



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO QUIMICA GENERAL ECOPROCESOS

Programa Académico
Plan de Estudios
Fecha de elaboración
Versión del Documento

Elija un elemento.
2021
01/06/2025
1



Dra. Martha Patricia Patiño Fierro
Rectora

Mtra. Ana Lisette Valenzuela Molina
**Encargada del Despacho de la Secretaría
General Académica**

Mtro. José Antonio Romero Montaña
Secretario General Administrativo

Lic. Jorge Omar Herrera Gutiérrez
**Encargado de Despacho de Secretario
General de Planeación**

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	4
IDENTIFICACIÓN	5
<i>Carga Horaria de la asignatura</i>	<i>5</i>
<i>Consignación del Documento</i>	<i>5</i>
MATRIZ DE CORRESPONDENCIA	6
NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS	7
<i>Reglamento general del laboratorio</i>	<i>7</i>
<i>Reglamento de uniforme</i>	<i>7</i>
<i>Uso adecuado del equipo y materiales.....</i>	<i>7</i>
<i>Manejo y disposición de residuos peligrosos.....</i>	<i>8</i>
<i>Procedimientos en caso de emergencia</i>	<i>8</i>
<i>En caso de lesiones por golpe o caída</i>	<i>8</i>
RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA..	14
PRÁCTICAS.....	3
FUENTