry*, Fifteenth Edition, McGRAW-HILL, INC. (1999).
- Instrucciones de funcionamiento para el medidor de Conductividad / TDS / Salinidad 150 & 450 EUTECH Instrument.
- Lanto Arriola, M. A., Torres Flores, J. M., & Mora Lugo, E. de la. (Skoog et al.) (2015). *Fundamentos de química analítica* (9a ed.). Cengage Learning.
- Raymundo Luna Rangel. Fundamentos de química analítica. Volumen 1. Edición, 4. Editor, Limusa, 1991. ISBN, 9681836200, 9789681836207.
- Raymundo Luna Rangel. Fundamentos de química analítica. Volumen 2. Edición, 2. Limusa, 1986. ISBN, 9681836219, 9789681836214.
- Whitten K.W., Davis R., Peck M.L., Stanley G., *Química*, editorial CENGAGE Learning, Octava. Edición 2009.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- <http://www.hannabolivia.com/blog/item/194-mantencion-y-uso-del-electrodo-de-ph>
Consultada el 29 de nov 2017.
- <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/z407275?lang=es®ion=MX>
Consultada el 29 de nov 2017.
- <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sial/114359?lang=es®ion=MX>
(consultado 21 de abril de 2018).

REFERENCIAS DE FIGURAS

- [1] <https://alimentaria.cacia.org/wp-content/uploads/2016/11/Balanzas-723x424.png>
- [2] <https://alimentaria.cacia.org/wp-content/uploads/2016/11/Balanzas-723x424.png>
- [3] <https://www.amazon.com.mx/Guardian-G1950-estaci%C3%B3n-seguridad-inoxidable-lavado/dp/B00QVSOAZ6>
- [4] <https://prevencionmichelleconstanza.blogspot.com>
- [5] <https://br.pinterest.com/>
- [6] <https://bombaquilpue.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/11/sustancias-incompatibles.pdf>
- [7] <https://stock.adobe.com/es/images/national-fire-protection-association-nfpa-marking-code-scheme-health-fire-specific-and-instability-hazard-types/315494358>
- [8] <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/mantenciOn-y-uso-del-electrodo-de-ph>
- [9] <https://elcrisol.com.mx/media/catalog/product/cache/207e23213cf636ccdef205098cf3c8a3/c/o/condu02039-p.jpg>
- [10] <https://academia.utp.edu.co/quimica1/files/2016/03/Filtración-y-decantación.pdf>
- [11] <https://www.farmaciasanpablo.com.mx/natural/blog/pastillas-de-calcio-para-que-sirven>
- [12] <https://winklerltda.cl/quimicav2/wp-content/uploads/2024/03/ACIDO-CLORHIDRICO-P.A.pdf>
- [13] <http://www.quimicafisica.com/exactitud-y-precision.html>
- [14] <https://image.jimcdn.com/app/cms/image/transf/none/path/sc151090f8fbfc9a9/image/ib304dfee44ef37c7/version/1537572962/image.gif>
- [15] <http://kontrol-kalidad.blogspot.mx/>
- [16] <https://image.slidesharecdn.com/manejomaterialesdelaboratorio17-220918031607-5841450d/75/Manejo-materiales-de-laboratorio-1-7-ppt-15-2048.jpg>
- [17] <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfM4gAH/apostila-quimica-experimental-2011ii?part=4>
- [18] <https://www.itm.com/pdfs/cache/www.itm.com/wd-35607-91/manual/wd-35607-91-manual.pdf>

REPORTE DE LABORATORIO Y LOS PUNTOS MÍNIMOS QUE DEBE INCLUIR

Un reporte de laboratorio es el primer acercamiento a la redacción de informes técnicos y científicos. El éxito en la redacción de cualquier documento es fundamental para comunicar eficazmente de forma escrita los resultados obtenidos, su análisis y conclusiones. Es esencial que la escritura sea clara, precisa, coherente y técnica para garantizar que los hallazgos se comuniquen de manera clara y comprensible a cualquier tipo de lector, por eso es importante considerar a quién va dirigido el informe y adaptar el lenguaje y el nivel de detalle, ya sea dentro del ámbito académico o profesional.

Éstas son las secciones esenciales que forman un reporte:

Objetivo de la práctica: En este punto se describe el que se va a hacer, como se debe hacer y para qué, que involucre el resultado esperado de dicha práctica, su redacción debe ser clara y concisa.

Introducción: En este punto se deberán mencionar los conceptos básicos de los métodos aplicados en la práctica y deberán citarse las referencias que apoyen dichos conocimientos.

Procedimiento: Esta sección estará dividida en dos partes:

- a) Precauciones: En este punto se incluyen los cuidados que deben tenerse en el manejo de sustancias químicas y equipos utilizados durante la práctica.
- b) Diagrama de flujo: En este apartado debe realizarse una esquematización de la parte experimental del procedimiento y los datos que se desean obtener, debe ser lo suficientemente claro y conciso para que, al analizarlo, el analista tenga la idea precisa de la experimentación.

Cálculos: Aquí se deben incluir las reacciones involucradas y los cálculos previos requeridos en la preparación de las soluciones a utilizar en cada sesión.

Resultados: Tabla de datos obtenidos de forma resumida y ordenada.

Análisis de resultados:

- a) Realizar los cálculos necesarios de forma detallada.
- b) Comparación entre valor esperado y los resultados experimentales.
- c) Explicar las diferencias existentes y las consecuencias de las mismas.

Observaciones: Aquí se debe mencionar los cambios inesperados que se presentan durante la práctica, como cambios de coloraciones, alteraciones de pH, cambios de temperatura, posibles errores de medición, etc. y su justificación.

Cuestionario: En esta sección se deberán colocar las respuestas a las preguntas que incluídas al final de cada práctica. Las respuestas deberán estar fundamentada apoyándose en la bibliografía.

Conclusiones: Se deberá explicar si se llegó al objetivo deseado, deben incluirse las razones por las que el modelo teórico se explica o no mediante la información experimental.

Referencias: Debe incluirse toda la bibliografía consultada para la realización del reporte, estas bibliografías deberán ser obtenidas de artículos científicos, libros, etc. en formato APA.

A continuación, se presenta un ejemplo de una rubrica para evaluación de reportes de laboratorio

Tabla 1 Rúbrica para evaluación de reportes de laboratorio

RÚBRICA PARA EVALUACIÓN REPORTES DE LABORATORIO					
Categoría	Muy bien 91-100	Bien 80-90	Regular 60-79	Insuficiente 59 y menos	Ponderación
Presentación/ Organización	El reporte está limpio y organizado.	El reporte no está limpio, pero está organizado.	El reporte está limpio, pero hay poca organización.	El reporte no está limpio se ve descuidado y no hay organización.	10%
Tabla de resultados	Recopila y ordena los datos relacionados con la práctica. Se representan de forma precisa en tablas; además se interpretan y analizan.	Recopila y ordena los datos relacionados con la práctica. Se representa de forma precisa en tablas, pero no hay una interpretación y análisis preciso.	Recopila y ordena los datos relacionados con la práctica. No representa de forma precisa en tablas y no hay interpretación.	Los datos no son organizados o son imprecisos. No elaboró tablas.	20%
Cálculos	De 90 a 100% de los pasos y resultados no tienen errores matemáticos.	Hasta el 80% los pasos y resultados no tienen errores matemáticos.	Se presenta 25% de errores matemáticos en los pasos y resultados.	Más del 30% de los pasos y resultados tiene errores matemáticos.	30%
Cuestionario	Todas las preguntas fueron contestadas correctamente, utilizando fuentes confiables.	Más de la mitad de las preguntas fueron resueltas.	Menos de la mitad de las preguntas fueron resueltas.	Las preguntas no fueron resueltas.	25%
Conclusión	Expone los resultados obtenidos en función de las técnicas y decisiones implementadas, justifica porque lo implemento de esa manera.	Expone los resultados obtenidos en función de las técnicas y decisiones implementadas, no justifica plenamente porque lo implemento de esa manera	Expone los resultados obtenidos en función de las técnicas y decisiones y no justifica porque lo implemento de esa manera	No hay conclusión incluida en el informe.	10%
Referencias	La bibliografía está bien escrita al menos cita tres fuentes.	La bibliografía se cita correctamente y tiene por lo menos dos fuentes.	La bibliografía se cita correctamente y tiene una fuente. Podría tener una fuente y no estar bien citada.	No cita bibliografía.	5%
				SUMA	100%

Reglas de Seguridad

LABORATORIO ESCOLAR

Las actividades dentro de un laboratorio implican riesgos en distinto grado, que pueden ocasionar pérdidas considerables. La mejor manera de minimizar o evitar los accidentes en cualquier laboratorio escolar es seguir correctamente las reglas de seguridad y atender las indicaciones del instructor; así como observar que todas las personas cumplan con ellas.

REGLAS DE SEGURIDAD BÁSICAS

- Entrar al laboratorio siempre con bata abotonada hasta la rodilla, zapatos cerrados, pantalón, cabello recogido y lentes de seguridad; evite portar joyas.
- Al entrar, localizar el equipo de seguridad (extintor, regadera, botiquín de primeros auxilios), y nunca jugar con este.
- Mantener sus útiles fuera del área de trabajo.
- Investigar previamente propiedades, reactividad y toxicidad de los reactivos que se emplearán en la sesión.
- No correr ni jugar dentro del laboratorio
- Nunca trabajar solo en el laboratorio.
- Prohibido fumar o ingerir alimentos dentro del laboratorio, aun cuando no se esté trabajando.
- Lavar bien las manos después de cada sesión o de cada actividad.
- Observar y acatar las señales de seguridad.
- No tratar de atender un accidente para el cual no ha sido entrenado.
- No usar lentes de contacto al trabajar con sustancias químicas.



Figura 1 Seguridad en el laboratorio [1]

El siguiente esquema representa la distribución de un laboratorio típico de nuestra facultad (elaboración propia)

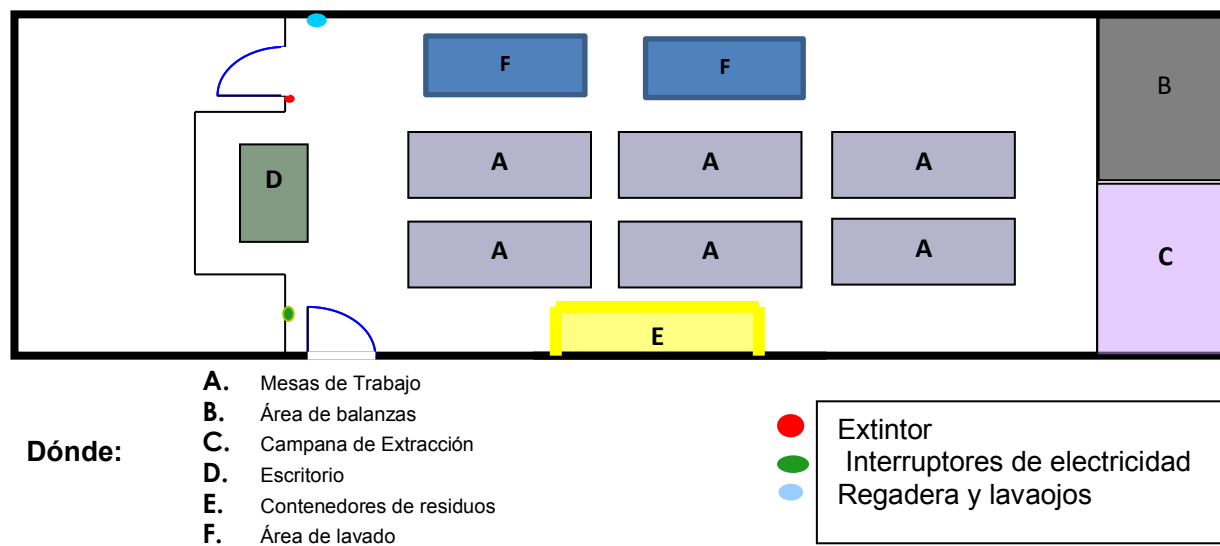


Figura 2 Distribución de laboratorio FCQI (Elaboración propia)

En cada área se realizan actividades distintas, y en cada una se está expuesto a diversos riesgos; por lo tanto, las reglas de seguridad son distintas para cada una.

Dichas reglas de seguridad aumentan la probabilidad de éxito de la práctica y minimizan la probabilidad de un accidente; así también prolongan la vida de nuestras instalaciones.

CAMPANAS DE EXTRACCIÓN



Figura 3. Campana de extracción: Fuente propia.

Las campanas de extracción deben estar en funcionamiento y en buenas condiciones durante todo el periodo de actividad escolar.

- El interruptor de encendido debe estar claramente señalado, y tanto el maestro como los alumnos deben conocer su ubicación.
- El área debe estar despejada y libre de recipientes.
- Las ventanas no deben estar quebradas o estrelladas; de ser así, evitar trabajar cerca de ellas.
- Al abrir la ventana asegurarse que quede bien sujeta; si nota que hay peligro de que caiga, utilizar un trozo de madera o algún objeto que impida que se cierre inesperadamente.
- Trabajar en la campana siempre que:
 - ✓ Se manejen líquidos tóxicos o que despidan vapores corrosivos, tóxicos o molestos.
 - ✓ Una reacción puede desprender gases o vapores, con olor desagradable o si la reacción pudiera llegar a ser violenta.
- Si se debe montar dentro un sistema que incluya parrilla eléctrica, conectarla en los tomacorrientes que se encuentran dentro de la campana y cerrar la ventana. No conectar en el tomacorriente de la mesa más cercana.
- No interferir con quienes estén trabajando en ella, y evitar causar tumultos si hay muchas personas esperando turno.
- Si debe dejar material dentro para el manejo de reactivos (pipetas, vasos), deberán de ser rotulados de manera clara indicando la sustancia que manejó con ello e infórmelo a sus compañeros.
- Recoger su material al finalizar su actividad, evitar derrames o escurrimientos y limpiar adecuadamente, en caso de algún derrame notificar al maestro o técnico académico para que se encargue del problema.

CONTENEDORES DE RESIDUOS

Las sustancias y residuos que se generen en la sesión de laboratorio deberán disponerse en el contenedor correspondiente, como le indique su instructor. Ningún tipo de sustancias se deberá descargar en el lavabo o drenaje sin previa autorización de su maestro.

Para disponer los residuos acuosos ácidos o básicos, primero determine su carácter, utilizando papel tornasol. Una vez evaluado su pH, disponer en el contenedor correspondiente. Recuerde, siempre utilizar equipo de protección personal recomendado por su instructor al realizar esta actividad.

- Esta zona se encuentra delimitada por una cinta amarilla en el suelo, y dentro de ella están acomodados los recipientes contenedores.
- La zona y el área circundante deben estar libres de objetos que obstruyan o dificulten su uso.
- Los contenedores deben estar correctamente rotulados y dentro del área señalada.
- Ningún líquido y/o sólido sobrenadante debe ser vertido sobre el lavabo.
- Todos los residuos generados deben clasificarse y ser depositados en el contenedor correspondiente.
- Evitar derramar líquidos fuera de los contenedores.
- No verter ningún residuo si desconoce sus propiedades, si tiene duda sobre la naturaleza del residuo (ácido, básico, polar, no polar) preguntar a su instructor.
- Cerrar perfectamente el contenedor después de ser utilizado.
- No depositar basura en los contenedores de papel, plástico y vidrio

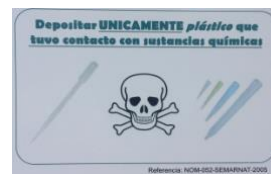
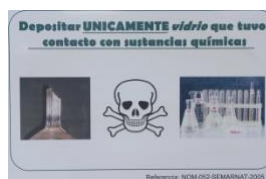


Figura 4 Contenedores para residuos en la FCQI. Fuente propia

ÁREA DE BALANZAS ANALÍTICAS

Figura 5 Ajuste correcto en balanza analítica [2]

Las balanzas analíticas deben estar en un sitio fijo para evitar su des calibración.

- Deben estar sobre una mesa de concreto, libre de corrientes de aire y fuentes de vibración.
- El área circundante debe estar libre de otros aparatos y frascos de reactivos.
- Manejar la balanza de acuerdo al procedimiento establecido.
- Verificar que la balanza este calibrada antes de ser
- utilizada, observando que la burbuja de aire se encuentre centrada.
- Manejar ventanillas con cuidado.
- En caso de derramar algún solido en el platillo utilizar una brocha para limpiar la balanza.
- Limpiar la balanza inmediatamente si derrama algún sólido sobre el platillo.
- No utilizar papel o la tapa del reactivo para pesar, emplear el recipiente adecuado.
- Nunca preparar soluciones cerca de los aparatos.
- Evitar derrames cerca o en la balanza.
- No utilizar para pesar sustancias que desprendan vapores tóxicos o corrosivos.

MESAS DE TRABAJO

Figura 6 Mesas de trabajo en la FCQI. Fuente propia

- Las mesas de trabajo están provistas de llaves de agua, gas, aire y vacío, tomacorrientes, lavabos y pueden tener gavetas en la parte inferior.
- Las mesas deben estar libres de mochilas, cuadernos, celulares, o frascos de reactivos y limpias.
- Los pasillos deben estar libres de objetos que puedan obstruir el paso.
- Las llaves de vacío, aire, gas y agua, deben estar marcadas con su nombre y color correspondiente: amarillo, naranja, azul y verde, respectivamente; al igual que sus líneas de conducción.
- Los tomacorrientes deben estar cubiertos con tapas adecuadas.
- No utilizar el aire comprimido, vacío o aire caliente para secar el material.
- Verificar que no haya fugas de gas antes de encender un mechero o parrilla; así también que la manguera esté bien sujeta y sin rasgaduras.
- Cerrar llaves de paso de gas una vez terminada la práctica.
- No dejar encendedores o materiales inflamables cerca de un mechero encendido, o sobre una superficie caliente.
- Informar al maestro si detecta una fuga de agua o de gas.
- Mantener limpia su mesa de trabajo al entrar y al salir del laboratorio.
- Nunca sentarse sobre las mesas de trabajo.
- No tirar basura sobre los desagües o lavabo.

EQUIPO DE SEGURIDAD

- ✓ El equipo de seguridad (extintor, botiquín, regadera, lavado de ojos, extractores) debe estar siempre en correcto funcionamiento y se deberá conocer su ubicación.
- ✓ En caso de contacto de reactivos y la piel avisar inmediatamente al docente a cargo.

Si una solución corrosiva salpica la ropa, enjuagar bajo la regadera de emergencia y quitarse la ropa contaminada.



Figura 7 Extractor de laboratorio. Elaboración propia.

- ✓ Si su piel tiene contacto con algún compuesto químico, lavar inmediatamente según corresponda:

☠ Para ácidos: aplique una pasta fresca de bicarbonato de sodio con agua.

☠ Para bases: enjuáguese con una solución de ácido bórico.

- En caso de salpicar con ácido su ropa, enjuague el área con hidróxido de amonio y después enjuague con agua.
- En caso de contacto con los ojos debe enjuagarse con agua, utilizando un lavaojos o en la toma de agua más cercana.
- Al ocurrir una quemadura ocasionada por algún ácido como acético, clorhídrico, nítrico, fosfórico, sulfúrico, etc, se debe lavar perfectamente con agua y finalmente con una solución de bicarbonato de sodio.
- Encender extractores si durante un proceso hay excesiva generación de vapores o estos son molestos.
- Asegurarse de que esté la puerta cerrada mientras están encendidos los extractores.



Figura 8 Regadera de emergencia y lavado de ojos [3]

En caso de incendio, alertar al instructor, no tratar de controlar un fuego a solas.

El maestro y el alumno deben saber que hacer en caso de cualquier accidente: fuego, quemaduras por calor o sustancias químicas y deben dar apoyo a la persona afectada.

- Revisar si el extintor es adecuado al tipo de fuego generado,
- Siga las siguientes instrucciones para combatir un fuego con un extintor:
 1. Jalar el pasador

2. Apuntar el extintor a la base de la llama.
3. Apretar la válvula sosteniendo el extintor derecho.
4. Barrer con el agente extintor a lo largo de la base de la llama.

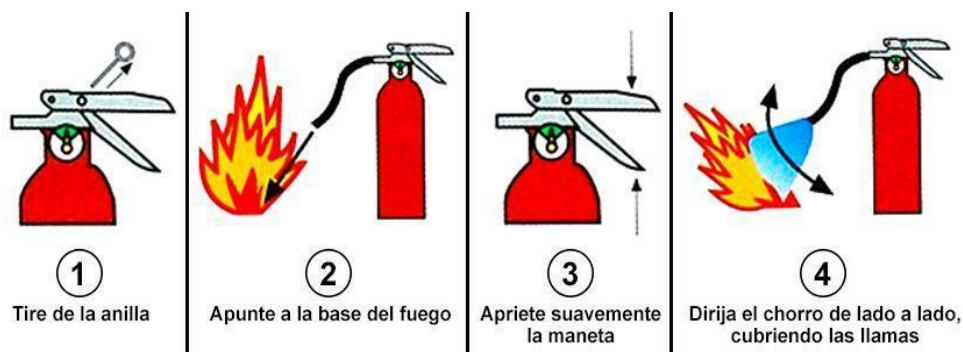


Figura 9 Procedimiento para el uso correcto de un extintor [4].

- No dudar nunca en utilizar el equipo de seguridad.

El éxito del trabajo dentro del laboratorio si bien depende del cumplimiento de las reglas hasta ahora mencionadas, requiere un 100% de la cooperación conjunta del alumno, el maestro y el técnico académico para ponerlas en práctica y llegar a resultados favorables.

La ciencia es tan segura si tanto maestros como estudiantes están informados, son conscientes de los riesgos potenciales, y ponen en marcha las medidas de seguridad.

ALUMNO

Es indispensable en todo momento el entusiasmo del alumno, y su ilimitada cooperación en el desarrollo de la práctica apegado a las reglas de seguridad.

- Prestar atención a la explicación del maestro antes de la sesión, dando especial cuidado a los puntos de riesgo y las medidas de seguridad.
- Leer cuidadosamente todas las indicaciones de la práctica antes de iniciarla.
- Planear racionalmente el desarrollo del experimento, reflexionando sobre el porqué de cada paso.
- Al ocurrir un accidente comunicar inmediatamente al instructor, sin importar el grado de daño: incendio, derramamiento, ruptura de algún material.
- Usar los equipos de protección personal apropiados que sean compatibles con sustancias que esté empleando, utilizar mascarilla al trabajar con sustancias volátiles peligrosas.
- Evitar distraer a sus compañeros mientras trabajan.
- Evitar tocarse la cara durante la práctica

- Evite el uso de anillos y pulseras para evitar reacción en caso de accidente.
- Leer cuidadosamente todas las indicaciones de la práctica antes de iniciarla.
- Planear racionalmente el desarrollo del experimento, reflexionando sobre el porqué de cada paso.
- Al ocurrir un accidente comunicar inmediatamente al instructor, sin importar el grado de daño: incendio, derramamiento, ruptura de algún material.
- Nunca manejar reactivos que no estén etiquetados.
- Nunca trabajar con material quebrado o astillado.
- No secar material volumétrico con calor.
- No utilizar disolventes orgánicos para secar material.
- Nunca beber en el material de laboratorio.
- Preguntar al maestro la manera de disponer de las sustancias sobrantes o residuos generados, así como del material utilizado durante la práctica.
- Nunca llevar a cabo experimentos no autorizados.
- No destruir las señales de seguridad o mobiliario en general.

Todas las sustancias que se utilizan y las operaciones para llevar a cabo las reacciones químicas en el laboratorio, son potencialmente peligrosas, por lo que, para evitar accidentes, se deberá trabajar con cuidado y con el debido comportamiento dentro del laboratorio, estando siempre pendiente del curso de su experimento.

PROCEDIMIENTOS

- En todo momento tomar precauciones al utilizar objetos afilados, con punta, con fuego, material inflamable, etc.
- Revisar que las batas, guantes y cubrebocas no tengan rasgaduras o perforaciones.
- Al terminar el trabajo, enjuagar los guantes con agua para remover cualquier residuo.
- Revisar que los equipos de protección para los ojos se ajusten correctamente.
- Antes de utilizar el material de vidrio asegurarse que esté perfectamente limpio y seco.
- Limpiar adecuadamente si algún compuesto salpica el área de trabajo.
- Usar la perilla para aspirar líquidos a una pipeta, Nunca usar la boca para este fin.
- No identificar los olores por inhalación directa, siempre utilizar la mano para atraer los vapores hacia la nariz.
- Usar solo material de vidrio o boro silicato para calentar las sustancias.

- Siempre pulir al fuego los extremos de tubería recién cortada.
- Nunca intentar forzar el tubo de vidrio o termómetro a través del orificio de un tapón. Lubricar ambos con una solución jabonosa o glicerina, y deslice el tubo en el tapón realizando movimientos circulares.
- Manipular el material caliente con guantes apropiados.
- Ser muy cuidadoso al tocar objetos que han sido calentados: *el vidrio caliente luce igual que el vidrio frío*.
- Al calentar material sobre una parrilla, verificar que esté seco por fuera.
- Al terminar la sesión, verifique si la parrilla esté fría agregando una gota de agua sobre la superficie de esta.
- Nunca tocar la parrilla con las manos para verificar que esté fría.
- No mezclar sustancias si desconoce las reacciones que pueden ocurrir entre ellas.
- Siempre asegurarse de que las pipetas estén completamente limpias y secas para evitar reacciones secundarias por contaminantes.
- Asegurar que las pipetas estén completamente limpias y secas para evitar reacciones secundarias por contaminantes.
- Usar el contenedor y material apropiado para cada material.
- Nunca destapar o calentar líquidos orgánicos cerca de un mechero encendido.
- Ser muy cuidadoso con el manejo de termómetros: el mercurio se evapora al romperse.
- No dirigir la boca de recipientes con material en reacción o líquidos en ebullición hacia el compañero o hacia usted mismo.
- Nunca destapar o calentar líquidos orgánicos cerca de una flama; ni encender mecheros cuando trabaje con líquidos orgánicos. Utilizar baño maría o parrilla.
- Nunca abandonar el laboratorio mientras esté encendida una flama o cualquier fuente de calor que pueda provocar un accidente.
- Sea cual sea la sustancia que esté manejando, mantener siempre el área bien ventilada para evitar la acumulación de vapores.



Figura 10. Acciones no seguras en el laboratorio de ciencias [5]

MANEJO DE REACTIVOS

La mayor parte de las sustancias de un laboratorio son tóxicas; algunas son muy tóxicas y otras son sumamente corrosivas (soluciones concentradas de ácidos y bases).

- Considerar que todos los reactivos químicos son potencialmente peligrosos.
- Manipular los reactivos químicos con guantes de seguridad y que resistan al tipo de sustancia que esté usando.
- Cuando se desconozcan las propiedades del reactivo leer la etiqueta o consultar las **HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD (HDS)**, y tome sus precauciones.
- Siempre que sea posible emplee el frasco de menor tamaño que pueda proporcionar la cantidad deseada.
- Manejar los reactivos sólidos únicamente con una espátula apropiada.
- Tomar los tapones de los frascos de reactivo entre los dedos; nunca dejarlos sobre la mesa.
- Colocar la tapa en el recipiente inmediatamente después de tomar el reactivo.
- Tomar los reactivos líquidos con pipeta y perilla. Nunca directo del frasco.
- No regresar reactivo sobrante al frasco original (evite contaminación del reactivo puro)
- Nunca insertar espátulas, cucharillas o cuchillos dentro de un frasco que contenga una sustancia sólida incrustada. Mejor agitar vigorosamente el frasco tapado o golpear suavemente sobre la mesa para romper cualquier incrustación.
- Si se maneja gran cantidad de un reactivo tomar en una probeta o un vaso de precipitado limpio y seco evitando derrames.
- Nunca mantener sustancias cerca de su boca, cara, ojos o a sus espaldas.

- Lavarse bien las manos después de manejar algún reactivo.
- Verter siempre el ácido al agua, cuando deba mezclar o diluir un ácido.
- Mantener toda fuente de ignición como cerillos, cigarros, motores eléctricos y otros artículos que generen chispas lejos de los líquidos inflamables. Recordar que el fuego se genera con la presencia de estos tres elementos: Combustible, calor y oxígeno.

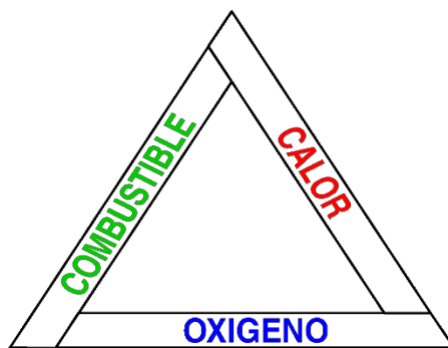


Figura 11 Triangulo de fuego [6]

La Hoja de datos de seguridad MSDS en base al ejemplo (**Anexo 1**) contiene de diferentes secciones como son:

- 1.- Identificación del material y del proveedor
- 2.- Identificación de los peligros
- 3.- Composición e identificación de los ingredientes peligrosos
- 4.- Primeros auxilios
- 5.- Medidas contra incendios
- 6.- Medidas que deben tomarse en caso de derrame accidental.
- 7.- Manejo y almacenamiento
- 8.- Control de exposición / protección individual
- 9.- Propiedades físicas y químicas
- 10.- Estabilidad y reactividad
- 11.- Información toxicológica
- 12.- Información eco toxicológica
- 13.- Información relativa a la eliminación de productos
- 14.- Información relativa del transporte

15.- Información sobre la reglamentación

MANEJO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS GENERADOS EN LAS PRÁCTICAS

Instrucciones para el llenado de los rombos de Riesgo para cada reactivo

1.- Identificar cada una de las secciones que corresponden al Rombo para cada sustancia en su hoja de seguridad.

2.- Las secciones de Riesgos a la salud, incendio, y reactividad se llenan con número, que va del **4 al 0**, donde el **4** implica el mayor riesgo y **0** el menor.



Figura 12 Tipos y niveles de riesgo en el manejo de sustancias químicas [7]

3.- En la sección de riesgos especiales se indica si el reactivo es: ácido, alcalino, corrosivo, oxidante, si polimeriza, si es radiactivo, o si no se debe mezclar con agua, entre otros riesgos, estos están ejemplificados utilizando pictogramas, como lo marca la norma oficial NOM-018-STPS-2015.

Deberá obtener las hojas de seguridad de las sustancias químicas involucradas en cada practica y resaltar las secciones:

- Identificación: Nombre de la sustancia química, fórmula, otros nombres comunes, Identificación del material (número CAS, número de MSDS).
- Propiedades físicas y químicas: Estado físico, olor, color, densidad, solubilidad en agua y en otros medios, punto de ebullición, congelación e inflamación, volatilidad, presión de vapor.
- Estabilidad y reactividad: Estabilidad al medio ambiente, clasificación: ácido, base, explosivo, corrosivo, flamable, tóxico, gas comprimido, polar, no polar, halogenado, incompatibilidad química (sustancias a evitar) e incluir pictogramas
- Toxicología: oral, cutáneo, ocular, respiratorio y sus primeros auxilios.
- Medidas contra incendios: método de extinción, tipo de extintor recomendado y equipo de protección personal.
- Medidas en caso de derrame: procedimiento, precauciones, equipo de protección, métodos y materiales para la contención.
- Manejo y almacenamiento: tipo de recipientes a utilizar y condiciones de almacenamiento seguro.

Recuerde **“Nadie puede cuidarse mejor que usted mismo, y entre más preparado se encuentre, mejor”**

REGLAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

CUESTIONARIO

- 1.- Elabore un croquis o mapa del laboratorio e indique la posición del equipo de seguridad que hay en él (utilice símbolos para identificar el equipo)
- 2.- ¿Por qué está prohibido arrojar sustancias químicas y residuos al drenaje?
- 3.- ¿Los accidentes suceden por uno mismo o por tus compañeros? Explique
- 4.- ¿Cómo comprobar que una parrilla está caliente?
- 5.- ¿Qué precauciones hay que tener al calentar un tubo de ensaye, que en su interior tiene una sustancia?
- 6.- ¿Qué se debe hacer con los residuos peligrosos que se generan en las prácticas de laboratorio?
- 7.- ¿Cuál es el procedimiento para poder oler algún líquido desconocido?
- 8.- ¿Qué debe hacer en caso que sea salpicado con un ácido?
- 9.- ¿Qué se debe hacer si es salpicado en los ojos con alguna sustancia?

Práctica 1

BUENAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

COMPETENCIA

Aplicar las buenas prácticas de laboratorio, mediante el conocimiento de las reglas de trabajo en laboratorio, para evitar incidentes en la realización de las prácticas subsecuentes, con disciplina y trabajo colaborativo.

INTRODUCCIÓN

Las **Buenas Prácticas de Laboratorio** (BPL) es el conjunto de procedimientos, reglas y prácticas que nos permiten salvaguardar la integridad del trabajo y datos analíticos obtenidos en el laboratorio. Las BPL es un parte vital del trabajo en el laboratorio por lo que presentaremos algunas de las partes fundamentales:

- **Seguridad personal**

Comprende desde el uso de protección personal adecuado (calzado cerrado, bata de laboratorio, etc.) hasta familiarizarse con las salidas de emergencia o conocer el equipo de seguridad con el que cuenta el laboratorio.

- **Manejo responsable de reactivos**

Reconocer la forma correcta de almacenamiento, etiquetado, leer las hojas de seguridad antes de utilizar cualquier sustancia. También incluye conocer dónde se debe manipular la sustancia si es necesario trabajar en campana o con sistemas de ventilación

adecuados. Disponer de manera adecuada los residuos generados durante la sesión de laboratorio.

- **Equipamiento**

Aprender a utilizar de manera correcta el equipo y los materiales antes de realizar experimentos. Asegurarse que el equipo esté en condiciones adecuadas o que esté calibrado. Esto nos ayudará a trabajar de una mejor manera y a asegurar los resultados obtenidos.

- **Organización y limpieza**

Mantener un área de trabajo ordenada para evitar accidentes, etiquetar de manera correcta todo el material con el que se está trabajando, para evitar confusiones y pérdidas de muestras.

- **Documentación**

Registrar durante todo momento, tanto el procedimiento como los resultados obtenidos y observaciones.

- **Reglamentación**

Conocer y cumplir con el reglamento interno del laboratorio.

- **Preparación previa**

Leer y comprender previamente los procedimientos de las prácticas del laboratorio, lo que nos ayudará a anticipar los riesgos potenciales y tener una idea de cómo se puede actuar ante alguna emergencia dada.

EQUIPO Y MATERIAL DE LABORATORIO

Vaso para pesar

Un paquete de dulces que contenga mínimo 10 piezas.

PROCEDIMIENTO

A) Equipo de seguridad del laboratorio

1. Ubique el área de lavaojos y verifique su funcionamiento
2. Tome nota y escribalas en la Tabla 2.
3. Verifique el funcionamiento de la regadera de emergencia, y tome nota en la Tabla 2
4. Identifique la presencia de extractores, enciéndalos para ver si funcionan correctamente.
5. Identifique la campana de extracción del laboratorio, revise las condiciones de la misma: limpieza, la línea que marca la altura del vidrio y funcionamiento.
6. Registre en la Tabla 2

B) Disposición de residuos

1. Identifique el área de disposición de residuos
2. Tome nota del color/tipo, etiqueta y ejemplos de residuos que se colocan en cada contenedor y regístrelo en la Tabla 3

C) Etiquetas de información

1. El profesor le proporcionará un recipiente que contenga algún

reactivo, para el análisis de su etiqueta.

2. Verifique las descripciones de la Tabla 4 y registre.
3. En las carpetas que se encuentran a lado del pizarrón del laboratorio busque las hojas de seguridad del reactivo que le proporcionó el profesor.
4. Utilizando el formato del anexo 7 registre esta información.

D) Uso de balanza analítica

1. Revisar que la balanza analítica se encuentre limpia.
2. En el caso de que esté sucia asegurarse de que esté apagada para proceder a la limpieza. Tomar la brocha para retirar las partículas en la superficie.
3. Utilizar una toalla sin pelusa humedecida ligeramente, para limpiar con movimientos suaves desde el centro hasta los bordes. Seca completamente.
4. Verificar que la balanza está calibrada, revisando que la burbuja de aire se encuentre en el centro, si no se encuentra proceder a calibrar.
5. Encender la balanza y verificar que funcione correctamente.
6. Seguir las instrucciones del profesor sobre la técnica de pesado, registrar el peso de los dulces.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados en esta práctica deberán disponerse dependiendo la **naturaleza** de los mismos. ***Si tiene duda pregunte primero al maestro antes de disponer de los residuos***

RESULTADOS

Tabla 2 Verificación del equipo de seguridad del laboratorio

EQUIPO	¿CUÁL ES SU FUNCIÓN?	¿FUNCIONA?	LIMPIEZA	EXPLIQUE COMO SE UTILIZA
Lavaojos				
Regadera				
Campana				
Extractores				

Tabla 3 Identificación de los contenedores de residuos

CONTENEDOR	COLOR/TIPO	ETIQUETA	EJEMPLOS *
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

*Ejemplos de residuos que pueden disponerse en este contenedor

Tabla 4 Identificación del etiquetado de un productor químico

LEYENDA	OBSERVACIÓN
Identificación del producto	
Composición (Concentración)	
Responsable de la comercialización	
Identificación de peligros	
Descripción del riesgo	
Medidas preventivas	

CUESTIONARIO

- 1.- Explique con sus palabras que son las buenas prácticas del laboratorio
- 2.- ¿Por qué es esencial mantener el área de trabajo ordenada y limpia

3.- Menciona tres ejemplos de equipo de seguridad del laboratorio.

4.- ¿Por qué es importante tener preparación previa a la sesión del laboratorio?

Práctica 2

PREPARACIÓN DE SOLUCIONES

COMPETENCIA

Preparar soluciones a partir de reactivos sólidos o líquidos, aplicando los conocimientos adquiridos sobre concentraciones físicas y químicas, las cuales serán utilizadas posteriormente, de manera responsable y organizada.

INTRODUCCIÓN

Por definición una solución o disolución es una mezcla de dos o más sustancias, denominándose soluto a la que se encuentra en menor proporción y disolvente a mayor proporción.

Cuando el disolvente utilizado es agua, se le denomina disolución acuosa.

La manera de expresar la concentración en una disolución puede ser utilizando unidades físicas o químicas.

Las **unidades físicas** incluyen: % m,

% m/v, % v, ppm (mg/L o mg/Kg), ppb (µg/mL, µg/mL), donde no se involucra el peso fórmula o peso atómico del soluto. Las **unidades químicas** incluyen: mol (n), fracción mol (X_s), Molaridad (M), Formalidad (F), Normalidad (N), molalidad (m), este tipo de unidades requieren más cuidado en su preparación, por lo cual se debe utilizar balanza analítica, pipetas y matraces volumétricos, como se describe en el **Anexo 2** al igual que su concentración.

considerando las reglas de redondeo descritas en el mismo.

Estas unidades están descritas en el **Anexo 3**.

Nota: Recordar la regla fundamental al preparar soluciones ácidas, **adicionar el ácido al agua y no al revés.**

Para los compuestos sólidos se debe considerar su solubilidad y su naturaleza (iónica, atómica, molecular o agregados) y su relación con el disolvente

SOLUCIONES A PREPARAR

Ácido acético 6 M

Ácido clorhídrico 6 M, 3 M, 0.5 M

Ácido nítrico 6 M, 3 M

Ácido sulfúrico 9 M

Carbonato de amonio 2 M

Cloruro de amonio 4 M

Cromato de potasio 0.5 M

Hidróxido de amonio 1:1 y 6 M

Molibdato de amonio 0.5 M

Nitrato de amonio 1 M

Peróxido de hidrógeno 3 %v

Solución de sulfuro de amonio 1:2

Solución saturada de sulfato ferroso.

Tioacetamida al 5 % y 10 %

EQUIPO Y MATERIAL DE LABORATORIO

Agitador de vidrio

Espátula

Matraces volumétricos de 50 mL

Perilla

Pipeta volumétrica de 5 mL

Piseta

Recipiente para pesar

Vasos de precipitados de 100 mL

Vidrio de reloj

PROCEDIMIENTO

• Para reactivos sólidos:

1.- Calcular la cantidad de sustancia necesaria (gramos o miligramos) para la cantidad de solución a preparar indicada por el docente.

2.- Pesar la cantidad calculada en el paso anterior en una balanza granataria o analítica según corresponda utilizando un recipiente adecuado (vaso pequeño de vidrio) y una espátula, cuidando no derramar.

3.- Disolver utilizando una pequeña cantidad de agua en un vaso de precipitados y verterla en el recipiente final, enjuagando el recipiente con pequeñas porciones de agua para asegurarse que se transfirió todo el compuesto pesado.

4.- Ajustar con disolvente hasta el volumen final o aforar si se está usando matraz volumétrico. Agitar por inmersión con cuidado.

• Para reactivos líquidos:

1.- Calcular el volumen de la sustancia líquida concentrada necesaria para preparar el volumen indicado por el docente de la disolución deseada.

2.- Medir ese volumen con una pipeta graduada y transferirlo a un vaso de precipitado, el cual contenga aproximadamente una cuarta parte de agua necesaria y agitar de manera circular.

3.- Transferir al matraz volumétrico, enjuagar el vaso de precipitado con un poco de agua, transferirlo al matraz y aforar al volumen final.

4.- Agitar por inmersión la solución final.

5.- Colocar las disoluciones en los recipientes adecuados, etiquetando con el nombre del reactivo, concentración y fecha de preparación.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados en esta práctica deberán disponerse dependiendo la **naturaleza** de los mismos. **Si tiene duda pregunte primero al maestro antes de disponer de los residuos.**

CÁLCULOS:

Para realizar los cálculos basarse en el **Anexo 3** (formulario para unidades físicas y unidades químicas), y **Anexo 4** (tabla de ácidos y bases comerciales) realizar sus cálculos en base a la cantidad de solución a

preparar y mostrárselos al profesor para su revisión antes de preparar las soluciones.

RESULTADOS

Tabla 5 Cálculos realizados para preparar las soluciones

Nombre de la solución	Fórmula	Concentración	g, mg o mL de soluto	Volumen final

CUESTIONARIO

1.- ¿Qué volumen de disolución de NaOH 3 %m se requiere para que reaccione completamente 25 mL de una disolución de HCl 3%*m*?

2.- Describa el procedimiento para preparar una solución 0.8 N de ácido sulfúrico a partir de una disolución del mismo ácido al 20 % masa y una densidad de 1.1398 g/mL.

3.- Describa el procedimiento para preparar una disolución 1000 ppm de ion cromato a

partir de una disolución de cromato de potasio 0.5 M.

Práctica 3

CLASIFICACIÓN DE ELECTROLITOS Y NO ELECTROLITOS

COMPETENCIA

Identificar cualitativamente los electrolitos y no electrolitos, mediante mediciones conductimétricas en forma individual, lo que le ayudará a comprender las diferentes propiedades electrolíticas de las disoluciones.

INTRODUCCIÓN

Una de las formas de clasificar las disoluciones acuosas es por su capacidad de conducir corriente eléctrica. Las sustancias que presentan esta capacidad se les llama conductoras o electrolíticas, ya que la presencia de iones en la disolución permite conducir la corriente eléctrica a través de la misma, mientras que las que no lo presentan se les denomina no conductores o no electrolíticos.

Dentro de las sustancias electrolíticas existen los electrolitos fuertes los cuales existen completamente o casi completamente como iones en la disolución y son buenos conductores; los electrolitos débiles, los cuales se disocian poco en agua y permanecen principalmente como moléculas y una mínima parte como iones, estos son malos conductores débiles. Los compuestos que no se disocian en agua se

les llaman no electrolitos y estos, por ende, no conducen corriente eléctrica.

La cantidad de iones presentes en el compuesto también afecta la conductividad, ya que no es igual un electrolito 1:1 como el NaCl que el $\text{Na}_2(\text{SO}_4)$ 2:1, entre más electrolitos tengamos en solución la conducción es mejor.

REACTIVOS Y DISOLUCIONES

Ácido acético 0.5 M

Ácido bórico 0.5 M

Cloruro de magnesio 0.5 M

Cloruro de sodio 0.5 M

Etanol

Glucosa 0.5 M

Metanol

Nitrato de sodio 0.5 M

Sacarosa 0.5 M

Sulfato de sodio 0.5 M

Yodo 0.5 M

EQUIPO Y MATERIAL DE LABORATORIO

Agitador de vidrio

Espátula

Matraces volumétricos de 50 mL

Perilla

Pipeta volumétrica de 10 mL

Piseta

Potenciómetro/conductímetro

Recipiente para pesar

Vasos de precipitados de 100 mL

Vidrio de reloj

Calibración (en el anexo del conductímetro se encuentran los rangos de conductividad)

Para mejores resultados se recomienda una calibración periódica con estándares conocidos y precisos. Calibre con estándares cercanos a su rango de medición deseado.

Luego de la calibración va a ser visible en la visualización inferior la eficiencia del electrodo que corresponde a la medición activa, va a aparecer “.....” si no se lleva a cabo ninguna calibración,

Figura 13 Pote

PROCEDIMIENTO

- Preparación del conductímetro:
- ❖ Preparar las disoluciones indicadas por el instructor realizando los pasos vistos en la práctica anterior.
- 1) Conectar el electrodo (Figura 9) al potenciómetro (NOTA).
- 2) Encender el potenciómetro en la tecla  Mostrado en la Figura 10.
- 3) Retirar el protector del electrodo y enjuagar con agua desionizada.
- 4) Seleccionar la tecla TDS
- 5) Colocar el electrodo en la muestra y esperar que la lectura sea estable, anotar el resultado obtenido en la tabla.
- 6) Repetir el paso 3 con cada muestra.
- 7) Una vez terminadas las lecturas, apague el potenciómetro, enjuague el electrodo, coloque su tapón protector conteniendo agua y posteriormente desconecte el electrodo.

Nota: En el Anexo 5 se incluye la hoja para el manejo e instrucciones de funcionamiento del conductímetro/TDS/Salinidad.

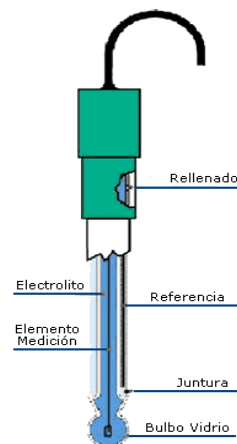


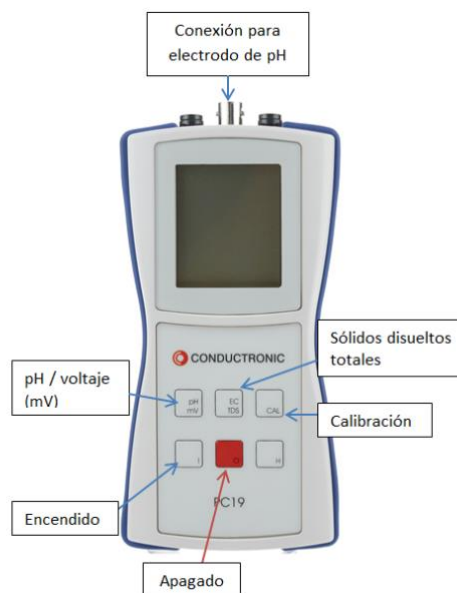
Figura 14 Electrodo para pH [8]

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados en esta práctica deberán disponerse dependiendo la **naturaleza** de los mismos. **Si tiene duda pregunte primero al maestro antes de disponer de los residuos.**

RESULTADOS

Completar la siguiente tabla con los resultados obtenidos e indicar si es electrolito o no electrolito.

Tabla 6 Resultados

Solución	Primera lectura (mS, μ S)	Segunda lectura (mS, μ S)	Electrolito / no electrolito

A. Indicar la Temperatura de las soluciones

B. Escriba las reacciones que representen el comportamiento de los compuestos en agua.

- C. Acomode en orden decreciente de polaridad las disoluciones electrolíticas

CUESTIONARIO

- 1.- Describa el comportamiento de los compuestos que no presentan conductividad.
- 2.- ¿Cuáles compuestos orgánicos presentan conductividad?
- 3.- ¿De qué manera afecta la concentración en la conductividad de una disolución?

Práctica 4

pH E INDICADORES ÁCIDO-BASE

COMPETENCIA

Determinar el pH de disoluciones acuosas con diferentes indicadores ácido-base, con el fin de determinar el carácter ácido-base de las disoluciones. Lo que le permitirá tener el criterio suficiente para seleccionar el indicador adecuado en su aplicación en titulaciones ácido-base mediante el trabajo en equipo.

INTRODUCCIÓN

Un indicador es un ácido o base orgánica muy débil, que presenta una coloración en su forma molecular y otra diferente en su forma disociada, esto es, si nos referimos a un indicador ácido su disociación estaría dada por el siguiente equilibrio



Color 1

color 2

La constante de equilibrio para este indicador estaría dada por

$$K_{In} = \frac{[In^-][H_3O^+]}{[HIn]}$$

El rango de pH de un indicador está en función de su constante de acidez, aplicando la ecuación de Henderson-Hasselbach,

$$pH = pK_a - \log \frac{[HIn]}{[In^-]}$$

Por lo cual, si el pH está por debajo del pK_{In} , predomina la forma sin disociar (color 1), mientras que, si el pH es superior al pK_{In} , la forma predominante es la disociada (color 2).

Cuando el pH es igual al pK_{In} se encuentran en igual concentración ambas formas y el color resultante es una mezcla de ambos, como, por ejemplo, El verde de bromocresol presenta una coloración amarilla, en su forma sin disociar (HIn) y azul en su forma disociada (In^-) el color en el punto medio es verde. Su rango de pH se encuentra 3.8-5.4 y su constante de acidez $pK_{In} = 4.9$

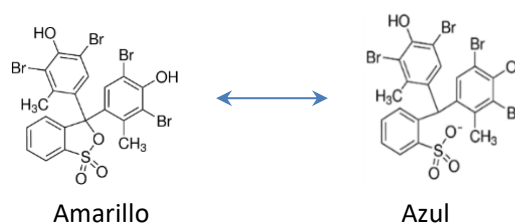


Figura 15 Indicador verde de bromocresol en su forma disociada y sin disociar

Los indicadores ácido-base se clasifican en tres tipos

- Un color, en el cual una de sus formas es incolora (ej. Fenolftaleína)
- Dos colores, en el cual los dos colores son diferentes (ej. Anaranjado de metilo)
- Tres colores en el cual se presentan dos equilibrios (ej. Azul de timol) y sus rangos de pH para cada equilibrio son diferentes, generalmente uno en el rango ácido y el otro básico.

Para determinar si una disolución muestra es ácida o básica, se utiliza papel indicador (Litmus) el cual dependiendo del color que muestre es **ácido** (Rosa) o **básico** (azul), para determinar de una manera más cercana el rango de pH, se utilizan indicadores y dependiendo del color que presente, se va determinando el pH de la disolución. La forma más precisa de determinar el pH de la disolución es mediante el uso del potenciómetro.

REACTIVOS Y DISOLUCIONES

Muestra problema**

Ácido acético 0.1 M

Ácido bórico 0.1 M

Ácido cítrico 0.1 M

Ácido clorhídrico 0.01 M

Ácido oxálico 0.1 M

Ácido sulfúrico 0.1 M

Amarillo de alizarina

Anaranjado de metilo

Azul bromotimol

Azul timol

Bicarbonato de sodio 0.1 M

Bisulfito de sodio 0.1 M

Carbonato de sodio 0.1 M

Fenolftaleína

Fosfato dibásico de sodio 0.1 M

Fosfato monobásico de sodio 0.1 M

Hidróxido de amonio 0.1 M

Hidróxido de sodio 0.1 M

Papel indicador con escala

Papel tornasol (Litmus)

p-nitrofenol

Rojo Congo

Rojo cresol

Rojo metilo

Rojo neutro

Soluciones buffer pH 4 y pH 7

Soluciones de indicadores*:

Timolftaleína

Verde de bromocresol

Nota: *Preparación mencionada en **Anexo 6**.

****El alumno deberá traer algún producto comercial para determinar el pH, de preferencia que no presente coloración intensa.**

EQUIPO Y MATERIAL DE LABORATORIO

Tubos de ensayo pequeños

Agitador de vidrio

Espátula

Gradilla

Piseta

Potenciómetro

Vasos de precipitado de 50 mL

Vidrio de reloj

PROCEDIMIENTO

1.- Tomar una porción de papel Litmus en un vidrio de reloj y colocar una gota de la disolución a estudiar, repetir con las otras soluciones proporcionadas, anotando la coloración del papel en la tabla 7 e indicando su carácter ácido o base.

***Recordar si la coloración es rosa la solución es ácida, si la coloración es azul-lila es básico"**

2.- Colocar trozos de papel indicador con escala en el vidrio de reloj y colocar una gota de disolución anotando el color que presenta y el pH correspondiente en la escala del papel en la tabla 8. Repetir con las otras disoluciones.

3.- Seleccionar los indicadores a utilizar y colocarlos en orden decreciente en la tabla 3 identificando su rango de pH y los colores que presenta, apoyándose en el **Anexo 6**.

4.- Seleccionar los indicadores a usar dependiendo si es ácida o básica la solución, según se muestran en la tabla 9, etiquetar los tubos del 1 al 6 y colocar 5 gotas de la disolución en cada tubo, colocar una gota del primer indicador en el tubo 1, agita y observar el color mostrado, registrándolo en la tabla 10, anotar el pH correspondiente según el rango para finalmente determinar el intervalo de pH en el que se encuentra la muestra.

5.- Repetir el paso 2 con el resto de las disoluciones proporcionadas.

6.- Calibrar el potenciómetro con las disoluciones buffer pH 4 y pH 7, posteriormente medir el pH de cada disolución, anotando los resultados en la tabla 11.

7.- Repetir los pasos anteriores con la muestra.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados en esta práctica deberán disponerse dependiendo la **naturaleza** de los mismos. **Si tiene duda pregunte primero al maestro antes de disponer de los residuos.**

RESULTADOS

Tabla 7 Determinación del carácter ácido-base con papel litmus

Disolución	Color papel Litmus	Carácter Acido/básico
Muestra		

Tabla 8 Color y pH usando papel indicador con escala

Disolución	Color papel	pH
Muestra		

Tabla 9 Indicadores a utilizar, rango de pH y colores mostrados (acomódelos en orden de pH decreciente)

Indicador	Rango pH	Colores mostrados

Tabla 10 Color y pH de cada indicador para obtener el rango de pH de la disolución

Indicador →	Color/pH	Color/pH	Color/pH	Color/pH	Color/pH	Color/pH	Rango pH
Disolución ↓							
Muestra							

Tabla 11 pH de la disolución medido con potenciómetro

Disolución	pH
Muestra	

CUESTIONARIO

1.- Investigue la estructura química de la forma sin disociar y disociada de:

- a) Anaranjado de Metilo
- b) Fenolftaleína
- c) Rojo Congo

2.- Describa la preparación de los indicadores de la pregunta anterior, justifique si se pueden preparar únicamente en agua.

3.- ¿Es importante la cantidad de indicador adicionada a la muestra? Justifique su respuesta.

4.- ¿A que componente(s) de su muestra se debe el carácter ácido o básico y el pH que presenta?

Práctica 5

REACCIONES REVERSIBLE E IRREVERSIBLE DE UN SISTEMA HOMOGÉNEO

COMPETENCIA

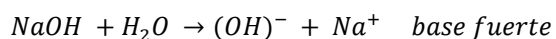
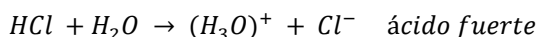
Constatar la presencia de un equilibrio químico en un sistema homogéneo, con el apoyo de disoluciones de ácidos y bases fuertes y débiles, lo que le ayudará a establecer la *ley de acción de masas*, presente en la disolución homogénea, realizándose de manera individual.

INTRODUCCIÓN

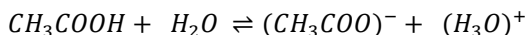
El pH es un parámetro que nos ayuda a determinar la acidez o la alcalinidad que presentan las disoluciones ácidas o básicas. Este valor se calcula a través de la fórmula

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = \log(1/[\text{H}^+])$$

Si el ácido o la base es fuerte la disolución se representará mediante una flecha,



pero si es débil, la representación se realiza mediante un sistema de equilibrio, como, por ejemplo, para el ácido acético que es débil, su reacción de disociación está dada por:



Y el equilibrio está representado por la expresión de la *ley de acción de masas* y una constante de acidez

$$K_a = \frac{[(\text{CH}_3\text{COO})^-][(\text{H}_3\text{O})^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1.8 \times 10^{-5}$$

Donde $[(\text{CH}_3\text{COO})^-] = [(\text{H}_3\text{O})^+]$

Despejando en la ecuación anterior

$$[(\text{H}_3\text{O})^+] = \sqrt{K_a * [\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

α representa el grado de disociación

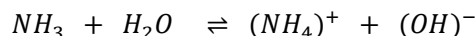
Y es calculado como:

$$\alpha = \frac{[(\text{H}_3\text{O})^+]}{C_i}$$

Y comúnmente se expresa como porcentaje de disociación

$$\% \alpha = \frac{[(\text{H}_3\text{O})^+]}{C_i} * 100$$

Al igual que para un ácido débil, se expresa para una base débil, por ejemplo, el amoníaco, cuya disociación está representada por la siguiente reacción:



Y su equilibrio está representado por la expresión de la *ley de acción de masas* y una constante de basicidad

$$K_b = \frac{[(\text{NH}_4)^+][(\text{OH})^-]}{[\text{NH}_3]} = 1.8 \times 10^{-5}$$

El grado de disociación es expresado como:

$$\alpha = \frac{[(\text{OH})^-]}{C_i}$$

Y el porcentaje de disociación es

$$\% \alpha = \frac{[(\text{OH})^-]}{C_i} * 100$$

Para el cálculo del pH o pOH en ácidos o bases débiles se debe considerar los equilibrios y sus constantes de acidez o basicidad.

Por ejemplo, para una disolución de ácido clorhídrico 0.10M, la concentración de iones hidronios $[(H_3O)^+] = 0.10\text{ M}$ y el

$$pH = -\log(0.10) = \underline{1.0}$$

En cambio, para una disolución de ácido acético 0.10 M la concentración de iones hidronios

$$[(H_3O)^+] = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.10\text{ M}}$$

$$= 1.3416 \times 10^{-3}\text{ M}$$

$$\text{Y el } pH = -\log[1.3416 \times 10^{-3}] = \underline{2.87}$$

$$\alpha = \frac{1.3416 \times 10^{-3}\text{ M}}{0.10\text{ M}} = 1.3416 \times 10^{-2}$$

$$\% \alpha = 1.3416 \times 10^{-2} \times 100 = 1.34\%$$

Como se puede observar las disoluciones de ácidos débiles son menos ácidas que las de ácidos fuertes, debido a que su disociación no es completa.

REACTIVOS Y DISOLUCIONES

Ácido acético 0.1 M

Ácido bórico 0.1 M

Ácido clorhídrico 0.1 M

Ácido hipocloroso 0.1 M

Ácido sulfúrico 0.1 M

Agua desionizada

Disoluciones buffer pH 4 y pH 7

Hidróxido de amonio 0.1 M

Hidróxido de sodio 0.1 M

EQUIPO Y MATERIAL DE LABORATORIO

Agitador de vidrio

Espátula

Matraz Volumétrico de 50 mL

Perilla

Pipeta graduada de 5 mL

Pipeta volumétrica de 10

Piseta

Potenciómetro

Recipiente para pesar

Vasos de precipitados de 100 mL

Vasos para pesar

PROCEDIMIENTO

A) Preparación de soluciones

Prepare las soluciones a utilizar, realizando los cálculos pertinentes.

B) Calibración del potenciómetro

- 1 Conectar el electrodo al potenciómetro **(NOTA)**.
- 2 Encender el potenciómetro en la tecla .
- 3 Retirar el protector del electrodo y enjuagar con agua desionizada, secarlo suavemente y colocarlo en el recipiente que contiene la disolución buffer pH 4.
- 4 Presionar la tecla **CAL**, esperar a que el potenciómetro muestre una respuesta estable.

- 5 Sacar el electrodo de la disolución, enjuagarlo perfectamente, sacarlo y sumergirlo en la disolución buffer pH 7.
- 6 Presionar nuevamente la tecla **CAL** y esperar a que el aparato proporcione una respuesta y realice la calibración.
- 7 Sacar el electrodo de la disolución, enjuagar perfectamente y secar.
- 8 Colocar el electrodo en la muestra y esperar que la lectura sea estable, anotar el resultado obtenido en la tabla.
- 9 Repetir el paso 7 y 8 con cada muestra.

- 10 Una vez terminadas las lecturas, apague el potenciómetro, enjuague el electrodo, coloque su tapón protector
- 11 conteniendo agua y posteriormente desconecte el electrodo.

Nota: Las figuras se muestran en la práctica 2. Verificar que el electrodo tenga líquido (electrolito) suficiente en su parte interna, de no ser así, comuníquelo a su Instructor

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados en esta práctica deberán disponerse dependiendo la **naturaleza** de los mismos. **Si tiene duda pregunte primero al maestro antes de disponer de los residuos**

CÁLCULOS

Realizar los cálculos necesarios para preparar las disoluciones a utilizar de manera clara y ordenada (preguntar a su maestro si tiene dudas).

RESULTADOS

- A) Complemente la siguiente tabla con los datos obtenidos y calcule la concentración de hidronios a partir de pH obtenido (Incluya los cálculos realizados).

Tabla 12 Concentración de iones hidronio teóricos y experimentales

Disolución	M	$[(H_3O)^+]_{teórica}$	pH obtenido	$[(H_3O)^+]_{obtenida}$

B. Complemente la siguiente tabla escribiendo las reacciones que representen el comportamiento de los compuestos en agua.

Tabla 13 Reacciones involucradas

Disolución	Reacción	Reversible / Irreversible

CUESTIONARIO

1.- Qué relación existe entre la concentración de un ácido fuerte y el pH?

2.-Cuál es el comportamiento de los ácidos débiles con respecto a su concentración y el pH.

Práctica 6

IDENTIFICACION DEL TIPO DE SALES

COMPETENCIA

Determinar el pH que presentan las disoluciones acuosas proporcionadas con el fin de determinar el tipo de sal presente, lo que le permitirá tener el criterio suficiente para escribir las reacciones presentes en la misma y comparar con el valor teórico esperado, realizándolo de manera empática, mediante el trabajo ordenado y en equipo.

INTRODUCCIÓN

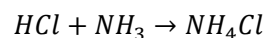
Las sales pueden tener propiedades ácidas, básicas o neutras, dependiendo de la naturaleza de los iones que las componen.

Las sales pueden ser producidas por la reacción entre un ácido y una base, o por la reacción entre un ácido o una base y un metal. En el primer caso, se forma una sal y agua; en el segundo caso, se forma una sal y gas hidrógeno.

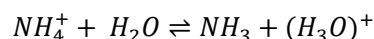
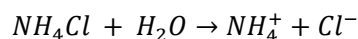
Sales neutras: Las sales neutras se producen a partir de un *ácido fuerte y una base fuertes*. Estas sales no tienen iones hidrógeno (H^+) ni hidroxilo (OH^-) que puedan liberarse en solución acuosa, por lo que la solución es neutra. Un ejemplo de sal neutra es el cloruro de sodio ($NaCl$), que se produce a partir de la reacción entre ácido clorhídrico (HCl) y el hidróxido de sodio ($NaOH$).

Sales ácidas: Las sales ácidas se producen a partir de *ácidos débiles y bases fuertes*. Un ejemplo de sal ácida es el cloruro de amonio (NH_4Cl), que se produce a partir de

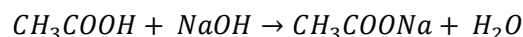
la reacción entre ácido clorhídrico (HCl) y amoníaco (NH_3).



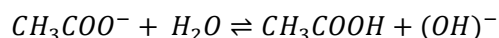
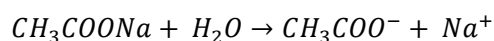
Al disolver el NH_4Cl en agua se disocia en sus iones y posteriormente el NH_4^+ se hidroliza formando iones hidronio (H_3O^+), lo que hace que la solución sea ácida.



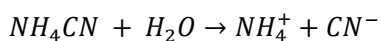
Sales básicas: Las sales básicas se producen a partir de *bases fuertes y ácidos débiles*. Un ejemplo de sal básica es el acetato de sodio (CH_3COONa), que se produce a partir de la reacción entre ácido acético (CH_3COOH) e hidróxido de sodio ($NaOH$).



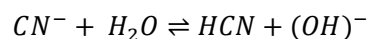
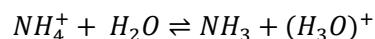
Al disolver el CH_3COONa en agua se disocia en sus iones y posteriormente el CH_3COO^- se hidroliza formando iones hidroxilo (OH^-), lo que hace que la solución sea alcalina.



Sales tipo IV son las formadas a partir de la reacción entre un ácido débil y una base débil, su carácter (ácido-base) varía dependiendo el K_a del ácido y el K_b de la base. Por ejemplo, producto de la reacción entre el ácido cianhídrico y el amoníaco se forma la sal de cianuro de amonio (NH_4CN), que al disociarse tenemos:



Y los equilibrios presentes son:



Aquí podemos tener:

$$K_a \approx K_b \text{ el pH} \approx 7$$

$K_a > K_b$ el pH es ligeramente menor a 7

$K_a < K_b$ el pH es ligeramente mayor a 7

REACTIVOS Y DISOLUCIONES

Sulfito de sodio 0.1M

Cloruro de sodio 0.1M

Sulfato de magnesio 0.1M

Oxalato de sodio 0.1M

Tartrato de sodio 0.1M

Cromato de potasio 0.1M

Nitrato de potasio 0.1 M

Acetato de amonio 0.1 M

Carbonato de potasio 0.1 M

EQUIPO Y MATERIAL DE LABORATORIO

Vasos de precipitado de 50 mL

Vaso de precipitado de 250 mL

Matraces volumétricos de 50 mL

Agitador de vidrio

Espátula

Piseta

Vasos para pesar

Potenciómetro

PROCEDIMIENTO

A) Preparación de soluciones

Prepare las soluciones a utilizar, realizando los cálculos pertinentes.

B) Calibración del potenciómetro

- 1 Conectar el electrodo al potenciómetro (**NOTA**).
- 2 Encender el potenciómetro en la tecla .
- 3 Retirar el protector del electrodo y enjuagar con agua desionizada, secarlo suavemente y colocarlo en el recipiente que contiene la disolución buffer pH 4.
- 4 Presionar la tecla **CAL**, esperar a que el potenciómetro muestre una respuesta estable.
- 5 Sacar el electrodo de la disolución, enjuagarlo perfectamente, sacarlo y sumergirlo en la disolución buffer pH
- 6 Presionar nuevamente la tecla **CAL** y esperar a que el aparato proporcione una respuesta y realice la calibración.
- 7 Sacar el electrodo de la disolución, enjuagar perfectamente y secar.
- 8 Colocar el electrodo en la muestra y esperar que la lectura sea estable, anotar el resultado obtenido en la tabla de resultados.
- 9 Repetir el paso 7 y 8 con cada muestra.

- 10 Una vez terminadas las lecturas, apague el potenciómetro, enjuague el electrodo, coloque su tapón protector conteniendo agua y posteriormente desconecte el electrodo.

suficiente en su parte interna, de no ser así, comuníquelo a su Instructor

Nota: Las figuras se muestran en la práctica 2. Verificar que el electrodo tenga líquido (electrolito)

RESULTADOS

Completar la siguiente tabla

Tabla 14 Reacciones de disociación e hidrólisis de las muestras problema

Nombre de la sal	Reacción de disociación	Reacción de hidrólisis	pH

CUESTIONARIO

- 1.- Explique si existe un proceso de hidrólisis en una sal neutra.
- 2.- De que depende el pH de las disoluciones acuosas de sales.
- 3.- En base a los datos analizados durante esta práctica el CaCO_3 que tipo de sal se considera (ácida, neutra, básica). Fundamente su respuesta.

Práctica 7

DISOLUCIONES AMORTIGUADORAS

COMPETENCIA

Preparar diferentes disoluciones amortiguadoras y adicionar disoluciones de ácido y base fuertes, lo que le ayudará a determinar la capacidad de amortiguamiento, mediante el trabajo en equipo.

INTRODUCCIÓN

Equilibrio químico es la denominación que se hace a cualquier reacción reversible cuando se observa que las cantidades relativas de dos o más sustancias permanecen constantes en el tiempo, es decir, el equilibrio químico se logra cuando la concentración de las especies participantes no cambia, de igual manera, no se observan cambios físicos a medida que transcurre el tiempo, sin que esto signifique que el sistema es estático.

En el equilibrio químico permanece un sistema dinámico, ya que los productos se descomponen para formar reactivos, a la misma velocidad que los reactivos forman productos, ocurriendo ambas reacciones directa e inversa simultáneamente a la misma velocidad.

Las **disoluciones amortiguadoras** (también llamadas reguladoras, soluciones tampón o buffers) son disoluciones que están formadas por un ácido débil y su base conjugada (**Anexo 7**) o una base débil y su ácido conjugado tienen la capacidad de mantener el pH de la solución aproximadamente constante cuando se agregan pequeñas cantidades de ácido o

base fuerte o cuando se diluyen, con lo cual se determina su capacidad de amortiguamiento. El pH está determinado dentro de un rango de $pK_a \pm 1$

Para calcular el pH de esta disolución se utiliza la ecuación de Henderson-Hasselbach.

$$pH = pK_a + \frac{[base\ conjugada]}{[ácido\ débil]}$$

Capacidad de amortiguamiento

$$\beta = 2.3 \times \frac{[ácido] [base\ conjugada]}{[Ácido] + [Base\ conjugada]}$$

REACTIVOS Y DISOLUCIONES

Ácido clorhídrico 0.1 M

Cloruro de amonio

Hidróxido de amonio

Hidróxido de sodio 0.1 M

Soluciones buffer 4 y 7

Fosfato monobásico de sodio

Fosfato dibásico de potasio

EQUIPO Y MATERIAL DE LABORATORIO

Agitador de vidrio

Espátula

Matraces volumétricos de 50 mL

Perilla

Pipeta graduada de 5 y 10 mL

Piseta

Potenciómetro

Probeta de 50 y 100 mL

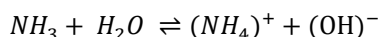
Recipiente para pesar

Vasos de precipitado de 100 y 250 mL

Vidrio de reloj

PROCEDIMIENTO

- Amortiguador amoniacal pH 10



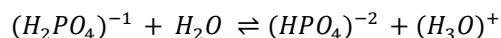
1. Pesar 7 g de cloruro de amonio y disolver en 100 mL de agua desionizada.
2. Medir 57 mL de hidróxido de amonio concentrado con una probeta y colocarlos en un vaso de precipitado de 250 mL.
3. Adicionar el cloruro de amonio con agua en el vaso que contiene el hidróxido de amonio medido previamente.
4. Medir el pH de este amortiguador utilizando un potenciómetro.
5. De ser necesario ajustar el pH adicionando gota a gota disolución de hidróxido de sodio o ácido clorhídrico 0.1 M según sea el caso.
6. Realizar los cálculos correspondientes para determinar el pH teórico de la disolución preparada y su capacidad de amortiguamiento.

Preparación de un amortiguador de fosfatos pH 7.4

Para este amortiguador se utilizará fosfato monobásico de sodio y fosfato dibásico de

sodio ya que el pH buscado se encuentra dentro del rango $pK_a \pm 1$

De este equilibrio



Utilizando la ecuación de Henderson-Hasselbach

$$\text{pH} = 7.21 + \log \left(\frac{[(\text{HPO}_4)^{-2}]}{[(\text{H}_2\text{PO}_4)^{-1}]} \right)$$

Como se dese obtener un pH de 7.4 la proporción en la cual deberán estar presentes ambas especies es:

$$\left(\frac{[(\text{HPO}_4)^{-2}]}{[(\text{H}_2\text{PO}_4)^{-1}]} \right) = 10^{(7.4-7.21)} = 1.5488$$

Esto es,

$$[(\text{HPO}_4)^{-2}] = 1.5488 * [(\text{H}_2\text{PO}_4)^{-1}]$$

Si partimos de una concentración de fosfato monobásico de sodio 0.1 M, la concentración de fosfato dibásico de potasio será 0.1548 M. Para preparar esta solución requerimos obtener los gramos necesarios de cada una de los compuestos requeridos para preparar 50 mL de amortiguador.

El procedimiento a seguir es:

1. Pesar las cantidades requeridas de cada uno de los fosfatos, colocarlas en un vaso, disolverlas en un poco de agua, transferirlo al matraz volumétrico de 50 mL, enjuagando el vaso con agua destilada 2 veces, recolectando las aguas de lavado en el matraz, por último, aforar y tapar, agitar por inmersión.
2. Colocar 25 mL de la disolución amortiguadora en un vaso de precipitado y etiquetarlo como **A**. Colocar los otros 25 mL del

amortiguador en otro vaso de precipitado y etiquetarlo como **B**.

3. Medir el pH inicial de la disolución amortiguadora en uno de los vasos
4. Al vaso **A** adicionar 1 mL de **ácido clorhídrico 0.1 M**, agitar y medir el pH con el potenciómetro, posteriormente adicionar 1 mL más hasta llegar a 5 mL midiendo el pH después de cada adición. Calcular la capacidad de amortiguamiento.
5. A vaso **B** adicionar un mL de **hidróxido de sodio 0.1 M**, agitar y medir el pH con el potenciómetro, posteriormente adicionar 1 mL más hasta llegar a 5 mL midiendo el pH después de cada adición. Calcular la capacidad de amortiguamiento.

calcular la capacidad de amortiguamiento

- d) Comparar y explicar los cambios en la capacidad de amortiguamiento después de las diferentes adiciones de ácido clorhídrico
- e) Comparar y explicar los cambios en la capacidad de amortiguamiento después de las diferentes adiciones de hidróxido de sodio.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados en esta práctica deberán disponerse dependiendo la **naturaleza** de los mismos. **Si tiene duda pregunte primero al maestro antes de disponer de los residuos.**

CÁLCULOS

- a) El Cambio de pH teórico con respecto al obtenido.
- b) Cuando se adicionó el HCl:

Calcular el cambio de pH en cada adición con respecto al pH de la solución original y después de cada adición. Y calcular la capacidad de amortiguamiento
- c) Cuando se adicionó el NaOH:

Calcular el cambio de pH con respecto al obtenido después de la adición y

RESULTADOS

Tabla 15 Determinación de pH

Disolución Amortiguadora	Solución adicionada	mL adicionados	pH	Δ pH	β
	Sin adición				
A	HCl M				
B	NaOH M				

CUESTIONARIO

1.- ¿Se puede adicionar cualquier cantidad de ácido fuerte o base fuerte a una disolución amortiguadora?

2.- ¿Cuándo se considera que una disolución amortiguadora tiene una máxima capacidad de amortiguamiento?

3.- Para preparar 250 mL de una disolución amortiguadora de acetatos pH=5 ¿Cuáles serían las sustancias a utilizar?

4.- Si parte de una concentración del componente ácido 0.05 M, realice los cálculos correspondientes para preparar la disolución, especificando gramos de cada componente y la densidad si es requerida.

Práctica 8

PRECIPITACIÓN FRACCIONADA DE IONES EN SOLUCIÓN ACUOSA

SEPARACION DE CATIONES EN GRUPOS ANALITICOS I, II, III, IV y V

COMPETENCIA

Seleccionar el agente precipitante, así como las condiciones adecuadas para separar cualitativamente los cationes presentes en una muestra, lo que le ayudará a comprender las diferentes reacciones involucradas en el proceso de precipitación.

INTRODUCCIÓN

Para lograr realizar la separación de cationes en cinco grupos analíticos, aplicando marchas analíticas, las cuales involucran diferentes métodos de separación como son: centrifugación, decantación, y reacciones químicas de precipitación, ácido/base y redox, en forma individual, lo que le ayudará a identificar los diferentes precipitantes, así como los grupos de cationes y aniones en que se divide el análisis químico cualitativo para posteriormente conocer la composición cualitativa de la muestra.

Se entiende por marcha analítica un conjunto de reglas prácticas que, fundándose en el conocimiento de las propiedades de los iones, de las leyes por las que se rigen las reacciones y las circunstancias en que se verifican, tiene por objeto separar de manera sistemática los diversos iones contenidos en una muestra problema para proceder a su definitivo reconocimiento. La marcha sistemática clásica utiliza el ácido sulfhídrico como agente de precipitación. La gran difusión de

esta marcha junto al hecho de haber sido practicada, estudiada y perfeccionada durante más de un siglo, hacen que se conozcan muy bien sus aspectos teóricos y prácticos, a pesar de la toxicidad y el desagradable olor del gas sulfhídrico. Se han buscado sustitutos del ácido sulfhídrico que eviten las molestias e inconvenientes de su empleo. Se han utilizado por ejemplo sulfuro sódico, tiosulfato sódico, ácido tioacético, tiocarbamato de amonio y particularmente la 41ioacetamida. Reactivos que por descomposición liberan iones sulfuro.

REACTIVOS Y DISOLUCIONES

Ácido clorhídrico 6M, 3M, 0.5M

Ácido nítrico 6M, 3M

Agua desionizada

Carbonato de amonio 2M

Cloruro de amonio 4M

Hidróxido de amonio 6M

Tioacetamida al 5% y 10%

EQUIPO Y MATERIAL DE LABORATORIO

Campana de extracción

Centrifuga

Pipetas transfer

Pinza para tubo de ensayo

Baño María

Gradilla con 12 tubos de ensayo 13X150

Tubo de ensayo con tapón de rosca

Piseta de 250 mL

Tripie con tela de asbesto

Mechero bunsen

Vaso de precipitados de 250 mL

PROCEDIMIENTO:

Separación en grupos de cationes.

1. Solubilización de muestra problema.

La muestra problema contiene una mezcla de metales en forma de sales, éstos deben ser solubles en agua o bien en ácido nítrico diluido (3 M). Si se observa formación de precipitado la muestra requiere exceso de ácido nítrico y calentamiento a la flama para favorecer las disoluciones de los precipitados.

2. Precipitación del grupo I (Pb^+ , Ag^+ , Hg^+).

Etiquetar un tubo de ensayo como #2, colocar 20 gotas de muestra original con una pipeta transfer, adicionar por las paredes del tubo gota a gota HCl 6M, observar la precipitación de sólidos, continuar la adición de HCl 6M hasta que ya no se forme más precipitado. A continuación, proceder a centrifugar y decantar la solución de líquido sobrenadante a un tubo etiquetado como #3. El precipitado formado puede contener iones del “grupo I”.

3. Precipitación del grupo II (Bi , Cu , Cd , As , Sb , Sn , Pb).

Al tubo etiquetado como #3, adicionar 5 gotas de agua desionizada, 5 gotas de HCl 0.5M, adicionar por las paredes gota a gota tioacetamida al 10%, hasta observar que ya no se forma más precipitado. A continuación, proceder a centrifugar y decantar la solución de

líquido sobrenadante a un tubo etiquetado como #4. El precipitado formado puede contener iones del “grupo II”.

4. Precipitación del grupo III (Fe , Al , Cr , Ni , Co , Mn , Zn).

Neutralizar el tubo etiquetado como #4, al tornasol (papel rosa vira a morado) mediante la adición gota a gota NH_4OH 6M, ya que el medio esta básico o alcalino, adicionar por las paredes gota a gota tioacetamida al 10%, hasta observar que ya no se forma precipitado. A continuación, proceder a centrifugar y decantar la solución de líquido sobrenadante a un tubo etiquetado como #5. El precipitado del tubo #4 formado puede contener iones del “grupo III”.

5. Precipitación del grupo IV (Sr^{+2} , Ba^{+2} , Ca^{+2}).

Al tubo etiquetado como #5, adicionar 5 gotas de NH_4OH 6M, 5 gotas de NH_4Cl 2M, 5 gotas de $(NH_4)_2CO_3$ 2 M, observar la formación de precipitado. A continuación, proceder a centrifugar y decantar la solución de líquido sobrenadante a un tubo etiquetado como #6. El precipitado formado puede contener iones del “grupo IV”.

6. Solución del grupo V (Na^+ , K^+ , Mg^{+2} , $(NH_4)^+$).

El tubo etiquetado como #6, posiblemente contiene iones de sodio, potasio, magnesio y amonio.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados en esta práctica deberán disponerse dependiendo la **naturaleza** de los mismos. **Si tiene duda pregunte primero al maestro antes de disponer de los residuos.**

RESULTADOS

- A) Completar la tabla de resultados donde indica positivo o negativo la obtención del grupo analítico.

Tabla 16 Resultados del análisis cualitativo de la muestra

Tipo de muestra		
Cantidad utilizada		
Grupo identificado	Positivo	Negativo
Grupo 1		
Grupo 2		
Grupo 3		
Grupo 4		
Grupo 5		

- B) Escribir las reacciones involucradas

CUESTIONARIO

- 1.- ¿Qué se entiende por análisis cualitativo?
- 2.- ¿Cuáles principios generales de química se ilustran mediante operaciones de análisis cualitativo?
- 3.- ¿Qué sustancias de las utilizadas son agentes oxidantes?
- 4.- ¿Cuáles son los colores característicos de los precipitados de los 5 grupos de cationes?
- 5.- ¿Que compuestos se tienen en cada uno de los grupos analíticos?

Práctica 9

ANÁLISIS DEL GRUPO III SUBGRUPOS NÍQUEL Y ALUMINIO

COMPETENCIA

Identificar cualitativamente los cationes del grupo III, empleando precipitantes selectivos en forma individual, lo que le ayudará a comprender las diferentes reacciones presentes y conocer la composición cualitativa de la muestra.

INTRODUCCIÓN

Los iones de los metales del grupo III forman sulfuros o hidróxidos insolubles, en una solución ligeramente alcalina con amoníaco a la cual se le agregan iones sulfuro. La adición de cloruro de amonio funciona como amortiguador evitando la excesiva formación de iones oxhidrilos provenientes del amoníaco, para evitar la posible precipitación de hidróxidos de elementos de grupos subsecuentes. El subgrupo del níquel contiene elementos cuyos hidróxidos no son anfóteros. El subgrupo de aluminio forma hidróxidos anfotéricos solubles en concentraciones altas de iones oxhidrilo. Los elementos anfotéricos son extraídos de los sulfuros los elementos no anfotéricos, mediante la formación de iones negativos solubles en soluciones fuertemente básicas.

DISOLUCIONES

Acetato de potasio 2 M
Ácido acético 6 M
Ácido clorhídrico 3 M

Ácido nítrico concentrado

Ácido sulfúrico 5 M

Aluminón al 0.1 %,

Clorato de potasio

Cloruro de mercurio 4 M

Dimetilglioxima al 1 %

Ferrocianuro de potasio 0.2 M

Fluoruro de sodio

Nitrito de potasio 6 M

Solución de lavado: 10 mL gotas de agua destilada, 1 mL de hidróxido de amonio

concentrado, 1 mL de cloruro de amonio 4 M y 0.5 mL de sulfuro de amonio

tiocianato de potasio 0.5 M

EQUIPO Y MATERIAL DE LABORATORIO

Campana de extracción

Centrifuga

Asa de nicromo

Baño María

Gradilla con 12 tubos de ensayo 13X150

Mechero bunsen

Pinza para tubo de ensayo

Piseta de 250 mL

Tripie con tela de asbesto

Tubo de ensayo con tapón de rosca

Vaso de precipitado de 250 mL

Pipetas transfer

Papel tornasol (Litmus)

PROCEDIMIENTO

1. Precipitación del grupo III.

Adicionar 10 gotas de cloruro de amonio 4 M a la muestra problema y calentar en baño María 5 minutos, al concluir el tiempo neutralizar gota a gota con hidróxido de amonio concentrado, observa el vire del papel tornasol (rosa a morado) y adicionar 2 gotas en exceso de hidróxido de amonio. A continuación, adicionar 5 gotas de sulfuro de amonio en la campana, centrifugar por 4 minutos, observar y adicionar por la pared del tubo gota a gota sulfuro de amonio hasta que ya no se produzca precipitado. Posteriormente separar el líquido sobrenadante, desecharlo a los residuos básicos.

Lavar el precipitado dos veces sucesivas con 10 gotas de solución de lavado. Los lavados se desechan a los residuos básicos, guardar el precipitado para el paso siguiente.

2. Disolución del precipitado del grupo III.

El precipitado del paso anterior, se disuelve con 20 gotas de ácido clorhídrico 6 M, posteriormente mezclar con agitador de vidrio 30 segundos. A continuación, adicionar 6 gotas de ácido nítrico concentrado, proceder a calentar en baño María 5 minutos, centrifugar, separar la fase líquida y etiquetar como paso 3. El precipitado de existir se desecha a los residuos básicos.

3. Separación del subgrupo del aluminio del subgrupo del cobre.

A la solución obtenida en el paso 2, adicionar 20 gotas de solución de hidróxido

de sodio 6 M y 5 gotas de peróxido de hidrógeno al 3%, mezclar con varilla y calentar en baño María por 5 minutos. Enfriar y adicionar 5 gotas más de peróxido de hidrógeno al 3%, continuar calentando en baño María por 5 minutos más. Centrifugar 5 minutos, separar la fase líquida a un tubo de ensayo etiquetado como paso 12. El precipitado se lava dos veces sucesivas con 10 gotas de agua destilada, el primer lavado se transfiere al tubo etiquetado como paso 12, el segundo lavado se desecha a los residuos básicos. Neutralizar la solución del tubo 12 con adición gota a gota de ácido nítrico concentrado, observa el vire al tornasol (morado a rosa). El precipitado ya lavado, está listo para el paso siguiente.

3. Disolución del subgrupo del níquel.

Al precipitado del paso anterior se le adicionan 10 gotas de ácido nítrico concentrado y mezclar con varilla en baño María hirviendo por un minuto, transcurrido el tiempo adicionar 3 gotas de peróxido de hidrógeno al 3 %, calentar nuevamente por 1 minuto. A continuación, evaporar hasta reducir el volumen de solución a un mínimo, evitando la sequedad. Enseguida se agregan 12 gotas de ácido nítrico concentrado, la solución está lista para el paso 5.

5. Separación de manganeso del subgrupo del níquel.

La solución obtenida en el paso 4, se calienta a ebullición y se agregan 150 mg de clorato de potasio en 8 porciones iguales, mezclar y calentar entre cada adición. Proceder a centrifugar por 5 minutos, separa el líquido sobrenadante a un tubo etiquetado como paso 7. El precipitado se lava 2 veces sucesiva con 5 gotas de agua caliente, se desechan los

lavados a los residuos ácidos. Si se forma un precipitado café oscuro es probable que sea óxido de manganeso. El precipitado se reserva para el paso 6.

6. Identificación de manganeso.

Adicionar al precipitado del paso anterior, 6 gotas de ácido nítrico 3 M, 1 gota de peróxido de hidrógeno al 3%, mezclar con varilla y calentar a ebullición el tubo. Adicionar una pizca de bismutato de sodio, mezclar con varilla, centrifugar. Si la solución se torna del color púrpura indica la presencia de manganeso.

7. Separación de hierro del cobalto/níquel.

Evaporar la solución del paso 5 hasta reducir su volumen a la mitad. A continuación, añadir agua destilada hasta duplicar su volumen, enfriar y mezclar con varilla. Neutralizar gota a gota con hidróxido de amonio concentrado, observa el vire de tornasol (rosa a morado) posteriormente adicionar un exceso de 8 gotas de hidróxido de amonio concentrado y proceder a centrifugar por 5 minutos. La fase líquida se coloca en un tubo etiquetado como paso 9. El precipitado de existir se lava con 10 gotas de agua destilada, se desecha el lavado a residuos básicos. El precipitado lavado está listo para el paso 8.

8. Identificación de hierro.

Al precipitado del paso anterior, adicionar 20 gotas de ácido clorhídrico 3 M y calentar en baño María por 5 minutos. Enfriar y adicionar 4 gotas de tiocianato de potasio 0.5 M. El desarrollo de una coloración rojo intensa indica la presencia de hierro. Un color rosado no es concluyente, en ocasiones impurezas de otros reactivos con trazas de hierro llegan a producir un color

rosado, por lo cual se considerará como negativo.

9. Preparación de la disolución para la identificación de cobalto y níquel.

Evaporar la solución etiquetada como paso 9, hasta reducir su volumen a la mitad, adicionar 5 gotas de acetato de potasio 2 M y 2 gotas de ácido acético 6 M, se prueba el vire de papel tornasol hasta que la solución está ácida (morado a rosa) y se agregan 3 gotas en exceso de ácido acético 6 M. La solución se divide 1/3 y se etiqueta para el paso 10 y 2/3 para el paso 11.

10. Identificación de níquel.

A un tercio de la solución obtenida en el paso anterior, adicionar 1 gota de hidróxido de amonio concentrado, 15 gotas de agua destilada, mezclar con agitador y adicionar 4 gotas de dimetilglioxima al 1%. Agitar y dejar en reposo por 15 minutos. La formación de un precipitado rojo indica la presencia de níquel.

11. Identificación de cobalto.

- a. A un tercio de la solución obtenida en el paso 9, adicionar gota a gota ácido sulfúrico 5 M, hasta neutralizar al vire el papel tornasol (morado a rosa), posteriormente agregar 100 mg de fluoruro de sodio, 10 gotas de alcohol amílico, 1 gramo de tiocianato de amonio sólido y mezclar vigorosamente en un tubo con tapón. La formación de una coloración azul-verde en la capa del solvente indica la presencia de cobalto.
- b. A un tercio de la solución obtenida en el paso 9, adicionar un volumen igual de nitrito de potasio 6 M, calentar a baño María por 5 minutos y dejar enfriar. La formación de un

precipitado amarillo indica la presencia de cobalto.

12. Separación del aluminio del cromo y el zinc.

A la solución etiquetada como paso 12, neutralizar gota a gota con hidróxido de amonio concentrado, emplear papel tornasol (vire rosa a morado), cuando el pH sea alcalino proceder a centrifugar por 5 minutos y separar el líquido sobrenadante a un tubo etiquetado como paso 14. El precipitado se lava 3 veces sucesivas con 5 gotas de agua caliente, descartando los lavados a los residuos básicos. El precipitado está listo para el paso siguiente.

13. Identificación de aluminio.

Al precipitado del paso anterior, adicionar 5 gotas de ácido nítrico 3 M, mezclar con varilla y centrifugar. El precipitado no disuelto se desecha a los residuos ácidos. A la fase líquida se le adicionan 2 gotas de aluminón al 0.1%, a continuación, neutralizar gota a gota con hidróxido de amonio 6 M, emplear papel tornasol (rosa a morado) posteriormente centrifugar. La formación de un precipitado rojo nebuloso indica la presencia de aluminio.

14. Separación de cromo y de zinc.

Neutralizar la solución etiquetada como paso 14, gota a gota con ácido acético 6M, emplear tornasol (morado a rosa), a continuación, adicionar 5 gotas de cloruro de bario 0.2 M, mezclar con varilla un minuto y centrifugar por 5 minutos. La fase líquida se coloca en un tubo etiquetado como paso 16. De existir precipitado se lava dos veces con 5 gotas de agua, los lavados se desechan a los residuos ácidos. El precipitado está listo para el paso 15.

15. Identificación de cromo.

Al precipitado del paso anterior, adicionar 3 gotas de ácido nítrico 3 M, mezclar con varilla 1 minuto en baño María y dejar enfriar el tubo. Posteriormente adicionar 12 gotas de agua destilada fría, 10 gotas de éter y agregar una gota de peróxido de hidrógeno al 3%, tapar el tubo, mezclar. Dejar reposar en posición vertical el tubo, si se observa el desarrollo de un color azul en la capa de éter confirma la presencia de cromo.

16. Identificación de zinc.

Neutralizar la solución obtenida en el paso 14, adicionando gota a gota ácido clorhídrico 6 M, emplear papel tornasol (morado a rosa), a continuación, adicionar 2 gotas de ferrocianuro de potasio 0.2 M, mezclar con varilla por 1 minuto. La formación de un precipitado blanco indica la presencia de zinc.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados en esta práctica deberán disponerse dependiendo la **naturaleza** de los mismos. **Si tiene duda pregunte primero al maestro antes de disponer de los residuos.**

RESULTADOS

- A) Completar la tabla de resultados donde indica catión identificado, positivo o negativo.
- B) Escribir las reacciones involucradas

Tabla 17 Resultados de análisis cualitativo de la muestra

Tipo de muestra		
Cantidad utilizada		
Grupo identificado	Positivo	Negativo

CUESTIONARIO

1.- ¿Por qué se agrega ion fluoruro en la prueba de cobalto con tiocianato?

2.- ¿Por qué los iones zinc, producen con amoníaco un precipitado blanco, que se disuelve al agregar más solución de amoníaco?

3.- ¿Por qué se agrega más ácido nítrico al efectuar la prueba final para el cromo?

4.- ¿Por qué se agrega cloruro de amonio al separar el aluminio del zinc?

5.- ¿Por qué el óxido de manganeso se disuelve en ácido nítrico cuando el peróxido de hidrógeno está presente, pero no en ácido nítrico solo?

Práctica 10

SEPARACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE CATIONES GRUPO IV DEL CALCIO

COMPETENCIA

Identificar cualitativamente los cationes de los grupos IV, empleando precipitantes selectivos en forma individual, lo que le ayudará a comprender las diferentes reacciones presentes y conocer la composición cualitativa de la muestra.

INTRODUCCIÓN

Los iones presentes de este grupo IV son estroncio, bario y calcio. El reactivo típico para precipitarlos como carbonatos es el carbonato de amonio, más una solución buffer de amoniaco/cloruro de amonio. Los iones amonio limitan la concentración de iones oxhidrilo. De esta manera la concentración de iones hidronio limita el producto de solubilidad del carbonato de magnesio, de esta manera el ion magnesio precipita en el grupo V y no en el grupo IV.

DISOLUCIONES

Ácido nítrico concentrado

Ácido clorhídrico concentrado

Hidróxido de amonio concentrado

Ácido clorhídrico 6M

Ácido acético 6M

Acetato de amonio 3M

Sulfato de amonio 0.2M

Cromato de potasio 0.5M

Carbonato de amonio 2M

Cloruro de amonio 4 M

Oxalato de amonio 3 M

EQUIPO Y MATERIAL DE LABORATORIO

Campana de extracción

Centrifugas

Asa de nicromo

Baño María

Gradilla con 12 tubos de ensayo 13X150

Mechero bunsen

Pinza para tubo de ensayo

Piseta de 250 mL

Tripie con tela de asbesto

Tubo de ensayo con tapón de rosca

Vaso de precipitados de 250 mL

Papel tornasol (Litmus)

PROCEDIMIENTO

Si la muestra por analizar contiene solamente iones del grupo IV y V, es posible omitir el paso 1.

1. La muestra problema se coloca en una cápsula o crisol y adicionar 15 gotas de ácido nítrico concentrado. Posteriormente colocar la cápsula en la campana y hervir moderadamente la solución a evaporación, hasta casi llegar a sequedad, los humos blancos son sales de amonio sublimándose. Dejar enfriar a temperatura ambiente, adicionar 3 gotas de HCl 6 M, y 10 gotas de agua destilada. Centrifugar y decantar la solución a un tubo limpio

etiquetado como paso 2. Desechar los sólidos no disueltos si están presentes.

NOTA: La solución puede contener bario, calcio, estroncio, magnesio, sodio y potasio.

2. Precipitación del grupo IV.

Adicionar agua destilada a la solución del paso anterior hasta tener un volumen final de 1 mL. Posteriormente adicionar 10 gotas de cloruro de amonio 4 M, alcalinizar al tornasol por adición gota a gota de hidróxido de amonio concentrado (rosa a morado) y adicionar 10 gotas de solución de carbonato de amonio 2 M. A continuación, agitar y calentar a 60 ° C a baño María. Después de 5 minutos centrifugar descartando la solución y la solución se decanta a un tubo de ensayo. Esta solución se etiqueta como paso 3. Posteriormente lavar dos veces el precipitado con agua destilada caliente, usando 10 gotas de agua cada vez. Los lavados se descartan y el precipitado está listo para el paso 3.

3. Solución del precipitado de los carbonatos del grupo IV.

Agregar 5 gotas de ácido acético 6 M al precipitado del paso 2, mezclar con varilla de vidrio. El precipitado deberá de disolverse, si este no se disuelve adicionar nuevamente ácido acético, 5 gotas de agua destilada y agitar nuevamente.

4. Separación de bario de estroncio/calcio

A la solución del paso anterior agregar 3 gotas de acetato de amonio 3 M y 4 gotas de cromato de potasio 0.5 M. Posteriormente mezclar con varilla y calentar a baño durante 1 minuto. Dejar enfriar, centrifugar y separar el precipitado si se forma. La solución se traspasa a un

tubo y se etiqueta como paso 4. Si en la muestra existe bario se formará un precipitado amarillo. El precipitado se utilizará para el paso 5.

5. Ensayo a la flama para identificación de bario

Al precipitado del paso anterior, adicionar 5 gotas de HCl concentrado, calentar suavemente hasta observar una coloración verde. Sumergir un alambre limpio de platino (asa de nicromo), exponer el alambre a la flama de un mechero, si en la flama aparece un color franco verde, la presencia de bario estará confirmada, un precipitado amarillo pudo haber sido cromato de estroncio, en tal caso la flama se observa de un color rojo. El verde de la flama de bario es más persistente que la flama roja de estroncio, en caso de existir ambos la flama verde de bario aparece después de la flama roja del estroncio.

6. Re precipitación de los carbonatos de estroncio y calcio.

La solución del paso 4 contiene los iones cromato, que deben ser eliminados para evitar interferencias en los pasos posteriores. Se adicionan 10 gotas de solución de carbonato de amonio 2 M, si no se producen precipitados se omiten los pasos 7, 8 y 9.

7. Si existe precipitado, centrifugar y descartar el líquido sobrenadante, después lavar el precipitado 2 veces con 10 gotas de agua destilada caliente, descartando los lavados calientes. El precipitado que queda está listo para el paso siguiente.

8. Separación del estroncio y el calcio.

Esta separación se basa en la ligera solubilidad del nitrato de estroncio, en comparación con la gran solubilidad del nitrato de calcio. Al precipitado obtenido anteriormente, adicionar gota a gota hasta no más de 30 gotas de ácido nítrico concentrado. Posteriormente enfriar el tubo en hielo durante 5 minutos. Centrifugar, y la solución se decantar a un vaso pequeño, esta solución está lista para el paso 9. El precipitado de existir está listo para el paso 8. Si no hay precipitado el estroncio está ausente.

9. Ensayo de estroncio.

Adicionar al precipitado del paso 7, 10 gotas de agua destilada, calentar a la flama hasta que la solución casi hierve, sumergir el alambre de platino limpio (asa de nicromo) exponer el alambre a la flama del mechero, una flama rojo uniforme que se desvanece rápidamente indica la presencia de estroncio. Un ensayo adicional consiste en agregar 1 gota de sulfato de amonio 0.2 M a la solución, la formación de un precipitado blanco es sulfato de estroncio.

10. Ensayo de calcio.

Este ensayo se basa esta prueba en el hecho de que el oxalato de calcio es insoluble, en medio amoniacal alcalino. Neutralizar gota a gota con precaución la solución del paso 7, adicionando hidróxido de amonio concentrado, evitar salpicaduras, emplear papel tornasol y varilla de vidrio. Cuando se haya logrado neutralizar, adicionar 15 gotas de oxalato de amonio 3 M, mezclar con agitador por 1 minuto, observar la formación de un precipitado blanco cristalino, el precipitado

es oxalato de calcio. Disolver el precipitado por adición de HCl concentrado, realizar la prueba a la flama, un color rojo-ladrillo o rojo-naranja indica una confirmación del ensayo.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados en esta práctica deberán disponerse dependiendo la **naturaleza** de los mismos. **Si tiene duda pregunte primero al maestro antes de disponer de los residuos.**

RESULTADOS

- A) Completar la tabla de resultados donde se indique el catión identificado, positivo o negativo.

Tabla 18 Resultados de análisis cualitativo de la muestra

Tipo de muestra		
Cantidad utilizada		
Grupo identificado	Positivo	Negativo

- B) Escribir las reacciones involucradas

CUESTIONARIO

1.- ¿Por qué se agregan iones amonio, en forma de sales de amonio a la solución antes de precipitar los carbonatos del grupo IV, en la separación de los grupos IV y V?

2.- ¿Para los siguientes grupos de iones, cada grupo contenido como cloruro en una sola solución, describir los pasos necesarios para separar cada ion y efectuar la identificación del mismo:

- a) Pb^{+2} , Sn^{+2} , Sr^{+2}
- b) As^{+3} , Ba^{+2}
- c) Cu^{+2} , Al^{+3} , Ca^{+2}
- d) Hg^{+2} , Zn^{+2} , Mn^{+2} , Ba^{+2}

Práctica 11

IDENTIFICACIÓN DE ANIONES

COMPETENCIA

Identificar cualitativamente los aniones del grupo I, II y III empleando precipitantes selectivos en forma individual, lo que le ayudará a comprender las diferentes reacciones presentes y conocer la composición cualitativa de la muestra.

INTRODUCCIÓN

Los métodos de separación de aniones por grupos no dan resultados satisfactorios, como es en el caso de cationes por grupos. Si la muestra es sólida se analizan directamente los siguientes aniones: fluoruros, sulfuros, sulfitos, carbonatos, acetatos, silicatos y boratos. Son todos estos aniones de ácidos débiles y se emplean reacciones de desplazamiento con ácidos fuertes. Cuando se tienen aniones como halogenuros, sulfatos, nitratos y se encuentran en forma de sales alcalinas se les disuelve en agua o en medio ligeramente ácido. Sin embargo, la mayor parte de los aniones cuando se identifican debe prepararse una solución acuosa alcalina.

REACTIVOS Y DISOLUCIONES

Molibdato de amonio 0.5 M

Ácido nítrico 3 M

Ácido sulfúrico 5 M

Ácido clorhídrico 3 M, 6 M

Solución saturada de Na_2CO_3

Solución saturada fría de FeSO_4 ,

Solución saturada de urea

Solución saturada de CaCl_2

Solución saturada de $\text{Ba}(\text{OH})_2$

Solución de KMnO_4 0.01 M

Solución de AgNO_3 0.1 M

Solución de nitrito de sodio 0.1M

EQUIPO Y MATERIAL DE LABORATORIO

Campana de extracción

Centrifugas

Agitador de vidrio

Baño María

Cápsula de porcelana

Espátula

Gradilla con 12 tubos de ensayo 13X150

Mechero bunsen

Pinza para tubo de ensayo

Piseta de 250 mL

Termómetro

Tira de papel de acetato de plomo, papel indicador de pH de rango 0-7, 7-14.

Tripie con tela de asbesto

Tubo de ensayo con tapón de rosca

Tubo de vidrio 20 cm.

Tapones monohorados para tubo

Vasos de precipitado de 50 mL,

PROCEDIMIENTO

PREPARACION DE LA SOLUCIÓN DE ANIONES.

- Pesar en un rango de 100 - 200 mg de muestra sólida previamente homogenizada en un mortero
- traspasar la muestra a una cápsula de porcelana y adicionar 10 mL de solución saturada de carbonato de sodio
- Calentar a ebullición por 5 minutos.
- Dejar enfriar y dejar reposar
- Filtrar y/o centrifugar, para obtener una solución de aniones alcalina.
- Dividir la solución alcalina en cuatro porciones: a una cuarta parte acidular con HCl diluido, otra con HNO₃ diluido, otra con H₂SO₄ diluido y la cuarta se guarda para reserva o para ensayos que no requieren acidularse.

1.- Identificación de cloruros, bromuros, yoduros.

A 5 gotas de muestra de aniones acidulada con HNO₃, agregar 2 gotas de AgNO₃ 0.1 M, se obtendrá un precipitado, el cual se solubiliza con NH₄OH, y se reprecipita con HNO₃, formando un sólido blanco de AgCl, un sólido amarillo claro de AgBr, un sólido amarillo AgI.

2.- Identificación de yoduros y bromuros.

A 5 gotas de muestra de aniones acidulada con H₂SO₄, agregar 2 gotas de nitrito de sodio, 5 gotas de cloroformo, si se observa un color violeta en el cloroformo indica la presencia de yoduro. Adicionar 5 gotas de agua de cloro, y mezclar, el color violeta desaparece, el cloroformo toma un color

amarillo marrón indica la presencia de bromuro.

3.- Identificación de sulfatos.

A 5 gotas de muestra de aniones acidulada con HCl, agregar 2 gotas de BaCl₂, si se forma un precipitado blanco indica sulfatos.

4.- Identificación de sulfuros.

50 mg de muestra sólida, un papel impregnado de acetato de plomo en la boca del tubo de ensayo con tapón, una pizca de zinc granular, un tapón, 20 gotas HCl 6 M, si se ennegrece el papel esto indica la presencia de sulfuro.

5.- Identificación de fosfatos.

A 5 gotas de muestra aniones acidulada con HNO₃, agregar 10 gotas de molibdato de amonio, calentar a baño María a 60 °C, una coloración o un precipitado amarillo indica la presencia de molibdofosfato amónico.

6.- Identificación de nitritos.

A 5 gotas de muestra acidulada con H₂SO₄, 2 gotas de solución saturada fría de FeSO₄, de forma un anillo en la superficie amarillo marrón indica nitritos.

7.- Identificación de nitratos.

En un vidrio de reloj, colocar un cristal de FeSO₄, 1 gota de muestra acidulada con H₂SO₄, 1 gota de H₂SO₄ concentrado, un anillo marrón alrededor del cristal de FeSO₄ indica nitratos.

8.- Identificación de nitratos en presencia de nitritos.

5 gotas de solución alcalina de aniones, 5 gotas de solución saturada de urea, acidular gota a gota con H₂SO₄ diluido hasta que no

se produce más burbujeo. Evaporar a un mínimo y se realiza el ensayo indicado en el paso 7.

9.- Identificación de acetatos.

- A) 50 mg de muestra sólida, 50 mg de KHSO_4 , se humedece con unas gotas de agua, se desprende un olor característico a ácido acético (vinagre).
- B) 15 gotas de solución alcalina de aniones, se evapora al mínimo, se adiciona una pizca de As_2O_3 , se calienta en baño María 5 minutos, se desprende un olor a ajos generando un gas venenoso de $(\text{CH}_3)_2\text{AsOAs}(\text{CH}_3)_2$

10.- Identificación de oxalatos

A 5 gotas de muestra acidulada con HCl, adicionar gota a gota solución de acetato de sodio 5 M hasta un pH de 5, adicionar 5 gotas de solución saturada de CaCl_2 , y calentar a baño maría, se obtiene un precipitado blanco. Lavar 2 veces sucesivas con 10 gotas de agua, y descartar los lavados. Al precipitado lavado se le adicionan 10 gotas de H_2SO_4 diluido, calentar a baño maría a 70°C , y añadir gota a gota KMnO_4 0.01 M, la decoloración del permanganato confirma la presencia de oxalatos.

11.- Identificación de carbonatos.

Se preparan 2 tubos de ensayo con tapón de hule monohorados, unirlos con un tubo de vidrio en forma de bastoncillo. El extremo largo del tubo se sumerge en 30 gotas de solución de $\text{Ba}(\text{OH})_2$. El otro tubo contiene 50 mg de muestra sólida, se adicionan 5 gotas de peróxido de hidrógeno al 3 %, 20 gotas de HCl diluido, tapar rápido con el tapón preparado con el extremo corto del tubo, calentar moderadamente a baño

María, se produce burbujeo, se enturbia la solución $\text{Ba}(\text{OH})_2$ lo que indica la presencia de carbonatos formándose el producto de BaCO_3 .

12.- Identificación de boratos.

Colocar en una cápsula de porcelana 5 gotas de muestra acidulada con H_2SO_4 , 5 gotas de etanol, y prenderle fuego con un cerillo, una flama verde indica la presencia de boratos.

RESULTADOS

- A) Completar la tabla de resultados donde indica catión identificado, positivo o negativo.

Tabla 19 Resultados de análisis cualitativo de la muestra

Tipo de muestra		
Cantidad utilizada		
Catión identificado	Positivo	Negativo

- B) Escribir las reacciones involucradas

CUESTIONARIO

1. Una solución contiene los iones Cl^- , $(\text{PO}_4)^{3-}$, S^{2-} , $(\text{CN})^-$, todos en concentración 0.05 M.
2. ¿Qué concentración de iones plata se requieren para saturar la sal de plata de cada ion?
3. ¿Cuál es el orden de precipitación de los iones, si los iones plata son adicionados muy lentamente a la solución hasta que todos hayan precipitado?

Práctica 12 y 13

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD EN UNA MUESTRA

COMPETENCIA

Determinar el porcentaje de humedad en una muestra problema utilizando métodos indirectos, lo cual ayudará a aplicar sus conocimientos de gravimetría.

INTRODUCCIÓN

El agua está presente en muchas muestras, y su determinación suele ser parte importante del análisis de estas. El agua en la muestra se puede clasificar como esencial o no esencial.

Siendo la más sencilla de eliminar el agua adsorbida, ya que se encuentra solo en la superficie, exponiendo la muestra a 100 o

110 ° C; después de esta seguiría la intersticial exponiéndola a 150 ° C, dependiendo del tamaño del poro, entre más pequeña sea este es más difícil eliminar el agua que se encuentre. Después de esta, sigue la ocluida, ya que se necesitaría recrystalizar la muestra para poder evitar esta agua o eliminarla.

MATERIAL Y EQUIPO DE LABORATORIO

Balanza Analítica

Desecador

Caja Petri

Estufa

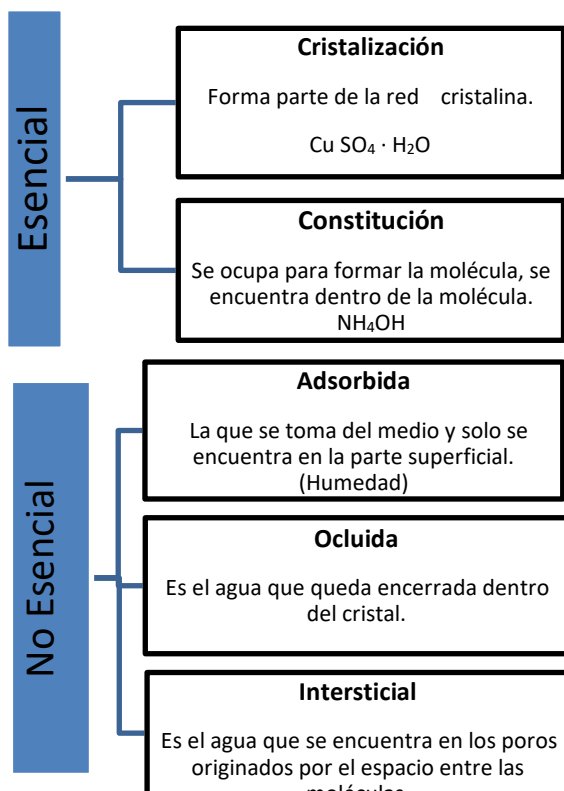
Espátula

Pesafiltro

Pinza para crisol

PROCEDIMIENTO

1. Lavar el pesafiltro con agua y jabón, enjuagar con agua destilada y secar.
2. Marcar con lápiz el pesafiltro y su tapa, en las áreas esmeriladas, de modo que se pueda distinguir de los demás.
3. Tapar el pesafiltro y pesar con exactitud de 0.1 mg y registrar peso inicial.
4. Colocar sobre la caja Petri el pesafiltro con su tapa a un lado (Nota 1). Y secar en la estufa a 120 °C durante 1 hora.



5. Retirar de la estufa e introducir destapado en un desecador para enfriarlo, durante 20 minutos.
6. Tapar el pesafiltro y pesar nuevamente con exactitud de 0.1 mg. Registrar el W1.
7. Repetir pasos del 3 al 6 hasta obtener peso constante.
8. Una vez obtenido el peso constante introducir aproximadamente 1 g de muestra en el pesafiltro, colocar la tapa y pesar inmediatamente con exactitud de 0.1 mg y registrar el peso.
9. Repetir pasos del 3 al 6 hasta obtener peso constante de pesafiltro con muestra. (Nota 2)
10. Calcular el porcentaje de humedad en la muestra.

Nota 1.- No deben pegarse papeles a los pesafiltros, ya que el papel y el pegamento pueden variar el peso durante las pesadas. Algunos instructores prefieren que se coloque el pesafiltro y la tapa en un vaso con marcas de identificación.

Nota 2.- Dos horas de secado a 120 °C generalmente no son suficientes. Sin embargo, deben tomarse en cuenta que cuando una estufa se abre y se cierra constantemente, como sucede con frecuencia cuando usan varios estudiantes, la temperatura suele ser bastante más baja que la deseada.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados en esta práctica deberán disponerse dependiendo la **naturaleza** de los mismos. **Si tiene duda pregunte primero al maestro antes de disponer de los residuos.**

RESULTADOS

Registre los resultados obtenidos en la tabla de datos

Tabla 20 Registro de peso contante del pesafiltro y la muestra

Pesafiltro vacío	W (gramos)	Pesafiltro con muestra	W (gramos)
W inicial del pesafiltro		W inicial del pesafiltro + muestra	
W1		W1	
W2		W2	
W3		W3	
W4		W4	
W5		W5	
Peso constante		Peso constante	
Tipo de muestra:		Wmh	
		Wms	

CÁLCULOS

Utilice los datos obtenidos para realizar los cálculos de % de humedad en la muestra

La fórmula para la determinación del porcentaje de la humedad en una muestra sólida o semisólida es la siguiente:

$$\%humedad = \frac{W_{mh} - W_{ms}}{W_{mh}} * 100$$

Dónde:

W_{mh} = Peso de la muestra húmeda

W_{ms} = Peso de la muestra seca

CUESTIONARIO.

1. Mencione 5 sustancias que pueden determinarse por volatilización.
2. ¿Por qué es necesario que una sustancia, inmediatamente después de secarse, se coloque en un recipiente cerrado?
3. ¿La determinación en este experimento se considera indirecta?
4. Explique qué quieren decir los términos directo e indirecto.
5. Explique qué significa que una sustancia sea higroscópica.
6. Investigue dos métodos diferentes para determinar humedad y descríbalos.

Práctica 14

DETERMINACIÓN DE PERDIDA POR CALCINACIÓN

COMPETENCIA

Determinar el porcentaje de cenizas y pérdida por calcinación en una muestra problema utilizando el método indirecto (calcinación seca) aplicando sus conocimientos de gravimetría.

INTRODUCCIÓN

Calcinación: Es la destrucción por oxidación de la materia orgánica antes de hacer la determinación de un analito inorgánico en una muestra orgánica. A menudo se utiliza para eliminar los efectos de matriz que tienen las muestras de alimentos y materiales biológicos.

En la **calcinación en seco**: la materia orgánica se quema en un horno elevando gradualmente la temperatura hasta 500 – 600 °C, la carbonización inicial se hace lentamente para que el material no sea arrastrado por ebullición o por las flamas cuando se usa fuego directo.

Durante la **calcinación húmeda**: la materia orgánica se destruye en solución mediante ácidos oxidantes calientes, como el H_2SO_4 , HNO_3 y HClO_4 , y el residuo inorgánico puede quedar en la solución. Con ciertos elementos, por ejemplo, As y Hg, existe el peligro de una pérdida debido a la volatilización, en particular durante la calcinación en seco, y algunas veces es difícil disolver ciertos residuos calcinados en seco.

Calcinación de los precipitados: En cualquier procedimiento gravimétrico en donde se utilice la precipitación, al final se

debe cambiar la sustancia separada a una forma adecuada para su pesada. Para que los resultados del análisis sean exactos, la sustancia que se pesa debe ser pura, estable y de composición definida. Aun cuando se haya minimizado la coprecipitación, todavía existe el problema de la eliminación del agua y cualquier electrolito que se haya adicionado al agua de lavado. Algunos precipitados se pesan cuando se encuentran en la misma forma química en la cual precipitaron. Otros sufren cambios químicos durante la calcinación y estas reacciones se deben completar para obtener resultados correctos. El procedimiento que se utiliza en este paso final depende de las propiedades químicas del precipitado y de la tenacidad con la que el agua sea retenida en el sólido. Algunos precipitados se pueden secar lo suficiente para la determinación analítica sin hacer uso de una temperatura elevada.

MATERIAL Y EQUIPO DE LABORATORIO

Desecador
Anillo de acero
Balanza analítica
Crisol de porcelana con tapa
Mechero mecker
Pinzas para crisol
Soporte universal
Triángulo de porcelana
Caja Petri

PROCEDIMIENTO

1. Instalar el sistema como se muestra en la figura 2
2. Regular el mechero obteniendo una flama óptima para la calcinación de tal manera que no produzca hollín, ya que esto puede ocasionar el aumento de peso en el crisol.
3. Poner el crisol sobre el triángulo de porcelana con su tapa (Fig. 2) y calentar lentamente por un corto tiempo y dejar a flama constante.
4. Observar el crisol hasta que la parte inferior del mismo (el asiento) se torne de color rojo. A partir de la aparición de este color, seguir calentando de 15 a 20 minutos más.
5. Dejar enfriar por 5 minutos ahí mismo.
6. Transcurridos los 5 minutos introducir el crisol al desecador por medio de unas pinzas para crisol, lo más rápido que se pueda para evitar que adsorba humedad y dejar ahí aproximadamente 15 minutos.
7. Transcurridos los 15 minutos se procede a pesar en la balanza analítica. Registrar el peso y volver a calentar siguiendo nuevamente los pasos 3-7, hasta que el peso permanezca constante.
8. Colocar dentro del crisol de 1 – 2 g de la muestra, rápidamente para evitar la adsorción de humedad. Pesar y repetir los pasos del 3 al 7, hasta obtener peso constante.
9. Calcular la pérdida obtenida y el porcentaje de cenizas que quedaron en el crisol.



Figura 16 Forma de colocar el crisol dentro del desecador.

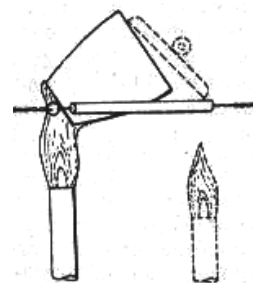


Figura 17 Acomodo del crisol, tapadera y mechero para realizar una calcinación o un secado

Nota 1.- Si se introduce al desecador a altas temperaturas, podría causar vacío en el mismo, produciendo el rompimiento de este o que se cierre herméticamente y se tenga dificultad para abrirlo

TABLA DE DATOS.

Tabla 21 Peso constante del crisol

Pesos del crisol vacío con tapa (gramos)			
1		5	
2		6	
3		7	
4		Wc	

Wc: peso constante del crisol

Tabla 22 Peso constante del crisol con la muestra

Pesos del crisol + muestra (gramos)			
Wcm		4	
1		5	
2		6	
3		Wcmc	

Peso de la muestra (Wm): _____ g

Dónde:

Wcm: peso constante crisol con muestra

Wcmc: peso del crisol + muestra, a peso constante

Wm: peso de la muestra

Wm: Wcm - Wc

CÁLCULOS y RESULTADOS

Desarrollar los cálculos requeridos en la práctica para la obtención del % de pérdida por calcinación

$$\% \text{Pérdida por calcinación: } \left[\frac{(W_{cm} - W_{cmc})}{W_m} \right] * 100$$

CUESTIONARIO

1. ¿Qué sustancias se pierden durante el calentamiento a temperatura de 1000 a 1200 °C?
2. ¿Por qué es esencial aumentar la temperatura gradualmente?
3. ¿El agua presente en la muestra contribuye a las pérdidas por calcinación? Justifique su respuesta.
4. Mencione algunas sustancias para las cuales la pérdida por calcinación sea 100 %.
5. Mencione algunos ejemplos en los que la pérdida por calcinación sea negativa, esto es, que se verifique un aumento neto de peso. Explique este fenómeno.

PRÁCTICA 15

DETERMINACIÓN DE HIERRO O ALUMINIO

COMPETENCIA

Cuantificar el contenido de hierro o aluminio en una muestra por precipitación en medio básico, verificando las reacciones que se llevan a cabo, para determinar la composición de la muestra.

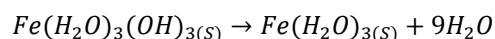
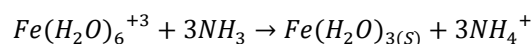
INTRODUCCION

La gravimetría es una de las pocas técnicas absolutas de análisis que existe, por lo que es extremadamente importante. Se basa en provocar la separación de un componente mediante una precipitación. Esta operación de precipitación requiere el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- *La precipitación debe ser cuantitativa.*
- *Sólo debe precipitar el componente deseado, para lo cual el agente precipitante debe ser selectivo (ideal).*
- *El producto final debe tener una fórmula estequiométricamente definida, de no ser así buscar un tratamiento posterior para obtenerlo.*

Para el caso de hierro o aluminio se trata de precipitar en forma de hidróxido, utilizando amoníaco diluido (hidróxido de amonio) 1:1 como agente precipitante. Este precipitado es de tipo coloidal sin composición definida, por lo cual resulta ser difícil de filtrar, se recomienda utilizar electrolitos que permitan facilitar el manejo del precipitado, que favorezcan la filtración para posteriormente calcinarlo.

Las reacciones implicadas son:



La concentración de hierro en la muestra se determina a partir de la masa de Fe_3O_4 o Al_2O_3 originada y de la relación estequiométrica entre Fe y Fe_3O_4 o del Al y Al_2O_3

REACTIVOS Y DISOLUCIONES

Ácido nítrico concentrado

Ácido nítrico 1:1

Hidróxido de amonio concentrado

Nitrato de Amonio al 1%

Nitrato de plata 0.01 M

Rojo de metilo 0.05 %

MATERIAL Y EQUIPO DE LABORATORIO

*De ser líquida la muestra

Anillo de fierro

Crisol con tapa

Embudo de vidrio tallo corto

Matraz volumétrico de 100 mL*

Mechero mecker.

Papel aluminio

Papel filtro cero cenizas poro fino.

Pinzas para crisol.

Pipeta graduada de 5 mL

Pipeta transfer

Pipeta volumétrica de 10 mL*.

Soporte universal.

Tela de asbesto.

Triangulo de porcelana

Vaso de precipitado de 100 y 600 mL.

Vidrio de reloj grande.

PROCEDIMIENTO

1. Pesar aproximadamente 1 g de muestra (Nota 1)
2. Disolver la muestra (sólida) perfectamente en el vaso de precipitados de 600 mL con la adición de 5 mL de ácido nítrico concentrado, caliente ligeramente de ser necesario (consulte previamente al maestro) diluya hasta aproximadamente 100 mL con agua destilada.
3. Si la muestra es líquida, tomar una alícuota de 10 mL, adicione 100 mL de agua y unas gotas solución indicadora de rojo de metilo. Si la solución se torna de un color amarillo adicione unas gotas de ácido nítrico 1:1 hasta un vire color rojizo.
4. Adicionar 2 g de nitrato de amonio y calentar a ebullición por unos minutos.
5. Retirar del fuego y adicionar lentamente hidróxido de amonio concentrado por las paredes hasta que se perciba en la solución el olor característico de este, atrayendo los vapores con su mano hacia su nariz.
6. Volver a calentar por un periodo de 10 minutos, sin que la solución ebulle.
7. Calentar el crisol de porcelana hasta obtener peso constante.
8. Dejar que el precipitado sedimentar y pruebe con el líquido sobrenadante que la precipitación fue completa adicionando unas gotas de hidróxido de amonio concentrado por la pared del vaso. De no formarse precipitado en el líquido sobrenadante implica que la precipitación fue completa, de no ser así adicionar lentamente más hidróxido de amonio hasta que no se observe la formación de precipitado.
9. Después de que la precipitación fue completada cubrir el vaso con el vidrio de reloj y dejar que el precipitado se digiera durante 30 minutos, manteniendo la solución caliente a flama baja sin ebullición.
10. Dejar sedimentar el precipitado de preferencia a 45 °C con el bisel hacia abajo. Decantar el líquido sobrenadante sobre papel filtro cero cenizas, evitando al máximo que el precipitado se transfiera al papel termine de filtrar (Nota 2).
11. Lavar el precipitado, que está en el vaso por decantación con 5 mL de la disolución de NH_4NO_3 caliente, a la que se añaden unas gotas de amoníaco, decantando de nuevo el líquido a través del papel gravimétrico (repetir esta operación 5 o 6 veces).
12. Lavar el precipitado con disolución de NH_4NO_3 caliente transfiriendo el precipitado al papel filtro enjuagando el vaso para lograr la transferencia completa del precipitado. Continúe el lavado hasta que una porción del lavado de negativa la prueba con el nitrato de

plata (comprobar que el líquido filtrado esté libre de cloruros) (Nota 3).

13. Escurrir la mayor cantidad posible del líquido posible.
14. Doblar el papel filtro cubriendo el precipitado y transferir al crisol previamente tarado.
15. Secar lentamente el precipitado a flama baja, después incrementar la temperatura; carbonice el papel con cuidado evitando que se incendien los vapores, por lo cual será necesario tapar el crisol durante esta etapa, y por último quémelo por completo.
16. Calcinar por 20 minutos manteniendo el crisol inclinado y destapado.
17. Enfriar en desecador y pesar el crisol con muestra

18. Volver a calcinar durante 20 minutos y repetir el procedimiento hasta alcanzar peso constante.

19. Reportar resultados como mg de fierro en la muestra y como porcentaje de fierro.

Nota 1.- La muestra debe secarse de ser necesario si es sólida.

En caso de que la muestra sea líquida, se recibirá en el matraz volumétrico y se aforará hasta la marca. Se tomará una alícuota de 10 mL para continuar con el procedimiento.

Nota 2.- Si el filtrado obtenido es turbio se requiere volver a filtrar.

Nota 3.- Tomar 2 o 3 gotas del filtrado en un vidrio de reloj y adicionar una gota de solución de nitrato de plata 0.01 M, de presentarse turbidez la prueba es positiva, y deberán continuarse los lavados.



Figura 18 Procedimiento para el doblado correcto del papel filtro. Elaboración propia.

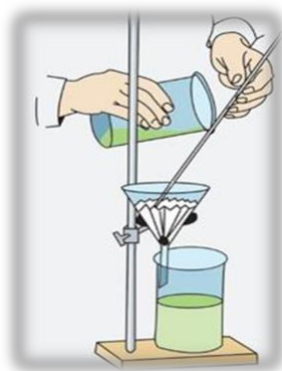


Figura 19 Uso correcto del Sistema de filtrado por gravedad [10]

CÁLCULOS Y RESULTADOS

Tabla 23 Registro de peso constante del Crisol

pesada	gramos	pesada	gramos
1		5	
2		6	
3		7	
4		Wc	

Tabla 24 Registro de peso constante del Crisol

pesada	gramos	pesada	gramos
1		5	
2		6	
3		7	
4		Wcmc	

Para obtener el peso del óxido férrico

$$g_{Fe_3O_4} = W_{cmc} - W_c$$

Posteriormente

$$g \text{ de Fe} = g_{Fe_3O_4} \times \frac{3 \times PA_{Fe}}{PM_{Fe_3O_4}} \times \text{factor de dilución}^{**}$$

****** solo si la muestra es diluida para ser analizada

Y por último

$$\% Fe = \frac{g \text{ de Fe}}{g \text{ o mL de muestra}} \times 100$$

CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es la importancia de utilizar el indicador de rojo fenol? Justifique su respuesta.
2. ¿Es posible obtener una mezcla de óxido ferroso y óxido férrico mediante este procedimiento? Fundamente su respuesta.
3. ¿De qué otra manera se puede favorecer la coagulación?
4. Calcule la pérdida por lavado si se obtiene 1 g de producto y se lava con 200 mL de agua.
5. ¿Qué pasaría si la solución se alcalinizara fuertemente?
6. ¿Cuál es la finalidad de adicionar ácido clorhídrico a la muestra al inicio?
7. ¿Por qué se requiere realizar la calcinación con el crisol semi-destapado?
8. Complemente las hojas de seguridad para los reactivos utilizados en la práctica, el formato se encuentra como anexo 1.

Práctica 16

DETERMINACIÓN DE NÍQUEL EN UNA SOLUCIÓN DE ELECTROPLATINADO

COMPETENCIA

El alumno cuantificará la cantidad de níquel presente en soluciones de platinado (níquelado) utilizando un método gravimétrico

Entre los más utilizados se encuentra la 8-hidroxiquinolina, la dimetilgloxima y el tetrafenilborato de sodio.

INTRODUCCION

Los métodos gravimétricos son utilizados ampliamente para la mayoría de los elementos de la tabla periódica. La precipitación se puede llevar a cabo utilizando agentes precipitantes inorgánicos u orgánicos. Los agentes precipitantes orgánicos (precipitantes orgánicos) son más selectivos, forman quelatos al combinarse con los cationes. Las ventajas que ofrecen los precipitantes orgánicos son las siguientes:

- ✓ muchos de los quelatos que se forman son insolubles al agua.
- ✓ el agente precipitante muchas veces presenta peso molecular elevado, así pequeñas cantidades del metal produce un precipitado de gran peso.
- ✓ Algunos son muy selectivos y solo reaccionan con un número limitado de cationes, y se puede aumentar la selectividad controlando el pH al momento de la precipitación.
- ✓ Los quelatos metálicos comúnmente presentan una coloración intensa.
- ✓ No son higroscópicos.

REACTIVOS Y DISOLUCIONES

Ácido clorhídrico concentrado

Ácido nítrico

Ácido tartárico al 20% p/v

Cloruro de amonio

Hidróxido de amonio concentrado

Solución alcohólica de dimetilgloxima al 1% m/v en etanol

MATERIAL Y EQUIPO DE LABORATORIO

Embudo de vidrio talle corto

Papel filtro

Pipeta volumétrica de 5mL

Probeta de 50 mL

Termómetro

Vaso de precipitados de 100 mL

Vaso de precipitado de 600 mL

Vidrio de reloj

PROCEDIMIENTO

1. Tomar una alícuota de 5 mL de la muestra que contiene níquel.

- Diluir la solución hasta aproximadamente 200 mL y calentar.
- Cuando esté casi a ebullición adicionar 25 mL de una solución de ácido tartárico al 20% (**Nota 1**).
- Neutralizar la solución con hidróxido de amonio concentrado hasta que persista el olor a amoníaco en los vapores. Luego agregar 1 mL de amoníaco en exceso.
- Si se observa la presencia de residuos sólidos en la solución descartar por medio de filtración a través de un papel filtro y lavar con una solución que contenga una pequeña cantidad de cloruro de amonio (1%), recolectar los lavados en la solución filtrada.
- Acidificar un poco la solución con ácido clorhídrico y calentar hasta 70°C.
- Adicionar 20 mL de la solución de dimetilgloxima al 1% en alcohol (Nota 2).
- Alcalinizar la solución con amoníaco y luego agregar 1 mL de exceso.
- Digerir el precipitado durante 30 min a 60 °C y luego enfriar la solución a temperatura ambiente.
- Filtrar la solución y lavar el precipitado con agua fría.
- Secar el precipitado, calentando en la estufa entre 110 y 120 °C hasta obtener peso constante.
- Calcular % p/v de níquel en la muestra.

Nota 1.- Si la solución de ácido tartárico al 20% no es clara, filtrar antes de usarla.

Nota 2.- Se deben utilizar 10 mL de solución de dimetilgloxima al 1 % por cada 1 % de níquel presente en la muestra, no excederse ya que puede precipitar la dimetilgloxima.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados en esta práctica deberán disponerse dependiendo la **naturaleza** de los mismos. **Si tiene duda pregunte primero al maestro antes de disponer de los residuos.**

CÁLCULOS Y RESULTADOS

Tabla 25 Registro de peso constante

Volumen de muestra (V_M)	mL
Peso constante del papel filtro	g
Peso constante del papel filtro más el residuo	g
Peso constante del residuo (W_R)	g

$$g\ Ni = W_R \cdot \left(\frac{PA\ Ni}{PM\ Complejo} \right)$$

$$\% Ni = \left(\frac{g\ Ni}{V_M(mL)} \right) * 100$$

CUESTIONARIO

- ¿De qué manera trataría la muestra si esta fuera sólida?
- ¿Cuál es el objetivo de utilizar ácido tartárico en el procedimiento?
- ¿Qué es un quelato?
- ¿Cuál es la estructura de la dimetilgloxima de níquel?
- ¿Recomendaría utilizar un indicador ácido-base para controlar el pH de la solución? ¿Cuál utilizaría?

PRÁCTICAS ALTERNATIVAS

Práctica I

SEPARACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE CATIONES GRUPO I DE LA PLATA

COMPETENCIA

Identificar cualitativamente los cationes de los grupos I, empleando precipitantes selectivos en forma individual, lo que le ayudará a comprender las diferentes reacciones presentes y conocer la composición cualitativa de la muestra.

INTRODUCCIÓN

El escaso producto de solubilidad de los cloruros de los cationes de este grupo permite la separación del resto de los cationes precipitándoles con HCl diluido. Sin embargo, la solubilidad del cloruro de plomo es lo suficientemente alta para que su precipitado no sea total, y por eso se incluye también a los iones de plomo en el grupo II. Para separar los diversos cloruros formados se utilizan sucesivamente los hechos siguientes: primero; la solubilidad del cloruro de plomo en agua caliente; segundo la doble acción simultánea del amoníaco sobre los cloruros de plata y mercurioso; solubilizando al primero por formación del complejo $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ y provocando la disminución del segundo en Hg^0 y $\text{Hg}(\text{NH}_2)\text{Cl}$.

En la solución acuosa caliente se identifica al Pb^{+2} con $[\text{CrO}_4]^{-2}$ o bien con I^{-1} . En la solución amoniacal se caracteriza a Ag^+ destruyendo el complejo mediante la adición del ácido que precipita como AgCl al ion Cl^- o bien formando AgI por adición de I^- . El color negro obtenido por la acción de amonio sobre Hg_2Cl_2 , es suficiente para caracterizar al catión, que no obstante puede comprobarse disolviendo el

precipitado en agua regia e identificando al Hg^{+2} formado con SnCl_2 o con difenilcarbazona

REACTIVOS Y DISOLUCIONES

Ácido nítrico 3 M

Ácido clorhídrico 6 M

Ácido sulfúrico 9 M

Cromato de potasio 0.5 M

Hidróxido de amonio concentrado

EQUIPO Y MATERIAL DE LABORATORIO

Campana de extracción

Centrifuga

Baño María

Gradilla con 12 tubos de ensayo 13X150

Mechero bunsen

Pinza para tubo de ensayo

Piseta de 250 mL

Tripie con tela de asbesto

Tubo de ensayo con tapón de rosca

Vaso de precipitado de 250 mL

Papel tornasol (Litmus)

PROCEDIMIENTO

1. Precipitación del grupo I.

La muestra problema debe ser una solución homogénea libre de turbidez, Si se observa turbidez o formación de precipitados, la muestra requiere adición de ácido nítrico gota a gota y calentamiento a la flama para favorecer la solubilidad del precipitado. Esta solución contiene una mezcla de metales del grupo I en forma de sales solubles en agua o bien en ácido nítrico diluido.

En un tubo de ensayo colocar 10 gotas de muestra problema, adicionar 10 gotas de agua desionizada, adicionar por las paredes gota a gota HCl 6M, agitando ligeramente entre cada adición hasta que ya no se forme más precipitado.

Proceder a centrifugar y decantar la solución de líquido sobrenadante a otro tubo para ser dispuesto este residuo en donde corresponda. El precipitado que queda después de centrifugar se reserva para el paso # 2 y se etiqueta como **“grupo I”**

2. Separación de $PbCl_2$ de los precipitados de AgCl y Hg_2Cl_2

Adicionar al precipitado del tubo etiquetado como **“grupo I”** 15 gotas de agua desionizada, calentar el tubo a ebullición por 2 minutos a baño María, centrifugar en caliente por 30 segundos, decantar en caliente rápidamente el líquido sobrenadante a un tubo etiquetado como paso #3 y el precipitado se conserva etiquetado como paso # 4.

3. Ensayo de identificación de Pb.

- Colocar en un tubo 5 gotas de solución del paso #3, adicionar 8 gotas de agua desionizada, más 2 gotas de K_2CrO_4 0.5 M. Si se forma un precipitado

amarillo es indicio de que el plomo está presente en la muestra.

- Colocar en un tubo 5 gotas de solución del paso # 3, adicionar 6 gotas de H_2SO_4 9 M. Si se forma un precipitado blanco es indicio de que el plomo está presente en la muestra problema. Proceder a centrifugar y descartar el líquido sobrenadante. Adicionar 3 gotas de solución de acetato de amonio 3 M al precipitado. Si el precipitado no se disuelve completamente, se decanta la solución a otro tubo y se adicionan 3 gotas de K_2CrO_4 0.5 M al decantado claro. La formación del precipitado amarillo confirma la presencia de plomo.

4. Separación de AgCl y Hg_2Cl_2 , identificación de Hg/ Hg_2Cl_2

Al precipitado etiquetado como paso #4, adicionar 10 gotas de agua caliente, centrifugar en caliente y descartar el lavado. Repetir la operación de lavado una vez más.

Al precipitado ya lavado, adicionar 5 gotas de agua desionizada, 5 gotas de solución de hidróxido de amonio concentrado, mezclar con agitador de vidrio 30 segundos, centrifugar y decantar la solución a un tubo etiquetado como paso #5.

Un precipitado gris oscuro o negro indican la presencia de iones mercururos. La ausencia de precipitado o bien un precipitado blanco indica que la muestra no contiene iones de mercurio.

5. Ensayo de identificación de Ag.

Neutralizar el tubo etiquetado como paso #5 al tornasol (morado a rosa), adicionar gota a gota HNO_3 3M por las paredes del tubo, mezclar con agitador, verificar el vire del papel tornasol de azul a rosa. Si se forma un

precipitado blanco de cloruro de plata, la identificación es positiva.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados en esta práctica deberán disponerse dependiendo la **naturaleza** de los mismos. **Si tiene duda pregunte primero al maestro antes de disponer de los residuos.**

RESULTADOS

- A) Completar la tabla de resultados donde indica catión identificado, positivo o negativo.
- B) Reacciones involucradas

Tabla 26 Resultados de análisis cualitativo de la muestra

Tipo de muestra		
Cantidad utilizada		
Catión identificado	Positivo	Negativo
Plomo		
Mercurio		
Plata		

CUESTIONARIO

- 1.- Mencionar 2 sustancias diferentes del HCl, que permiten precipitar los iones del grupo I.
- 2.- ¿Qué concentración de Ag^+ y Pb^{+2} , saturarían la solución con AgCl y PbCl_2 respectivamente?
- 3.- ¿Qué iones del grupo I, precipitarán si se emplea H_2SO_4 ?
- 4.- ¿Qué ión del grupo I, no precipita si se adiciona exceso de HCl?
- 5.- Al agregar HCl se forma un precipitado, este es insoluble en hidróxido de amonio y en agua caliente. ¿Qué iones pueden estar presentes en la solución original, y cuales iones no están presentes?

Práctica II

SEPARACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE CATIONES GRUPO II Cu-As

COMPETENCIA

Identificar cualitativamente los cationes de los grupos II, empleando precipitantes selectivos en forma individual, lo que le ayudará a comprender las diferentes reacciones presentes y conocer la composición cualitativa de la muestra.

INTRODUCCIÓN

Todos los iones del grupo II forman sulfuros que son insolubles en solución ácida diluida. Esto permite separar a los iones del grupo II de los subsecuentes, cuyos sulfuros son más solubles y no precipitan en una solución ácida en donde la concentración de iones hidronio es de 0.2 a 0.5 M.

REACTIVOS Y DISOLUCIONES

Ácido acético 6 M
 Ácido clorhídrico 6M
 Ácido nítrico 3 M
 Cianuro de potasio 0.2 M
 Cloruro de amonio 4 M
 Cloruro estañoso 0.2 M
 Cromato de potasio 0.5 M.
 H_2SO_4 9 M
 Hidróxido de amonio 1:1
 Molibdato de amonio 0.5 M
 Nitrato de amonio 1 M
 Peróxido de hidrógeno al 3%

Solución de lavado: mezcla de 10 mL gotas de agua, 0.5 mL de tioacetamida al 10 % y 2.5 mL gotas de cloruro de amonio 4 M

Solución de sulfuro de amonio 1:2

Solución diluida de nitrato de amonio: 1 mL de nitrato de amonio 1M y 14 mL de agua.

Solución saturada de cloruro mercuríco.

Tioacetamida al 10%,

EQUIPO Y MATERIAL DE LABORATORIO

Campana de extracción

Centrifuga

Baño María

Gradilla con 12 tubos de ensayo 13X150

Mechero bunsen

Pinza para tubo de ensayo

Piseta de 250 mL

Tripie con tela de asbesto

Tubo de ensayo con tapón de rosca

Vaso de precipitado de 250 mL

Pipetas transfer

Papel tornasol (Litmus)

PROCEDIMIENTO

Para cationes del grupo II subgrupos: **A)** del Cobre y **B)** del Arsénico.

1. Paso preliminar.

Si la muestra original presenta turbidez o sedimentos se requiere disolverlos de la siguiente manera, adicionar 15 gotas de ácido nítrico 3 M, calentar en baño María 2 minutos hasta tener una disolución homogénea libre de turbidez.

2. Tratamiento HCl / H₂O₂.

En un tubo de ensaye colocar 20 gotas de la muestra anterior, adicionar 3 gotas de peróxido de hidrógeno al 3% y evaporar a la flama hasta reducir el volumen a la mitad, evitando sequedad. Adicionar 3 gotas de HCl concentrado en la campana, calentar en baño María 3 minutos, posteriormente neutralizar adicionando hidróxido de amonio concentrado gota a gota empleando papel tornasol (rosa a morado). Posteriormente adicionar gota a gota HCl 3 M hasta que la solución se vuelve ligeramente ácida emplear papel tornasol (morado a rosa). Adicionar 8 gotas de agua destilada.

3. Precipitación de sulfuros del grupo II.

A la solución del paso anterior, adicionar 10 gotas de tioacetamida al 10 %, mezclar de forma circular y colocar en baño María hirviendo por 5 minutos. Adicionar 20 gotas de agua destilada y 3 gotas más de tioacetamida al 10 %. Mezclar con agitador y mantener en baño María por 5 minutos más. Centrifugar de inmediato, separar el precipitado y desechar el líquido sobrenadante a los residuos básicos. El precipitado se lava con 12 gotas de solución de lavado dos veces sucesivas, centrifugar y disponer como residuo el líquido sobrenadante. El precipitado lavado se etiqueta para el paso 4.

4. Separación de los subgrupos: A) del Cobre y B) del Arsénico.

Al precipitado lavado, adicionar 15 gotas de sulfuro de amonio en la campana, mezclar de forma circular por 1 minuto, posteriormente centrifugar, el líquido sobrenadante se guarda en un tubo con tapón de rosca y se etiqueta como paso 13 para su análisis posterior. Adicionar al precipitado 10 gotas de sulfuro de amonio en la campana, mezclar de forma circular por 1 minuto, centrifugar, el líquido sobrenadante colocarlo en el tubo etiquetado previamente como paso 13. Lavar el precipitado 2 veces sucesivas con 12 gotas de una solución diluida de nitrato de amonio caliente. Centrifugar después de cada lavado y desechar el sobrenadante a los residuos básicos. El precipitado se reserva para el siguiente paso.

5. Separación del mercurio de otros elementos del subgrupo A) del cobre.

Al precipitado del paso anterior, adicionar 18 gotas de HNO₃ 3 M y calentar en baño María, transcurridos 3 min, centrifugar, el líquido sobrenadante y etiquetar como paso 7. El precipitado se lava con 10 gotas de una solución diluida de HNO₃, posteriormente centrifugar y desechar el líquido sobrenadante. El precipitado se reserva para el siguiente paso.

6. Identificación de mercurio.

Al precipitado del paso anterior, adicionar 6 gotas de HCl concentrado y 3 gotas de HNO₃ concentrado, colocar en baño María hirviendo y mantener mezclando de forma circular por 1 minuto. Una vez transcurrido el tiempo adicionar 12 gotas de agua y continuar calentando en baño por 30 segundos más. Centrifugar y reservar el sobrenadante en un tubo de ensaye y

desechar el precipitado. Adicionar al líquido sobrenadante 3 gotas de cloruro estano 0.2 M y mezclar con agitador. La presencia de mercurio es positiva si el precipitado es de color negro, gris o blanquecino

7. Separación de Pb^{+2} , Bi^{+3} , Cu^{+2} , Cd^{+2} .

Al líquido sobrenadante etiquetado como paso 7, adicionar 5 gotas de H_2SO_4 9 M, dejar reposar por 20 minutos o de ser posible por un día. Centrifugar, etiquetar el sobrenadante como paso 9, posteriormente lavar el precipitado 2 veces sucesivas con 10 gotas de solución diluida de H_2SO_4 , descartar los lavados. El precipitado se reserva para el siguiente paso.

8. Identificación de Pb^{+2} .

Al precipitado del paso anterior adicionar 10 gotas de acetato de amonio 3 M, colocar en baño María 3 minutos, centrifugar, decantar la solución a un tubo y desechar el precipitado. A la solución adicionar 1 gota de ácido acético 6 M y 3 gotas de cromato de potasio 0.5 M. La formación de un precipitado amarillo confirma la presencia de plomo.

9. Separación del Bi^{+3} , del Cu^{+2} y Cd^{+2} .

Neutralizar la solución etiquetada como paso 9, añadiendo gota a gota hidróxido de amonio 1:1, emplear papel tornasol observar el vire de color (rosa - morado). Posteriormente adicionar 3 gotas de hidróxido de amonio concentrado y centrifugar, la solución se etiqueta para el paso 11.

El precipitado se lava 2 veces sucesivas con 10 gotas de agua destilada y se reserva para el siguiente paso.

10. Identificación de Bi^{+3} .

Adicionar al precipitado, 4 gotas de hidróxido de sodio 6 M, enfriar en hielo 2 minutos, adicionar 2 gotas de cloruro estañoso 0.2 M, agitar las paredes con varilla de vidrio, un precipitado negro indica la presencia de bismuto.

11. Identificación de Cu^{+2} .

Tomar una tercera parte de volumen de solución etiquetada como paso 11 y, acidular gota a gota con ácido acético 6 M, observando el vire con papel tornasol (morado - rosa). Agregar 2 gotas de ferrocianuro de potasio 0.2 M. La formación de un precipitado rojo ladrillo indica la presencia de cobre.

12. Identificación de Cd^{+2} .

La muestra deberá ser tratada en base a la presencia o ausencia de cobre, como se indica a continuación: Si la muestra **no contiene cobre**; tomar un tercio de la solución etiquetada como paso 11 y adicionar 2 gotas de solución de sulfuro de amonio 1:2, si se forma un precipitado amarillo se confirma la presencia de cadmio.

Si la muestra **contiene cobre**; tomar 1/3 de la solución etiquetada como paso 11, adicionar gota a gota hidróxido de amonio 1:1, hasta el vire del papel tornasol (rosa - morado), agregar gota a gota solución de cianuro de potasio 0.2M hasta que desaparece el color azul. Se adicionan 2 gotas de solución de sulfuro de amonio 1:2, si se forma un precipitado amarillo la presencia de cadmio queda confirmada.

13. Precipitación de sulfuros de As^{+3} , Sb^{+3} , Sn^{+2} .

La solución obtenida en el paso 4, adicionar gota a gota ácido clorhídrico 6M, agitar con varilla de vidrio 1 minuto, hasta observar el vire con papel tornasol (morado - rosa), los sulfuros precipitan en pH ácido. Centrifugar, descartar la solución y lavar 2 veces el precipitado con 10 gotas de agua destilada. Descartar los lavados, el precipitado estará listo para el paso 14. Si no existe precipitado omitir los pasos 14 al 19.

14. Separación de As^{+3} y Hg^{+2} del Sb^{+3} y Sn^{+2} .

Adicionar al precipitado del paso 13, 15 gotas de ácido clorhídrico concentrado, mezclar con varilla de vidrio 1 minuto, colocar en baño María 2 minutos, centrifugar inmediatamente y decantar en caliente el líquido a un tubo para los pasos 18 y 19. Adicionar al precipitado 10 gotas de HCl 6 M, agitar vigorosamente, centrifugar y desechar la solución. El precipitado se utilizará en el siguiente paso.

15. Separación de As^{+3} y Hg^{+2} .

Adicionar al precipitado del paso 14, 10 gotas de agua y mezclar con varilla. Posteriormente centrifugar y descartar la solución. Adicionar al precipitado 10 gotas de hidróxido de amonio concentrado, mezclar con varilla, centrifugar, decantar la solución para el paso 16, el precipitado se desecha.

16. Re-precipitación del sulfuro de arsénico.

A la solución del paso 15, adicionar gota a gota ácido nítrico 3 M, hasta que esté ácida al vire del papel tornasol (morado - rosa).

Centrifugar y descartar la solución. El precipitado se guarda para el paso siguiente.

17. Identificación de As^{+3} .

Al precipitado del paso 16, adicionar 5 gotas de ácido nítrico concentrado, calentar a baño María por 10 minutos. Adicionar gota a gota hidróxido de amonio concentrado para neutralizar al vire con papel tornasol, centrifugar, separar si se forma azufre elemental que es un sólido amarillo. Calentar la solución en baño María 10 minutos, adicionar 2 gotas de solución de molibdato de amonio 0.5 M y 10 gotas de ácido nítrico concentrado, mezclar y calentar por 5 minutos más. Un precipitado amarillo confirma la presencia de arsénico. En ocasiones es necesario centrifugar para poder observar este precipitado.

18. Identificación de Sn^{+2} .

Hervir por 15 segundos la mitad de la solución del paso 14, adicionar un trocito de alambre de hierro lustroso, 10 gotas de agua destilada. Posteriormente calentar en baño María por 5 minutos, centrifugar. La solución se guarda en un tubo de ensayo y se le adiciona 1 gota de solución saturada de cloruro mercúrico. La formación de un precipitado gris o blanco confirma la presencia del estaño.

19. Identificación de Sb^{+2} .

El resto de la solución del paso 14, se hierve por unos segundos, a continuación, agregar 0.5 gramos de ácido oxálico y 5 mL de agua destilada, mezclar hasta disolver el ácido oxálico y adicionar 5 gotas de solución de tioacetamida al 10%. Calentar en baño María por 2 minutos y centrifugar. La formación de un precipitado rojo-naranja confirma la presencia de antimonio.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados en esta práctica deberán disponerse dependiendo la **naturaleza** de los mismos. **Si tiene duda pregunte primero al maestro antes de disponer de los residuos.**

RESULTADOS

- A) Completar la tabla de resultados donde indica catión identificado, positivo o negativo.
- B) Reacciones involucradas

Tabla 27 Resultados de análisis cualitativo de la muestra

Tipo de muestra		
Cantidad utilizada		
Grupo identificado	Positivo	Negativo

CUESTIONARIO

1.- ¿Cómo se pueden separar los siguientes pares de iones: Pb^{+2} y Sb^{+3} ; Hg^{+2} y Cu^{+2} ; Bi^{+3} y Sn^{+4} ?

2.- Una solución de color verdoso del grupo II, dio un precipitado negro con tioacetamida (paso 3), el cual se extrae con sulfuro de amonio (paso 4), habiéndose encontrado que el sólido remanente es soluble en ácido nítrico 3 M (paso 5). Cuando se acidifica el extracto con sulfuro de amonio se obtiene un precipitado naranja (paso 13).

a) ¿Qué elementos están presentes?

b) ¿Qué elementos están ausentes?

c) ¿Cuáles elementos no hay evidencia de estar ausentes o presentes?

Práctica III

SEPARACION E IDENTIFICACION DE CATIONES GRUPO V DEL SODIO

COMPETENCIA

Identificar cualitativamente los cationes de los grupos V empleando precipitantes selectivos en forma individual, lo que le ayudará a comprender las diferentes reacciones presentes y conocer la composición cualitativa de la muestra.

INTRODUCCIÓN

Los iones presentes en el grupo V son Mg^{+2} , Na^{+1} , K^{+1} , $(NH_4)^{+1}$. Los iones sodio y de amonio, comúnmente están presentes en la marcha general de separación de los cinco grupos analíticos. Las flamas de sodio y potasio son algo volátiles imparten a la flama un color característico. El magnesio es identificado por precipitación. Debido a que el ion amonio es muy volátil a temperatura ambiente es necesario tener cuidado para percibir su olor característico durante su ensayo de identificación.

REACTIVOS Y DISOLUCIONES

Ácido acético 5 M

Ácido clorhídrico concentrado

Fosfato dibásico de sodio 0.2 M

Hidróxido de amonio 6 M

Hidróxido de sodio 8 M

Oxalato de amonio 0.3 M

Solución de acetato de uranilo (reactivo de sodio).

Solución de cobaltonitrito de sodio (reactivo para potasio).

Sulfato de amonio 0.2 M

EQUIPO Y MATERIAL DE LABORATORIO

Campana de extracción

Centrifuga

Asa de nicromo

Baño María

Gradilla con 12 tubos de ensayo 13X150

Mechero bunsen

Pinza para tubo de ensayo

Piseta

Tripie con tela de asbesto

Tubo de ensayo con tapón de rosca

Vaso de precipitado de 250 mL

Pipetas transfer

PROCEDIMIENTO

PARA CATIONES DEL GRUPO V DEL SODIO.

1. Precipitación de iones del grupo IV

A la muestra problema, se le adiciona 1 gota de oxalato de amonio 0.3 M y 1 gota de sulfato de amonio 0.2 M, calentar a baño María por 2 minutos, enfriar y centrifugar 5 minutos. De existir un precipitado, se desecha a los residuos alcalinos. La

solución sobrenadante obtenida se etiqueta como paso 2.

2. Identificación de Mg

A) Medir un tercio de solución obtenida en el paso anterior, adiciona 1 gota de hidróxido de amonio 6 M, 5 gotas de fosfato dibásico de sodio 0.2M, mezclar con varilla 1 minuto, calentar en baño María 2 minutos, dejar enfriar y observar la formación de un precipitado blanco indica la formación de fosfato de amonio y magnesio, la prueba se considera positiva.

B) El precipitado obtenido en el inciso anterior, se disuelve con adición de 1 gota de HCl 6 M y 3 gotas de agua, adicionar 2 gotas de reactivo de magnesio (p-nitrobencenoazorresorcinol) el cual cambia a color azul cuando reacciona con hidróxido de magnesio y 1 gota de NaOH 8 M. Verificar el pH al tornasol (rosa a morado) con ayuda de un agitador de vidrio. Si se forma un precipitado nebuloso azul, la presencia de magnesio ha sido confirmada.

3. Ensayo a la flama de Na y K

Se utiliza un asa de nicromo previamente sumergida en HCl concentrado y expuesta a la flama varias veces. Si la muestra original es un líquido, colocar 5 gotas de esta en un tubo de ensayo limpio, y evaporar hasta sequedad, se observa el desprendimiento de humos blancos, se deja enfriar y se adicionan 2 gotas de HCl concentrado y 1 gota de agua. Sumergir el asa en la muestra y si se observa una flama de color amarilla intensa por unos segundos entonces se confirma la presencia de sodio. La prueba de potasio se realiza de forma simultánea, se utiliza un vidrio azul de cobalto. El vidrio filtra el color amarillo, la flama de potasio es menos intensa y se

observa al inicio de la prueba. Guardar una porción del líquido para el paso 5.

4. Precipitación de Na

Colocar 5 gotas de muestra original o bien líquido sobrenadante del paso anterior, 10 gotas de agua, mezclar por 1 minuto, adicionar 2 gotas de esta solución a 2 gotas de acetato de uranilo (reactivo de sodio), dejar reposar hasta que se observe la formación de un precipitado amarillo pálido que indica la presencia de sodio.

5. Precipitación de K

La presencia de amonio interfiere en esta prueba. Se colocar 5 gotas de muestra original o bien líquido sobrenadante del paso 3. Adicionar 2 gotas de ácido acético 5 M y 3 gotas de cobaltonitrito de sodio (reactivo para potasio). Mezclar y dejar reposar por 5 minutos. La formación de un precipitado amarillo indica la presencia de potasio.

11. Ensayo de amonio

Esta prueba se realiza siempre en la muestra original. En un tubo con tapón de rosca, adicionar 1 lenteja de NaOH, colocar en la boca del tubo papel tornasol rosa, adicionar con cuidado 5 gotas de muestra original sobre la lenteja, tapar de inmediato el tubo y calentar a temperatura moderada (40 °C) por 30 segundos, si se desprende el gas amoníaco el olor se percibe o bien se observa el cambio de color del papel tornasol de rosa a morado.

CÁLCULOS Y RESULTADOS

Completar la tabla de resultados donde indica catión identificado, positivo o negativo.

Tabla 28 Resultados de análisis cualitativo de la muestra

Tipo de muestra		
Cantidad utilizada		
Grupo identificado	Positivo	Negativo

CUESTIONARIO

1.- Si la muestra contiene trazas de iones bario, estroncio y calcio ¿qué ion no se separará mediante la adición de ion sulfato en el paso 1?

2.- ¿Cuál ion es precipitado completamente por ion sulfato en el paso 1?

3.- ¿Por qué no se debe hervir una solución que contiene iones amonio, después de haber adicionado hidróxido de sodio?

4.- ¿Por qué el ensayo para los iones amonio efectuado en la solución del paso 1, no es confiable?

Práctica IV

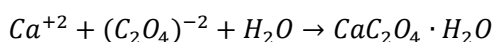
DETERMINACIÓN GRAVIMÉTRICA DE CALCIO

COMPETENCIAS

Determinar el contenido de calcio en una muestra comercial mediante la precipitación con oxalato en medio básico y posterior calcinación para comparar el resultado obtenido con el reportado en la etiqueta o norma oficial, trabajando con disciplina y profesionalismo.

INTRODUCCION

Los compuestos de calcio son abundantes en la naturaleza, en forma de carbonatos, hidróxidos, sulfatos, etc. La mayor parte de estos compuestos son solubles y algunos más solubles en medio ácido. El calcio se puede determinar gravimétricamente por precipitación con oxalatos, en la cual se forma oxalato de calcio

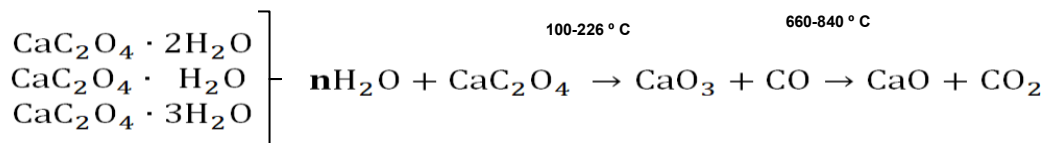


Este método consta de la precipitación en una solución caliente previamente acidificada con ácido clorhídrico a la cual se le adiciona oxalato de amonio y ácido

oxálico y posteriormente se neutraliza con hidróxido de amonio.

Se debe cuidar el pH de la solución ya que la solubilidad del oxalato de calcio es alta a pH entre 4 y 5. Se debe tener especial cuidado durante el lavado, debido a la solubilidad del precipitado, ya que esto puede producir pérdidas y por lo tanto error en la determinación. Durante la precipitación se forman tres hidratos conocidos de oxalato de calcio, el monohidratado, el dihidratado y el trihidratado. El más estable y predominante bajo estas condiciones de precipitación es el monohidratado. Las formas di y trihidratadas se forman preferentemente en la precipitación en frío, bajo condiciones especiales, pero son transformadas a monohidratadas rápidamente a temperaturas elevadas. Debido a que el precipitado no tiene una forma definida, se requiere que se transforme a un compuesto que tenga forma definida como lo sería calcinarlo a carbonato de calcio u óxido de calcio, para posteriormente pesarlo y realizar los cálculos correspondientes. Este procedimiento es aplicado en la determinación de calcio en minerales, rocas, suelos y alimentos, entre otros, en los cuales el contenido de calcio es alto.

Reacciones involucradas



REACTIVOS Y SOLUCIONES

Ácido clorhídrico

Ácido Oxálico al 10 %m-m

Hidróxido de amonio

Oxalato de amonio

Solución de oxalato de amonio 0.01 M

MATERIAL Y EQUIPO DE LABORATORIO

Agitador de vidrio

Anillo de fierro

Crisol de porcelana con tapa

Embudo de vidrio de talle corto

Papel filtro cero cenizas

Papel tornasol

Parrilla eléctrica

Probeta graduada 50mL

Soporte universal

Triángulo de porcelana

Vasos de precipitado de 250 mL

Vidrio de reloj

4. Adicionar agua destilada hasta completar un volumen de 100 mL. Adicionar ácido clorhídrico 1:1 hasta su disolución.
5. Calentar la disolución a una temperatura cercana a los 100 ° C.
6. Adicionar 0.5 g de oxalato de amonio y 10 mL de ácido oxálico al 10 % m/m, con agitación constante.
7. Neutralizar la solución con hidróxido de amonio. Mediante adición lenta y utilizando papel indicador para verificar.
8. Digerir la muestra por media hora.
9. Filtrar en papel filtro cero cenizas.
10. Lavar el precipitado con solución de oxalato de amonio 0.01 M (Nota 1)
11. Calcinar en un crisol previamente tarado, hasta obtener peso constante.
12. Obtener el peso del residuo.
13. Reporte los mg de calcio encontrados como CaCO_3 , así como su % Ca.



Figura 20 Pastillas de calcio efervescentes [11]

PROCEDIMIENTO

1. Pesar en forma individual de 3 a 5 pastillas de calcio (Figura 19), y obtener un promedio.
2. Moler perfectamente en un mortero las pastillas pesadas anteriormente.
3. Pesar el equivalente a una pastilla de calcio y transferir cuantitativamente a un vaso de precipitados de 250 mL.

Nota: Realizar la prueba de cloruros a las aguas de lavado, hasta obtener resultado negativo.

(Después de haber enjuagado, tome unas gotas del filtrado directamente del embudo y adicione una gota de nitrato de plata, si se pone lechoso la prueba es **positiva**; si continua transparente es **negativa**.)

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados en esta práctica deberán disponerse dependiendo la **naturaleza** de los mismos. **Si tiene duda pregunte primero al maestro antes de disponer de los residuos.**

RESULTADOS.

Peso de la muestra, W_M : _____ g

Completar la tabla con los datos obtenidos

Tabla 29 Registro de peso constante

Crisol	Peso (gramos)
Crisol tarado, W_C	
1er. W_{MC}	
2do. W_{MC}	
3er. W_{MC}	
4to. W_{MC}	
5to. W_{MC}	
Peso constante W_{CMC}	

Dónde:

W_M : peso de la muestra

W_C : peso del crisol tarado

W_{MC} : peso del crisol + muestra calcinada

W_{CMC} : peso constante del crisol + muestra calcinada

W_R : peso del residuo

W_R : $W_{CMC} - W_C$

CÁLCULOS

Realizar los cálculos necesarios para obtener los resultados solicitados en la práctica

$$g \text{ CaCO}_3 = W_R * \left(\frac{CaCO_3}{PM \text{ CaO}} \right)$$

$$g \text{ Ca} = W_R * \left(\frac{PA \text{ Ca}}{PM \text{ CaO}} \right)$$

$$\% \text{ Ca} = W_R * \left(\frac{g \text{ Ca}}{W_M} \right) * 100$$

CUESTIONARIO

1. ¿El resultado obtenido se vería afectado si varían las proporciones de los hidratos precipitados en la muestra? Justifique su respuesta.
2. Calcule la pérdida por lavado de oxalato de calcio si se lavara únicamente con agua.
3. Investigue alguna prueba para determinar cualquiera de las formas hidratadas de oxalato de calcio.

ANEXOS

ANEXO 1

Figura 21 Ejemplo de Hoja de Seguridad [12]



winkler
Química

HOJA DATOS DE SEGURIDAD

www.winklerltda.cl
Versión: 06 Fecha 21/11/2022

SECCION 1: IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO QUIMICO Y DE LA EMPRESA

Identificación del producto químico	Acido Clorhídrico 37%
Código	000665
Usos recomendados	Aplicaciones técnicas (análisis químico), industria Química en general, Docencia.
Restricciones de uso	No se recomienda su uso en el hogar
Nombre del proveedor	Winkler Ltda.
Dirección del proveedor	El Quillay 466, Parque Industrial Valle Grande Lampa, Santiago / Chile.
Número de teléfono del proveedor	+56224826500
Número telefónico de emergencias Químicas en Chile (CITUC)	+56222473600
Número telefónico de emergencias Toxicológicas en Chile (CITUC)	+56226353800
Dirección electrónica del proveedor	www.winklerltda.cl

SECCION 2: IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

CORROSIVO



Señal de seguridad según NCh1411/4



Clasificación según GHS



Clasificación específica

Código de almacenaje Winkler

Blanco: Corrosivo

CLASIFICACIOND ERIESGOS

0=Noespecial
1=Ligero
2=Moderado
3=Severo
4=Extremo

NORMANFPA3-0.1

Inhalación

Contacto con la piel

Contacto con los ojos

Peligros físicos

Otros peligros

Palabra de advertencia

Indicaciones de peligro

Consejos de prudencia

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única, Sistema respiratorio Cat. 3

Corrosión o irritación cutáneas Sub-categoría 1B

Irritaciones oculares graves. Cat. 1

Corrosivo para los metales. Categoría 1.

Sin información disponible

Peligro

H290/ H314/ H335 /H318

P301 + P330 + P331/ P303 + P361 + P353/ P304 + P340 +

P310/ P305 + P351 + P338 + P310/P363/P390/P403 + P233/
P405/ P406/ P501

SECCION 3: COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES

Sinónimos	Acido Clorhídrico en solución - Acido Hidroclórico en solución - Cloruro de Hidrógeno en solución.
Formula Química	HCl + H ₂ O
Concentración	37%
Peso molecular	36.46 g/mol
Numero CAS del producto	7647-01-0
Numero UN	1789 (Acido Clorhídrico en solución)

SECCION 4: PRIMEROS AUXILIOS

En caso de contacto accidental con el producto proceder de acuerdo con:

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 de inmediato.
Contacto con la piel	Lavar con abundante Agua, a lo menos de 10 a 15 minutos. Utilizar de preferencia una ducha de emergencia. Sacarse la ropa contaminada y luego lavarla. De mantenerse la lesión, recurrir a una asistencia médica.
Contacto con los ojos	Lavarse con abundante Agua en un lavadero de ojos, como mínimo entre 10 y 15 minutos, separando los párpados. De persistir daño, derivar a un centro de atención médica.
Ingestión	Lavar la boca con bastante agua, dar a beber abundante agua. Control del shock, manteniendo al lesionado abrigado. Derivar a un servicio médico de inmediato.
Principales síntomas y efectos agudos retardados	Irritación y corrosión, tos, insuficiencia respiratoria, dolor, espasmos, shock, conjuntivitis, riesgo de ceguera.
Protección de quienes brindan los primeros auxilios	Usar equipo de protección personal adecuado
Notas especiales para un medico tratante	No hay información disponible.

SECCION 5: MEDIDAS PARA LUCHA CONTRA INCENDIO

Agentes de extinción	Uso de extintores apropiados al fuego circundante. En general, con agentes de extinción de Polvo Químico Seco y/o Anhídrido Carbónico. No usar Agua directamente. Solamente aplicarla en forma de neblina para enfriar el ambiente.
Agentes de extinción inapropiados	No existen limitaciones de agentes extinguidores para esta sustancia/mezcla.
Productos que se forman en la combustión y degradación térmica	Gas cloruro de hidrógeno
Peligros específicos asociados	En caso de incendio posible formación de gases de combustión o vapores peligrosos.
Métodos específicos de extinción	En general, uso de extintores de Polvo Químico Seco, Espuma Química y/o Anhídrido Carbónico, de acuerdo a características del fuego circundante. Aplicar Agua sólo en forma de neblina para enfriar contenedores.
Precauciones para el personal de emergencia y los bomberos	En caso de fuego, protéjase con un equipo respiratorio autónomo.

SECCION 6: MEDIDAS QUE SE DEBEN TOMAR EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL

Precauciones personales	Evitar la inhalación de los vapores aerosoles.
Equipo de protección	Usar ropa adecuada, equipo de protección personal.
Procedimientos de emergencia	Evacue el área de peligro, respetar los procedimientos de emergencia, consultar con expertos.
Precauciones medioambientales	No tirar los residuos al desagüe
Métodos y materiales de contención, confinamiento y/o abatimiento	Cubra las alcantarillas. Recoger con material absorbente, disponer los residuos en contenedores debidamente etiquetados para su disposición final. Lavar con abundante agua.
Métodos y materiales de limpieza	
Recuperación	Recoger con material absorbente de líquidos

Neutralización	No hay información disponible.
Disposición final	No hay información disponible.
Medidas adicionales de prevención de desastres	No hay información disponible.

SECCION 7: MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación	Observar las indicaciones de la etiqueta.
Precauciones para la manipulación segura	Proteger contra el daño físico.
Medidas operacionales y técnicas	Sustituir ropa contaminada. Lavar manos al término del trabajo
Otras precauciones	Mantener los envases cerrados y debidamente etiquetados.
Prevención del contacto	
Almacenamiento	
Condiciones para el almacenamiento seguro	Zona de almacenaje de reactivos y soluciones químicas con riesgo por contacto. Sustancias químicas que pueden ocasionar quemaduras en la piel, ojos y membranas mucosas. Almacenamiento en bodegas y/o cabinas, diseñadas para contener inflamables. Lugar frío, seco y con buena ventilación. Disponer de algún medio de contención de derrames. Acceso controlado y señalización del riesgo. Mantener alejado de condiciones y sustancias incompatibles.
Medidas técnicas	Proteger contra el daño físico. Tener los envases cerrados y debidamente etiquetados.
Sustancias y mezclas incompatibles	Almacenar alejado de condiciones y productos incompatibles.
Material de envase y/o embalaje	Se recomienda contener en recipiente de vidrio o plástico apropiado con cierre hermético.

SECCION 8: CONTROL DE EXPOSICIÓN/ PROTECCIÓN ESPECIAL

Concentración máxima permisible	LPA: 3 ppm, 2,3 mg/m ³ (Acido clorhídrico, Decreto 594, Ministerio de Salud)
Elementos de protección personal	En general, trabajar en un lugar con buena ventilación. Utilizar campanas de laboratorio en caso de disponibilidad y de ser necesario. Aplicar procedimientos de trabajo seguro. Capacitar respecto a los riesgos químicos y su prevención. Contar con ficha de seguridad química del producto y conocer su contenido. Mantener los envases con sus respectivas etiquetas. Respetar prohibiciones de no fumar, comer y beber bebidas en el lugar de trabajo. Utilizar elementos de protección personal asignados.
Protección respiratoria	Aplicación de protección respiratoria sólo en caso sobrepasarse los límites permisibles correspondientes. Debe ser específica para vapores /aerosoles, filtro AX (NE 371). En caso de presencia de altas concentraciones ambientales, existencia de cantidades desconocidas o situaciones de emergencias, se deben utilizar equipos de respiración autónomos o de suministro de aire, ambos de presión positiva
Protección de manos	Utilización de guantes de Goma Natural, Nitrilo, Neopreno, PVC, PVA y/o Neopreno
Protección de ojos	Se deben usar lentes de seguridad adecuados contra proyecciones de la sustancia química.
Protección de la piel y el cuerpo	Ropa adecuada. Utilizar calzado cerrado, no absorbente, con resistencia química y de planta baja.
Medidas de ingeniería	No hay información disponible.

SECCION 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Estado físico	Líquido.
Apariencia	Transparente de apariencia incolora a ligeramente amarillo.
Olor	Olor picante e irritante - Umbral del olor: 0,8 - 5,0 ppm. (HCl gaseoso)
pH	< 1 a 20°C
Temperatura de ebullición	No hay información disponible.
Temperatura de fusión	Aprox. -50°C
Densidad	1.16 g/cm ³ a 20°C
Densidad de vapor (aire=1)	No hay información disponible.
Presión de vapor	21,3 hPa a 20°C

Solubilidad	Completamente soluble en Agua. Muy soluble en Alcoholes. Soluble en Eter y Benceno. Insoluble en Hidrocarburos.
Coefficiente de reparto octanol/agua	No hay información disponible.
Viscosidad	No hay información disponible.
Condición de inflamabilidad	No hay información disponible.
Temperatura de inflamación	No hay información disponible.
Temperatura de auto ignición	No hay información disponible.
Temperatura de descomposición	No hay información disponible.
Limites de inflamabilidad	No hay información disponible.
Propiedades explosivas	No hay información disponible.
Propiedades comburentes	No hay información disponible.
SECCION 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD	
Reactividad	Corrosivo en contacto con metales
Estabilidad Química	Químicamente estable bajo condiciones normales (temperatura ambiente)
Condiciones que se deben evitar	Altas temperaturas (se descompone sobre los 1500°C).
Incompatibilidades Químicas	Reacción exotérmica con: Aminas, Permanganato de Potasio, Halogenatos, Óxidos de semimetales, Hidruros de Semimetales, Aldehídos, Eter vinilmetílico. Peligro de ignición o de formación de gases o vapores combustibles con: Carburos, Litio Siliciuro, Flúor. Desprendimiento de gases o vapores peligrosos con: Aluminio, Hidruros, Formaldehído, Metales, Soluciones de Hidróxidos Alcalinos, Sulfuros. Riesgo de explosión con: Metales alcalinos, Ácido Sulfúrico concentrado. Incompatible con metales, aleaciones metálicas, desprende Hidrógeno. Si se mezcla con Aldehídos (generación de calor y presión). Cloro e Hidrógeno.
Polimerización peligrosa	
Productos peligrosos de la descomposición y combustión	
SECCION 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA	
Toxicidad aguda (LD50 y LC50)	Toxicidad oral aguda, si es ingerido provoca quemaduras severas de la boca y la garganta, así como peligro de perforación del esófago y del estómago. Toxicidad aguda por inhalación: irritación de las mucosas, tos, insuficiencia respiratoria, perjudica las vías respiratorias. Provoca quemaduras. Provoca lesiones oculares graves.
Irritación/corrosión cutánea	No hay información disponible.
Lesiones oculares graves/irritación ocular	No hay información disponible.
Mutagenicidad de células reproductoras/ in Vitro e in Vivo	No hay información disponible.
Carcinogenicidad	No hay información disponible.
Toxicidad reproductiva	No hay información disponible.
Toxicidad específica en órganos particulares exposición única	Puede irritar las vías respiratorias. - Sistema respiratorio
Toxicidad específica en órganos particulares exposiciones repetidas	No hay información disponible.
Peligro de inhalación	No hay información disponible.
Toxicocinética	No hay información disponible.
Metabolismo	No hay información disponible.
Distribución	No hay información disponible.
Patogenicidad e infecciosidad aguda (oral dérmica e inhalatoria)	No hay información disponible.
Sensibilización respiratoria o cutánea	No hay información disponible.
Neurotoxicidad	No hay información disponible.
Inmunotoxicidad	No hay información disponible.
Síntomas relacionados	Irritación y corrosión, Tos, Insuficiencia respiratoria, efectos sobre el sistema cardiovascular ¡Riesgo de ceguera! Tras tiempo de latencia: efectos sobre el sistema cardiovascular Las otras propiedades peligrosas no pueden ser excluidas. Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.
SECCION 12: INFORMACIÓN ECOLÓGICA	
Ecotoxicidad (EC, IC, LC)	Toxicidad para los peces CL50 - Gambusia affinis (Pez mosquito) - 282 mg/l - 96 h
Persistencia y degradabilidad	No hay información disponible

Potencial bioacumulativo
Movilidad del suelo
Otros efectos adversos

No hay información disponible
¡No incorporar a suelos ni acuíferos!
Efecto perjudicial por desviación del pH. La descarga en el ambiente debe ser evitada.

SECCION 13: INFORMACIÓN SOBRE DISPOSICIÓN FINAL

Residuos

En general, los residuos químicos una vez que se acondicionen de forma tal de ser inocuos para el medio ambiente, se pueden eliminar a través de las aguas residuales o en un vertedero autorizado, Otra posibilidad, es disponer los residuos directamente a un vertedero autorizado para contenerlos. Estos deben estar en contenedores adecuados, cerrados y debidamente etiquetados.

Es importante considerar para la eliminación de residuos, que se realice conforme a lo que disponga la autoridad competente respectiva, solicitándose previamente la autorización correspondiente.

Envase y embalaje contaminados
Material contaminado

Maneje los recipientes como el propio producto
Maneje el material contaminado como el propio producto

SECCION 14: INFORMACION SOBRE EL TRANSPORTE

	Modalidad del transporte		
	Terrestre	Marítima	Aérea
Numero NU	1789	1789	1789
Designación oficial de transporte	Ácido Clorhídrico	HYDROCHLORIC ACID	HYDROCHLORIC ACID
Clasificación de peligro primario NU	8	8	8
Clasificación de peligro secundario NU	No regulado	No regulado	No regulado
Grupo de embalaje/envase	II	II	II
Precauciones especiales	No	Si	No
Transporte a granel de acuerdo con MARPOL 73/78, Anexo II, y con IBC Code	No relevante	No relevante	No relevante

SECCION 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Regulaciones nacionales

D.S. 57- 2019 Reglamento de clasificación, etiquetado y notificación de sustancias químicas y mezclas peligrosas.
NCh1411/4 - Señales de seguridad para la identificación de riesgos
D.S. 594 - Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales básicas en los lugares de trabajo.
D.S. 298 - Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
D.S. 148 - Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos.
D.S. 43 - Almacenamiento de sustancias peligrosas.

El receptor debería verificar la posible existencia de regulaciones locales aplicables al producto químico

SECCION 16: OTRAS INFORMACIONES

Considerando que el uso de esta información y los productos esta fuera del control del proveedor, Winkler Ltda. No asume responsabilidad alguna por este concepto. Determinar las condiciones de uso seguro del producto es obligación del usuario

Control de cambios

Esta versión de HDS corresponde a la versión 06 de 11/2022. Se han incorporado cambios según DS 57 en las secciones 1 a la 16 con respecto a versión anterior.

Próxima revisión

Se realizará actualización y cambio de versión cuando normativa se modifique o bien cuando el producto sufra cambios en su composición física o química.

Otras informaciones

Texto integro de las declaraciones H y P referidas en la sección 2

H290 Puede ser corrosivo para los metales.

H318 Provoca lesiones oculares graves.

H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

H335 Puede irritar las vías respiratorias

P234 Conservar únicamente en el embalaje original.

P261 Evitar respirar la niebla o los vapores.

P264 Lavarse la piel concienzudamente tras la manipulación.

P271 Utilizar únicamente en exteriores o en un lugar bien ventilado.

P280 Llevar guantes/ ropa de protección/ equipo de protección para los ojos/ la cara. Intervención

P301 + P330 + P331 EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagar la boca. NO provocar el vómito.

P303 + P361 + P353 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua.

P304 + P340 + P310 EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración.

Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/ médico.

P305 + P351 + P338 + P310 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS:

Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad.

Proseguir con el lavado. Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/ médico.

P363 Lavar las prendas contaminadas antes de volver a usarlas.

P390 Absorber el vertido para que no dañe otros materiales.

P403 + P233 Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente cerrado herméticamente.

P405 Guardar bajo llave.

P406 Almacenar en un recipiente resistente a la corrosión/ en un recipiente con revestimiento interior resistente.

P501 Eliminar el contenido/ el recipiente en una planta de eliminación de residuos autorizada.

Abreviaturas y acrónimos

CAS: Chemical AbstractServiceRegistrationNumber (Número de registro no Chemical AbstractService)

ACGIH: American ConferenceofGovernmental Industrial Hygienists (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales)

TWA: Time WeightedAverage (Promedio ponderado en el tiempo) STEL:

Short TermExposureLimit (Límite de exposición Corto Plazo) LC50:

LethalConcentration, 50% (Concentración letal, 50%) EC50:

EffectConcentration, 50% (Concentración Efecto, 50%) NOEL: No

ObservedEffectLevel (Nivel Sin Efecto Observado) COD: Chemical

OxygenDemand (Demanda Química de Oxígeno)

BOD: BiochemicalOxygenDemand (Demanda bioquímico de oxígeno) TOC:

Total OrganicCarbon (Carbono orgánico total)

IATA: International Air TransportAssociation (Asociación Internacional de Transporte Aéreo)

IMDG: International MaritimeDangerousGoodsCode (Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas)

Hojas de datos de seguridad de las materias primas

Referencias

ANEXO 2

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES Y FORMAS DE EXPRESAR CANTIDADES

Existe un Sistema Internacional de Unidades (**SI**) el cual rige como se deben expresar las unidades en el campo científico, es un sistema decimal en el que las magnitudes difieren de la cantidad fundamental en potencias de diez mediante el uso de prefijos, como múltiplos o como submúltiplos, de la unidad básica.

Tabla 30 Abreviaturas Más Usuales en Química

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
L	litro
mL	mililitro
μ L	microlitro
%	Por ciento o porcentaje
$^{\circ}$ C	grados Celsius
$^{\circ}$ F	grado Fahrenheit
K	grados Kelvin
kg	kilogramo
g	gramo
mg	miligramo
μ g	microgramos
Atm	Atmosferas
mmHg	Milímetros de mercurio

¿Qué son las Cifras Significativas?

Son los dígitos que se conocen con exactitud más el dígito estimado contados de izquierda a derecha.

Reglas para indicar las cifras significativas

- 1.- Cualquier dígito diferente de cero es significativo, ejemplo: 322 (tres cifras significativas), 325.68 (cinco cifras significativas) y 89423.1 (seis cifras significativas).
- 2.- Los ceros situados en medio de números diferentes son significativos, ejemplo: 507 (tres cifras significativas) y 90.304 (seis cifras significativas).
- 3.- Los ceros a la izquierda del primer número diferente a este, no son significativos, ejemplo: 0025 (dos cifras significativas), 0.05303 (cuatro cifras significativas y se expresa en notación científica como 5.303×10^{-2}) y 0.000028 (dos cifras significativas y se expresa en notación científica como 2.8×10^{-5}).
- 4.- Los ceros escritos a la derecha de cualquier número diferente a cero, cuentan como cifras significativas, ejemplo: 20.0 (tres cifras significativas), 100.10 (cinco cifras significativas) y 80725.90 (siete cifras significativas).
- 5.- En los números enteros múltiplos de diez, pueden o no ser significativas, varía en la forma como se expresa, por ejemplo, expresarlo en base a notación científica, por ejemplo 4000 (cuatro cifras significativas), en notación científica puede ser 4×10^3 (una cifra significativa); 4.0×10^3 (dos cifras significativas); 4.00×10^3 (tres cifras significativas) o 4.000×10^3 (cuatro cifras significativas).

Cuando se realizan cálculos el número de cifras significativas del resultado estará dado por la cantidad menos precisa. Por ejemplo:

$$540.2350 + 302.3 + 1320.85 - 102.28 = 2061.105 \rightarrow 2061.1$$

302.3 es la cifra menos precisa ya que solo presenta un dígito después del punto y tiene cuatro cifras significativas, **540.2350** tiene siete cifras significativas y el resultado **2061.1** tiene **cinco** cifras significativas.

Redondeo de las Cifras Significativas

Un aspecto importante para reportar correctamente el resultado de los cálculos matemáticos es el redondeo de las cifras, para lo cual se debe tener presentes las siguientes normas:

- 1.- Si la cifra siguiente a la que se ha de redondear es menor de 5, la cifra por redondear se deja como tal. Por ejemplo, al redondear a tres decimales el número 3.2854, este quedaría como **3.285**.
- 2.- Si la cifra siguiente a la que se ha de redondear es mayor de 5, la cifra por redondear se aumenta en una unidad. Así, el número 3.2856, éste queda como **3.286**.
- 3.- Si la cifra siguiente a la que se ha de redondear es exactamente 5, la cifra por redondear se aumenta en una unidad *si es impar*, o se deja como tal *si es par*.

Por ejemplo, al redondear a 3 cifras decimales el número 3.2855 el resultado del redondeo sería **3.286**; si el número es 3.2845 aplicando esta regla, al aplicar el redondeo nos queda **3.284**.

Conceptos de Precisión y Exactitud

En ingeniería, ciencia, industria y estadística los términos exactitud y precisión no son sinónimos y, por lo tanto, no son equivalentes. A continuación, se definen ambos términos.

Precisión

Se refiere a la dispersión del conjunto de valores obtenidos de mediciones repetidas de una magnitud. Cuanto menor es la dispersión mayor la precisión. Una medida común de la dispersión o variabilidad de los datos es la desviación estándar, la cual se utiliza para describir la reproducibilidad de los resultados experimentales. Se puede definir como el nivel de similitud entre los valores numéricos de varias medidas de la misma propiedad, realizadas bajo las mismas condiciones experimentales.

Exactitud

Se refiere a que tan cerca del valor real se encuentra el valor medido. En términos estadísticos, la exactitud está relacionada con el sesgo de una estimación. Cuanto menor es el sesgo más exacto es una estimación.

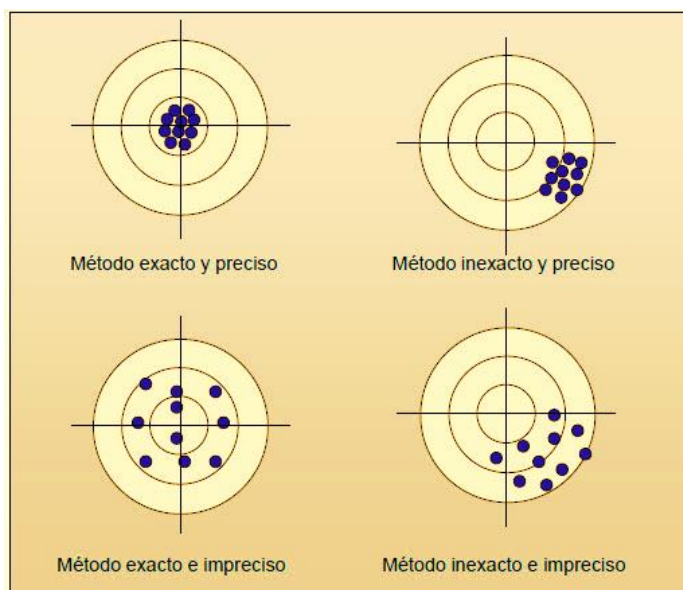


Figura 22 Comparación de métodos según exactitud y precisión [13]

En la figura 16 se puede observar que la *exactitud* describe la proximidad de los puntos al centro del objetivo, los puntos que llegaron más cerca del centro se consideran más exactos. Cuanto más cerca están las medidas a un valor real o aceptado, más exacto es el sistema de medición. ***Se puede decir que exactitud es el grado de veracidad***

La *precisión*, es la distancia que existe entre los puntos, entre más cercas estén más precisos son. En sí, se puede decir que ***la precisión es el grado de repetitividad*** del resultado.

Uso de material en el laboratorio

Se requiere el uso de material volumétrico para la preparación de todas las disoluciones estándares y preparación de la muestra.

El material volumétrico no deberá calentarse en ningún momento o utilizar disoluciones calientes dentro de él ya que al someterse a calor el vidrio se expande y pierde su calibración variando el volumen indicado en el mismo.

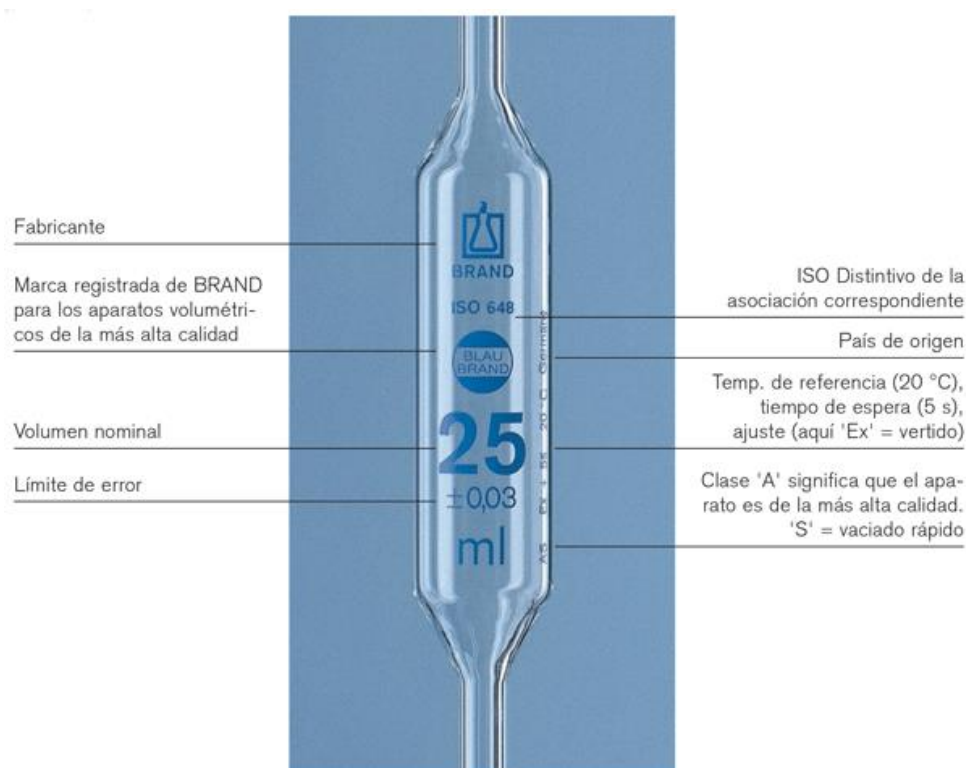


Figura 23 Información proporcionada en pipeta volumétrica [14]

Pipeta volumétrica

Para lograr un buen resultado del volumen requerido al utilizar una pipeta volumétrica, se debe empezar revisando que esté limpia y seca.

1.- Enjuagar la pipeta volumétrica con la disolución a medir utilizando una perilla como medio de succión, **NO utilizar la boca para succionar bajo ninguna razón** y no permitir jamás que el líquido suba en exceso que contamine la perilla y a la vez la disolución; retire la perilla y permita que el líquido baje por gravedad, descarte este enjuague.

2.- Coloque la perilla nuevamente en la boca de la pipeta volumétrica y succione el líquido por encima de la marca, revisando que no haya burbujas ni espuma en el líquido, retire la perilla y utilice su dedo índice para retener el líquido dentro de la pipeta, seque con una servilleta el exterior de la pipeta,

posteriormente baje lentamente el líquido hasta la marca de graduación, **considerando que el menisco debe quedar sobre la marca**, en el mismo recipiente de donde lo tomo evitando salpicaduras. Por último, transfiera el líquido al recipiente a utilizar, manteniendo la pipeta en posición vertical y colocar la punta de la pipeta cercana a la pared interna del recipiente que recibe el líquido para evitar pérdidas por salpicadura, permita que el líquido fluya por gravedad hasta la última gota, no sople ni sacuda la pipeta, ni permita que toque la pared interna del recipiente.

3.- Una vez terminada la transferencia del líquido retire la pipeta y colóquela en un lugar donde no se contamine si es que se seguirá utilizando o lávela inmediatamente.

Si la pipeta volumétrica tiene solo una marca no se debe de soplar. Existen pipetas (dos marcas) que si requieren soplar para tener el volumen indicado en la pipeta.

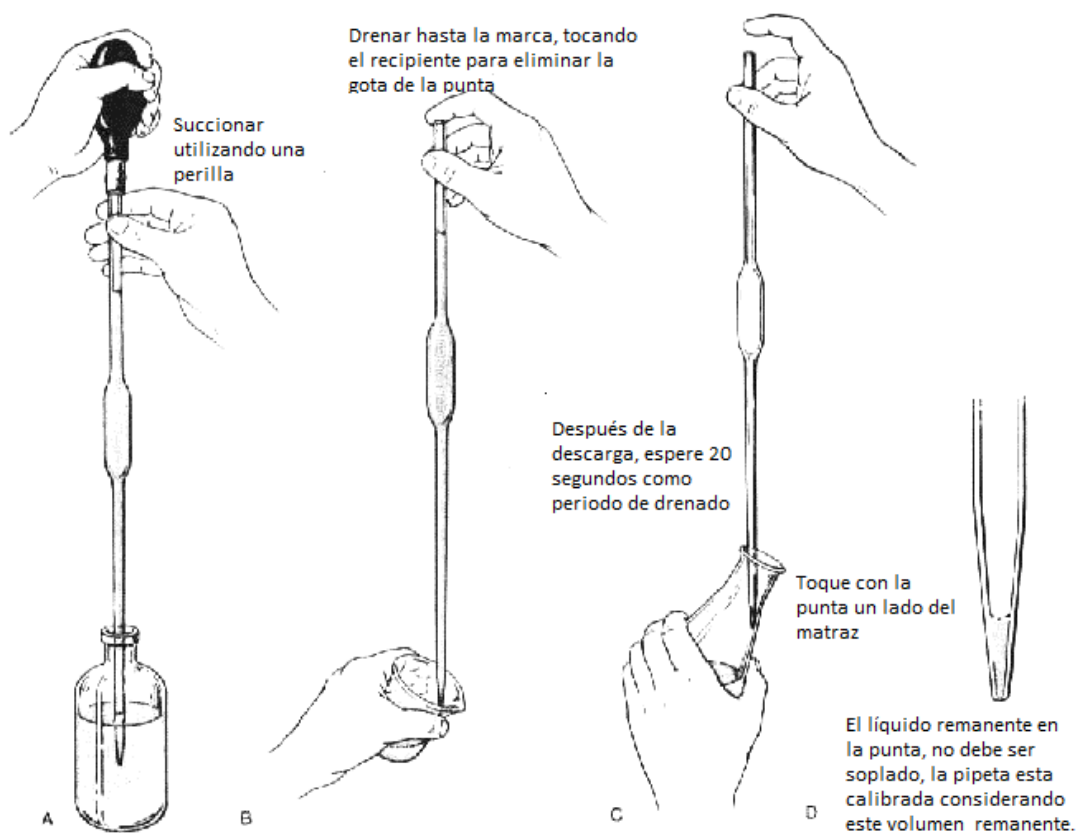


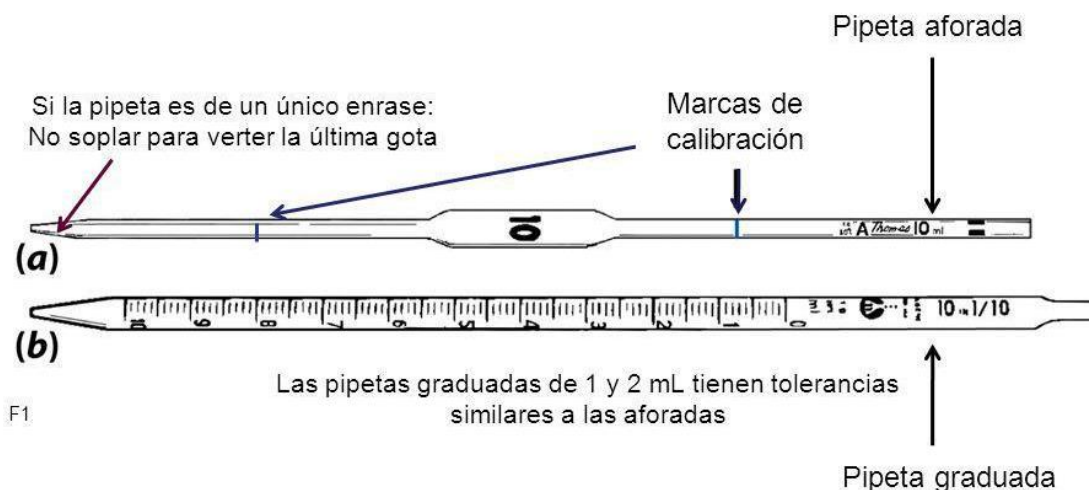
Figura 24 Uso correcto de la pipeta volumétrica [15]

Tabla 31 Error de una pipeta por capacidad. Fuente: <https://www.tplaboratorioquimico.com>

CAPACIDAD EN mL	LÍMITE DE ERROR
2	0,006
5	0.01
10	0.02
30	0.03
50	0.05
100	0.08
200	0.10

Las pipetas que constan con leyenda o graduación identificada como TD o TC que significa en inglés “to delivery (ex)” o “to contain (in)”, es decir verter o vaciar respectivamente.

La diferencia entre estos es que el volumen indicado en el calibrado para contener corresponde con el volumen que contiene el líquido al estar en la pipeta, mientras que el calibrado para verter contiene el volumen de la solución vertida, es decir, posee la estimación de lo que se adhiere a las paredes de la pipeta.



Exactitud de la pipeta aforada > Exactitud de la pipeta graduada

Figura 25 Tipos de pipetas y sus marcas de calibración; a) pipeta aforada o volumétrica, b) pipeta graduada [16].

Manejo y lectura de la bureta

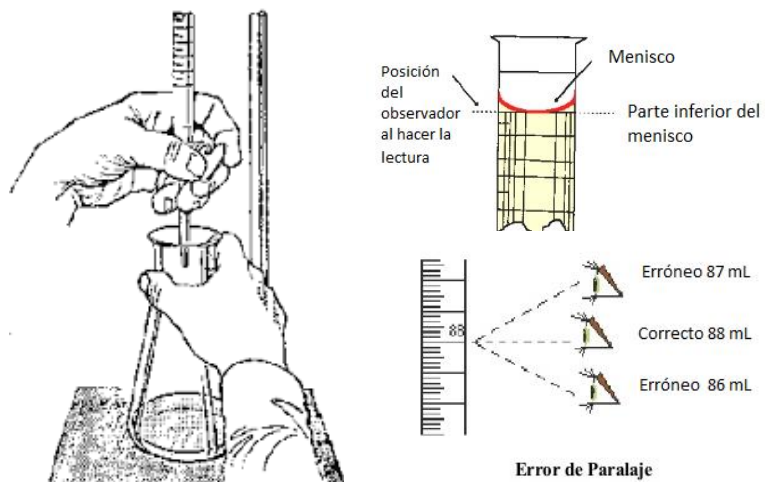


Figura 26 Manejo correcto de la bureta; a) Técnica de manipulación, b) Posición correcta para la observación de la lectura en la bureta [17].

ANEXO 3

Tabla 32 Unidades Físicas

EXPRESIÓN	SE LEE COMO	SIGNIFICA	FÓRMULA
% P/P	Por ciento Peso-Peso	Gramos de analito en cada 100 gramos de muestra.	$\%P = \frac{g \text{ soluto}}{g \text{ disolución}} \times 100$
% P/V	Por ciento Peso-Volumen	Gramos de analito por cada 100 mililitros de disolución.	$\% \frac{P}{V} = \frac{g \text{ soluto}}{mL \text{ disolución}} \times 100$
% V/V	Por ciento Volumen-Volumen	Mililitros de banalito por cada 100 mililitros de disolución.	$\% v = \frac{mL \text{ soluto}}{mL \text{ disolución}} \times 100$
V/V o V:V	Proporción Volumen-Volumen	Volumen de un compuesto 1 que se mezcla con un Volumen de un compuesto 2. Proporción en que se mezclan 2 o más compuestos	$V_A / V_B = \frac{mL A}{mL B} \quad \text{ó} \quad V_A : V_B = mL_A : mL_B$ $V_A : V_B : V_C = mL_A : mL_B : mL_C$
Ppm	Partes por millón	mg de soluto contenido en un litro de disolución o en un Kg de muestra	$ppm = \frac{mg \text{ soluto}}{L \text{ disol.}}$ $ppm = \frac{mg \text{ soluto}}{Kg \text{ muestra}}$
Ppb	Partes por billón	µg de soluto contenido en un litro de disolución o en Kg de muestra. (USA)	$ppb = \frac{\mu g \text{ soluto}}{L \text{ disol. o Kg muestra}}$
ρ	densidad	gramos de sustancia en cada mililitro de la misma	$d = \frac{g \text{ disolución}}{mL \text{ disolución}}$

Tabla 33 Unidades Químicas

NOMBRE	SÍMBOLO	FÓRMULA	FÓRMULA DESARROLLADA
Moles	n	$n = \frac{g}{PM}$ (6.022 x 10 ²³ átomos)	$\frac{g}{PM} = mol = M * L$
Fracción mol de soluto	X _s	$X_s = \frac{n_s}{n_T}$	$fracción\ mol\ soluto = \frac{moles\ de\ soluto}{moles\ Totales}$
Fracción mol de disolvente	X _d	$X_d = \frac{n_d}{n_T}$	$fracción\ mol\ disolvente = \frac{moles\ disolvente}{moles\ Totales}$
Molaridad	M	$M = \frac{n_s}{L_{disolución}}$	$M = \frac{(gramos\ soluto / Peso\ Molecular)}{L_{disolución}}$
Molalidad	m	$m = \frac{n_s}{Kg\ disolvente}$	$m = \frac{(gramos\ soluto / Peso\ Molecular)}{Kg\ disolvente}$
Formalidad	F	$F = \frac{pf g_s}{L_{disolución}}$	$F = \frac{(gramos\ soluto / Peso\ Fórmula)}{L_{disolución}}$
Normalidad	N	$N = \frac{\#Eq_s}{L_{disolución}}$	$N = \frac{(g_s / PEq)}{L_{disolución}} = \frac{(g^*e / PM)}{L_{disolución}} = M * e$
Título	T	$T = N_{dp} * PEq_{ref}$ $T = \frac{mg\ sustancia\ referencia}{mL\ disol.\ patrón}$ T= mg/mL	mg de una sustancia que puede ser valorada con 1 mL de una disolución patrón determinada. $N_{dp} = Normalidad\ de\ la\ disolución\ patrón$ $PEq_{ref} = peso\ equivalente\ de\ la\ sustancia\ de\ referencia$

ANEXO 4

Tabla 34 Densidades de ácidos y bases comerciales

Compuesto	Fórmula	Peso molecular (g/mol)	Densidad (g/mL)	% masa	Molaridad
Ácido acético	CH ₃ COOH	60.05	1.05	99.8	17.4
Ácido clorhídrico	HCl	36.46	1.19	37.2	12.1
Ácido fluorhídrico	HF	20	1.18	49.0	28.9
Ácido fórmico	HCOOH	46.03	1.20	90.3	23.6
Ácido nítrico	HNO ₃	63.01	1.42	70.4	15.9
Ácido perclórico	HClO ₄	100.47	1.67	70.5	11.7
Ácido sulfúrico	H ₂ SO ₄	98.08	1.84	96.0	18
Ácido fosfórico	H ₃ PO ₄	98.10	1.70	85	14.7
Amoníaco (acuoso)	NH ₃	17.03	0.90	28	14.8
Hidróxido de sodio	NaOH	40	1.54	50.5	19.4
Hidróxido de potasio	KOH	56.11	1.46	45.0	11.2

ANEXO 5

Figura 27 Instructivo de funcionamiento de potenciómetro [18]

150 & 450 Series Medidor de mano resistente al agua

Conductividad/TDS/Salinidad Instrucciones de funcionamiento

OAKTON®

Modelos:



Primeros pasos/Conexiones

Luego de insertar (2) baterías AA y/o conectar el suministro de energía opcional de 110/220 VAC conecte los sensores deseados a los puertos correspondientes.



Sondas de 12 mm y 16 mm pueden utilizar **Grip-Clip™** para sujetar uno o más sensores a un vaso y si es necesario al instrumento. El pie puede ser extendido como se muestra arriba o puede ser montado a la pared.

Funciones del teclado

	Presione una vez, para encender en el modo usado previamente. Presione otra vez, para encender la retroiluminación por un minuto o apagar (sólo serie 450). Mantenga apretado por 3 segundos.
	Altere entre los modos medición y calibración. En el modo CONFIGURACIÓN la tecla VOLVER sirve para volver a la opción previa del menú o ajuste.
	Confirmar los valores de calibración en el modo CAL. Confirmar selecciones en el modo CONFIGURACIÓN. Congelar o liberar el valor medido.
	Personalizar los ajustes del instrumento y las preferencias. (Vea también los programas de configuración).
	Altere entre los tipos de medición disponibles.
	Guardar la medición en la memoria. Aumente el valor o desplace hacia arriba en CONFIGURACIÓN o calibración manual.
	Volver a mostrar valores guardados en la memoria. Reduzca el valor o desplace hacia abajo en CONFIGURACIÓN o calibración manual.
	Envíe los datos de salida a una impresora o computadora. (Sólo serie 450).

Programas de configuración

Para acceder a los ajustes abajo presione **CONFIGURACIÓN**. Las flechas arriba/abajo van a hacer aparecer las opciones disponibles. Presione **ENTER** para aceptar el ajuste deseado o **BACK** (Volver) para volver a la opción anterior y/o salir.

Opciones de Configuración

- Indicador listo **ON / OFF** o **HOLD** (Mantenimiento) automático si estable
- Elige °Celsius o °Fahrenheit

Opciones de Célula de Conductividad

- Constante de Célula. Elige (0.10 / 1.00 / 10.0)
- Coefficiente de Temperatura. Ajuste entre 0.00 - 10.0 %/°C

- Factor total de sólidos disueltos. Ajuste entre (0.00 - 1.00)
- Temperatura de normalización. Seleccione (15.0 / 20.0 / 25.0 / 30.0 °C)
- Selección de Calibración de un punto (SPC) para aplicar un solo valor de calibración a todos los rangos o Calibración de varios puntos (MPC) para calibrar rangos individuales.
- Selección de Estándares de Calibración Automáticos o Ajuste Manual
- Selección Notificación de Calibración Pendiente**
- Fije la cantidad de días entre 0 y 60 para el parámetro deseado
- Ver Datos de Calibración** (para el parámetro que se está midiendo)
- Presione **ENTER** para ver cada punto que va a ser calibrado con el rango de calibración asociado.
- Ver Datos de Electrodo** (para el parámetro que se está midiendo)
- Presione **ENTER** para ver la eficiencia del electrodo de cada punto que se está calibrando con su rango de calibración asociado.

Ajustes del Sistema

- Registro de datos:**
- MANUAL** al apretar un botón sólo intervalo **TIMED** (Cronometrado). Elige (SEG / MIN / HORA) intervalo.
- Apagado automático después de 10 minutos. Elige **ON** oder **OFF**.
- Ajustes del reloj:**
- Fecha: Elige **USA** (MM/DD/AAAA) o **Euro** (DD/MM/AAAA).
- Tiempo: Elige **24HR** o **12HR**. Si **12HR** elige **AM** o **PM**.
- Ajustar tipo de impresora:**
- CSV** (Valores Separados por Coma) – mejor formato para la computadora
- Impresora** (texto) – mejor formato para impresora.
- Elige **Manual** (**MAN**) al apretar un botón o intervalo **TIMED** (Cronometrado). Si cronometrado, elige (SEG / MIN / HORA).
- Resetear**
- NO** (NRO), de salidas de las opciones del menú de reseteo sin acción.
- FACTORY RESET** (RESETEO DE FÁBRICA). Retoma todos los ajustes von excepción de fecha/tiempo y calibración ATC a los valores estándares de fábrica luego de oprimir **ENTER** el medidor es reseteado.
- DATA RESET** (RESETEO DE DATOS). Elimina datos guardados en la memoria mientras otros ajustes se conservan luego de oprimir **ENTER**.
- CALIBRATION RESET** (RESETEO DE CALIBRACIÓN). Elimina datos no pertenecientes a la calibración ATC mientras otros ajustes se conservan luego de oprimir **ENTER**.

Conductividad/TDS/Salinidad Calibración

Para mejores resultados se recomienda una calibración periódica con estándares conocidos y precisos. Calibre con estándares cercanos a su rango de medición deseado. Revuelva para los mejores resultados. Luego de la calibración va a ser visible en la visualización inferior la eficiencia del electrodo que corresponde a la medición activa. "- - -" va a aparecer si no se lleva a cabo ninguna calibración. Presione **MEAS** para regresar al modo de medición.

Rango #	Rango de Conductividad	Valores de Calibración Automáticos	
		Temperatura de Normalización 25 °C	20 °C
r 1	0.00 - 19.99 µS	Ninguno	Ninguno
r 2	20.0 - 199.9 µS	84 µS	76 µS
r 3	200.0 - 1999 µS	1413 µS	1278 µS
r 4	2.00 - 19.99 mS	12.88 mS	11.67 mS
r 5	20.0 - 200.0 mS	111.8 mS	102.1 mS

Utilizando Reconocimiento Automático de Conductividad

- Desde el modo de medición de conductividad sumerja el sensor en su estándar – 84 µS, 1413 µS, 12.88 mS, o 111.8 mS, luego presione **CAL**. La visualización primaria va a buscar al estándar más cercano. La visualización secundaria va a mostrar el valor no ajustado y la visualización inferior va a mostrar la temperatura. Se permite un valor de calibración en cada rango.
- Cuando aparece el indicador **LISTO** presione **ENTER** para aceptar. En la medición primaria va a brillar "LISTO".
- Para calibrar otro estándar, lave sus electrodos y luego sumérjelos en su próximo estándar o presione **MEAS** para regresar al modo de medición. La pantalla primaria va a buscar al valor estándar más cercano, que no ha sido calibrado aún, mientras que la pantalla secundaria va a mostrar el valor no ajustado. Cuando aparece el indicador **LISTO** presione **ENTER** para aceptar.
- Luego de que se haya calibrado la cantidad deseada de estándares, la visualización inferior va a indicar la eficiencia en el modo de medición.

Utilizando Ajuste Manual

- Desde el modo de medición Conductividad/TDS/SALINIDAD sumerja el sensor en su estándar y luego presione **CAL**.
- Cuando aparezca el indicador **LISTO** utilice las flechas arriba/abajo para ajustar la medición primaria para que sea igual que el valor estándar a la temperatura medida, luego presione **ENTER**.
- Lave sus electrodos y sumerja el sensor en su próximo estándar o presione **MEAS** para regresar al modo de medición. Repita si es necesario. El rango de que se haya calibrado la cantidad deseada de estándares, la visualización inferior va a indicar la eficiencia en el modo de medición.

Calibración de temperatura/ATC Manual

La calibración de la temperatura se recomienda antes del primer uso, luego del reemplazo del sensor ATC y periódicamente según sea necesario.

- Oprima **CAL** de cualquier medición, luego oprima **MODE** (Modo).
- Siga con el paso 3 por una ATC manual, de otra manera sumerja el sensor de temperatura en una solución con una temperatura determinada conocida. La pantalla superior muestra la temperatura activa mientras que la pantalla inferior muestra la temperatura estándar de fábrica sin ajuste.
- Use las flechas arriba/abajo para ajustar el monitor superior. Oprima **ENTER** para aceptar la temperatura de calibración. El valor ajustable máximo es ± 10 °C (± 18 °F) desde el valor de fábrica.

Mensajes de error

- ERR** "ERR" va a aparecer si existe una condición de error o si es presionada la tecla equivocada. Ejemplos comunes son entre otros:
- Apretar **ENTER** durante la calibración antes de que aparezca la indicación "READY" (Listo). Espere a que aparezca la indicación "READY" (Listo) antes de apretar **ENTER**.
- RI** (Rango inferior) • **RS** (Rango superior)

Uso intencionado, mantenimiento y precauciones

Estos medidores portátiles utilizan sensores para detectar varios parámetros para mediciones basadas en agua. Para el mantenimiento de rutina desconecte el cable de alimentación o la batería y luego pase un trapo húmedo por la pantalla. Si es necesario puede utilizarse agua tibia o un detergente suave basado en agua. Remueve inmediatamente cualquier sustancia derramada sobre el medidor con el procedimiento de limpieza correcto para el tipo de sustancia derramada.

- No utilice este equipo en atmósferas potencialmente peligrosas.
- Vea las instrucciones del electrodo para su uso, almacenamiento y limpieza.
- Asegúrese de que ningún líquido ingrese al instrumento.
- No use químicos de limpieza agresivos (solventes o sustancias similares).
- No hay partes en el interior que pueden ser mantenidas por el usuario. El intento de mantener partes internas puede anular la garantía.
- No está diseñado para aplicaciones médicas o uso en pacientes.
- ADVERTENCIA:** No está permitido ninguna modificación de este equipo.

Condiciones de funcionamiento del instrumento	
Temperatura de ambiente de funcionamiento	5 a 45 °C
Humedad relativa de funcionamiento	5 a 85 %, no condensada
Temperatura de almacenamiento	-20 a +60 °C
Humedad relativa de almacenamiento	5 a 85 %, no condensada
Contaminación	Grado de 2
Sobretensión	Categoría de II
Peso	500 g
Tamaño (L x A x P)	21,15 x 9,87 x 5,85 cm
Ordenanzas y Seguridad	CE, TUV 3-1, FCC Clase A
Potencia Nominal	Entrada de CC, 9 VDC 1 A
	2 x AA (LR6) 1.5 V baterías (reemplazar baterías cuando parpadee el cartel de la batería)
Requerimientos de batería	
Vibración	Envío/Manejo conforme a ISTA #1A
Shock	Test de caída en envase conforme a ISTA #1A
	Carcasa (diseñado para cumplir) IP67 (utilizando cubiertas de goma)
Transformador universal Condiciones de funcionamiento	
Temperatura de Ambiente de funcionamiento	5 a 50 °C
Humedad relativa de funcionamiento	0 a 90 %, no condensada
Temperatura de almacenamiento	-20 a +75 °C
Humedad relativa de almacenamiento	0 a 90 %, no condensada
Contaminación	Grado de 2
Sobretensión	Categoría de II
Potencia Nominal	I/P: 100 - 240 V, 50/60 Hz, 0.3A O/P: 9 VDC 1 A

Oakton Instruments

625 East Bunker Court, Vernon Hills, IL, 60061, USA
Tel: 1-888-462-5866 • Fax: 1-847-247-2964
info@4oakton.com • www.4oakton.com

6&X651 902 09/15 Rev.1

ANEXO 6

Tabla 35 Indicadores Ácido-Base

Indicador	Intervalo de transición (pH)	Color de la forma ácido	Color de la forma básica	Preparación
Violeta de metilo	0.0-1.6	Amarillo	Violeta	0.05 % m en H ₂ O
Rojo de cresol	0.2-1.8	Rojo	Amarillo	0.1 g en 26.2 mL 0.01 M NaOH, después añadir 225 mL H ₂ O
Azul de timol	1.2-2.8	Rojo	Amarillo	0.1 g en 21.5 mL 0.01 M NaOH, después añadir 225 mL H ₂ O
Púrpura de cresol	1.2-2.8	Rojo	Amarillo	0.1 g en 26,2 mL 0.01 M NaOH, después añadir 225 mL H ₂ O
Eritrosina, disódica	2.2-3.6	Naranja	Rojo	0.1 % m en H ₂ O
Naranja de metilo	3.1-4.4	Rojo	Amarillo	0.01 % m en H ₂ O
Rojo Congo	3.0-5.0	Violeta	Rojo	0.1 % m en H ₂ O
Naranja de etilo	3.4-4.8	Rojo	Amarillo	0.1 % m en H ₂ O
Verde de bromocresol	3..8-5.4	Amarillo	Azul	0.1 g en 14.3 mL NaOH 0.01 M, después añadir 225 mL H ₂ O
Rojo de metilo	4.8-6.0	Rojo	Amarillo	0.02 g en 60 mL etanol, después añadir 40 mL H ₂ O
Rojo de clorofenol	4.8-6.4	Amarillo	Rojo	0.1 g en 23.6 mL NaOH 0.01 M, después añadir 225 mL H ₂ O
Púrpura de bromocresol	5.2-6.8	Amarillo	Púrpura	0.1 g en 18.5 mL NaOH 0.01 M, después añadir 225 mL H ₂ O
p-Nitrofenol	5.6-7.6	Incoloro	Amarillo	0.1 % m en H ₂ O
Tornasol	5.0-8.0	Rojo	Azul	0.1 % m en H ₂ O

Indicador	Intervalo de transición (pH)	Color de la forma ácido	Color de la forma básica	Preparación
Azul de bromotimol	6.0-7.6	Amarillo	Azul	0.1 g en 16.0 mL NaOH 0.01 M, después añadir 225 mL H ₂ O
Rojo de fenal	6.4-8.0	Amarillo	Rojo	0.1 g en 28.2 mL NaOH 0.01 M, después añadir 225 mL H ₂ O
Rojo neutro	6.8-8.0	Rojo	Amarillo	0.1 g en 50 mL etanol, después añadir 50 mL H ₂ O
Rojo de cresol	7.2-8.8	Amarillo	Rojo	Ver arriba
X-N aftoltalefna	7.3-8.7	Rosa	Verde	0.1 g en 50 mL etanol, después añadir 50 mL H ₂ O
Púrpura de cresol	7.6-9.2	Amarillo	Púrpura	Ver arriba
Azul de timol	8.0-9.6	Amarillo	Azul	Ver arriba
Fenolftaleína	8.0-9.6	Incoloro	Rojo	0.05 g en 50 mL etanol. Después añadir 50 mL H ₂ O
Timolftaleína	8.3-10.5	Incoloro	Azul	0.004 g en 50 mL etanol. Después añadir 50 mL H ₂ O
Amarillo de alizarina	10.1-12.0	Amarillo	Rojo-Naranja	0.1 % m en H ₂ O
Nitramina	10.8-13.0	Incoloro	Marrón-Naranja	0.05 g en 50 mL etanol. Después añadir 50 mL H ₂ O
Tropeolina O	11.1-12.7	Amarillo	Naranja	0.1% m en H ₂ O

ANEXO 7

Tabla 36 Constantes de acidez y basicidad de ácidos y bases débiles

Acido/ácido conjugado	Formula	P. M.	Ka	pKa	Base/Base Conjugada	Kb	pKb
Acético	$C_2H_3O_2$	60.05	1.8×10^{-5}	4.74	Acetato	5.6×10^{-10}	9.26
Amonio	NH_4^+	18.05	5.6×10^{-10}	9.26	Amoniac	1.8×10^{-5}	4.74
Anilinio	$C_6H_5NH_3^+$	94	2.2×10^{-5}	4.66	Anilina	4.6×10^{-10}	9.34
Arsénico	H_3AsO_4	142	6.0×10^{-3}	2.22	Arseniato diácido	1.7×10^{-12}	11.78
Arseniato diácido	$H_2AsO_4^-$	141	1.1×10^{-7}	6.96	Arseniato monoácido	9.1×10^{-8}	7.04
Arseniato monoácido	$HAsO_4^{2-}$	140	3×10^{-12}	11.5	Arseniato	3×10^{-3}	2.5
Arsenioso	AsO_3H_3	126	6×10^{-10}	9.2	Arsenito diácido	1.7×10^{-5}	4.8
Arsenito diácido	$AsO_3H_2^-$	125	3×10^{-14}	13.5	Arsenito monoácido	3×10^{-1}	0.5
Benzoico	C_6H_5COOH	122.12	6.6×10^{-5}	4.18	Benzoato	1.5×10^{-10}	9.82
Bórico	H_3BO_3	61.83	5.8×10^{-10}	9.24	Borato diácido	1.7×10^{-5}	4.76
Carbonico	H_2CO_3	62.03	4.6×10^{-7}	6.34	Bicarbonato	2.2×10^{-8}	7.66
Bicarbonato	HCO_3^-	61.03	4.4×10^{-11}	10.36	Carbonato	2.3×10^{-4}	3.64
Cianhídrico	HCN	27	7.2×10^{-10}	9.14	Cianuro	1.4×10^{-5}	4.86
Ciánico	$HOCN$	43	2×10^{-4}	3.7	Cianato	5×10^{-11}	10.3
Cítrico	$H_3C_6H_5O_7$	192.12	8.4×10^{-4}	3.08	Citrato diácido	1.2×10^{-11}	10.92
Citrato diácido	$H_2C_6H_5O_7^-$	191.12	1.8×10^{-5}	4.74	Citrato monoácido	5.6×10^{-10}	9.26
Citrato monoácido	$HC_6H_5O_7^{2-}$	190.12	4.0×10^{-6}	5.4	Citrato	2.5×10^{-9}	8.6
Monocloroacético	$CH_2ClCOOH$	94.5	1.4×10^{-3}	2.85	Monocloroacetato	7.1×10^{-12}	11.15
Dicloroacético	$CHCl_2COOH$	129	5×10^{-2}	1.3	Dicloroacetato	2×10^{-13}	12.7
Tricloroacético	CCl_3COOH	163.5	2×10^{-1}	0.7	Tricloroacetato	5×10^{-14}	13.3
Crómico	H_2CrO_4	118	1.8×10^{-1}	0.74	Bicromato	5.6×10^{-14}	13.26
Bicromato	HO_2CrO_4	117	3.2×10^{-7}	6.49	Cromato	3.1×10^{-8}	7.51
Dietilamonio	$C_4H_{10}NH_2^+$	74	7.7×10^{-12}	11.11	Dietilamina	1.3×10^{-3}	2.89
Dimetilamonio	$C_2H_5NH_2^+$	46	1.9×10^{-11}	10.72	Dimetilamina	5.2×10^{-4}	3.28
Etilamonio	$C_2H_5NH_3^+$	46	1.8×10^{-11}	10.75	Etilamina	5.6×10^{-4}	3.25
Fenol	C_6H_5OH	94	1.3×10^{-10}	9.89	Fenolato	7.7×10^{-5}	4.11
Fluorhídrico	HF	20	6×10^{-4}	3.22	Fluoruro	1.7×10^{-11}	10.78
Fórmico	$HCOOH$	46	1.8×10^{-4}	3.74	Formiato	5.6×10^{-11}	10.26
Fosfórico	H_3PO_4	98	7.5×10^{-3}	2.12	Fosfato diácido	1.3×10^{-12}	11.88

Acido/ácido conjugad	Formula	P.M.	Ka	pKa	Base/Base Conjugada	Kb	pKb
Fosfato diácido	H_2PO_4^-	97	6.2×10^{-8}	7.21	Fosfato monoácido	1.6×10^{-7}	6.79
Fosfato monoácido	HPO_4^{2-}	96	4.8×10^{-13}	12.32	Fosfato	2.1×10^{-2}	1.68
Ftálico	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$	166.14	1.1×10^{-3}	2.96	Biftalato	9.1×10^{-12}	11.04
Biftalato	$\text{C}_6\text{H}_4\text{C}_2\text{O}_4\text{H}^-$	165.14	3.9×10^{-6}	5.41	Ftalato	2.6×10^{-9}	8.59
Hidrazinio	N_2H_6^+	33	3.3×10^{-9}	8.48	Hidrazina	3×10^{-6}	5.52
Hipocloroso	HOCl	52.5	3×10^{-8}	7.5	Hipoclorito	3×10^{-7}	6.5
Hipofosforoso	H_3PO_2	66	5.9×10^{-2}	1.23	hipofosfito	1.69×10^{-13}	12.77
Metilamonio	CH_3NH_3^+	32	2×10^{-11}	10.7	Metilamina	5×10^{-4}	3.3
Nitroso	HNO_2	47.01	4.5×10^{-4}	3.35	Nitrito	2.2×10^{-11}	10.65
Oxalico	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	90	5.6×10^{-2}	1.25	Bioxalato	1.8×10^{-13}	12.75
Bioxalato	HC_2O_4^-	89	5.4×10^{-5}	4.27	Oxalato	1.9×10^{-10}	9.73
Piridinio	$\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+$	80	7.1×10^{-6}	5.15	Piridina	1.4×10^{-9}	8.85
Sulfhidrico	H_2S	34.08	1×10^{-7}	7	Bisulfuro	1.1×10^{-7}	7
Bisulfuro	HS^-	33.08	1.3×10^{-14}	13.9	Sulfuro	0.77	0.11
Sulfúrico	H_2SO_4	98.08	Fuerte		Bisulfato	Debil	
Bisulfato	HSO_4^-	97.08	1.2×10^{-2}	1.92	Sulfato	8.3×10^{-13}	12.08
Sulfuroso	H_2SO_3	82.08	1.7×10^{-2}	1.77	Bisulfito	5.9×10^{-13}	12.23
Bisulfito	HSO_3^-	81.08	6.2×10^{-8}	7.21	Sulfito	1.6×10^{-7}	6.79
Tartárico	$\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$	150.09	9.4×10^{-4}	3.03	Bitartrato	1.1×10^{-11}	10.97
Bitartrato	$\text{HC}_4\text{H}_4\text{O}_6^-$	149.08	2.9×10^{-5}	4.54	Tartrato	3.4×10^{-10}	9.46
Butanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	88.1	1.52×10^{-5}	4.82	Butanato	6.58×10^{-10}	9.18
Fosforoso	H_3PO_3	81.99	3×10^{-2}	1.52	Fosfito Diácido	3.33×10^{-13}	12.48
Fosfito Diácido	H_2PO_3^-	80.99	4.62×10^{-7}	6.34	Fosfito Monoácido	2.16×8	7.66
Fumárico	$\text{trans-HOOCCH:CHCOOH}$	116	8.85×10^{-4}	3.05	Fumarato Monoácido	1.13×10^{-11}	10.95
Fumarato Monoácido	$\text{trans-HOOCCH:CHCOO}^-$	115	3.21×10^{-5}	4.49	Fumarato	3.12×10^{-10}	9.51
Glicólico	HOCH_2COOH	76	1.47×10^{-4}	3.83	Glicolato	6.8×10^{-11}	10.17
Hidrazoico	HN_3	43	2.2×10^{-5}	4.66	Hidrazoato	4.55×10^{-10}	9.34
Lactico	$\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$	90.08	1.38×10^{-4}	3.86	Lactato	7.25×10^{-11}	10.14
Maleico	cis-HOOCCH:CHCOOH	116	1.3×10^{-2}	1.89	Maleato Monoácido	7.69×10^{-13}	12.11
Maleato Monoácido	$\text{cis-HOOCCH:CHCOO}^-$	115	5.9×10^{-7}	6.23	Maleato	1.69×10^{-8}	7.77

Acido/ácido conjugado	Formula	P.M.	Ka	pKa	Base/Base Conjugada	Kb	pKb
Málico	$\text{HOOCCHOHCH}_2\text{COOH}$	134	3.48×10^{-4}	3.46	Malato Monoácido	2.87×10^{-11}	10.54
Malato Monoácido	$\text{HOOCCHOHCH}_2\text{COO}^-$	135	8×10^{-6}	5.10	Malato	1.25×10^{-9}	8.90
Malónico	$\text{HOOCCH}_2\text{COOH}$	104	1.42×10^{-3}	2.85	Malonato Monoácido	7.04×10^{-12}	11.15
Malonato Monoácido	$\text{HOOCCH}_2\text{COO}^-$	103	2.01×10^{-6}	5.70	Malonato	4.98×10^{-9}	8.30
Mandélico	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CHOHCOOH}$	152	4×10^{-4}	3.40	Mandélate	2.5×10^{-11}	10.60
Peryódico	H_5IO_6	228	2×10^{-2}	1.70	Peryodato tetrácido	5×10^{-13}	12.30
Peryodato tetrácido	H_4IO_6^-	227	5×10^{-9}	8.30	Peryodato triácido	2×10^{-6}	5.70
Picrico	$(\text{NO}_2)_3\text{C}_6\text{H}_2\text{OH}$	229.1	4.3×10^{-1}	0.37	Picrato	2.33×10^{-14}	13.63
Piruvico	CH_3COCOOH	88	3.2×10^{-3}	2.49	Piruvato	3.13×10^{-12}	11.51
Propanoico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	74	1.34×10^{-5}	4.87	Propanoato	7.46×10^{-10}	9.13
Salicílico	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$	138	1.06×10^{-3}	2.97	Salicilato	9.43×10^{-12}	11.03
Succínico	$\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	118	6.21×10^{-5}	4.21	Succinato Monoácido	1.61×10^{-10}	9.79
Succinato Monoácido	$\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$	117	2.31×10^{-6}	5.64	Succinato	4.33×10^{-9}	8.36
Sulfámico	$\text{H}_2\text{NSO}_3\text{H}$	97.09	1.03×10^{-1}	0.99	Sulfámato	9.71×10^{-14}	13.01
Tiocianico	HSCN	59	0.13	0.89	Tiocianato	7.69×10^{-14}	13.11
Tiosulfúrico	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$	114	3×10^{-1}	0.52	Tiosulfato monoácido	3.33×10^{-14}	13.48
Tiosulfato monoácido	HS_2O_3^-	113	2.5×10^{-2}	1.60	Tiosulfato	4×10^{-13}	12.40
Yódico	HIO_3	176	1.7×10^{-1}	0.77	Yódato	5.88×10^{-14}	13.23
Peroxido de hidrógeno	H_2O_2	34	2.2×10^{-12}	11.66	Hidroxi-peróxido	4.55×10^{-3}	2.34
ion Etilendiamonio	$\text{H}_3^+\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3^+$	62.11	1.42×10^{-7}	6.85	ion etilendiaminamonio	$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3^+$	
ion etilendiaminamonio	$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3^+$	61.11	1.18×10^{-10}	9.93	Etilendiamina	$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	
trimetilamonio	$\text{C}_3\text{H}_9\text{NH}_2^+$	61.13	1.58×10^{-10}	9.8	trimetilamina		
hidroxilamonio	H_3^+NOH	34.04	1.10×10^{-6}	5.96	hidroxilamina		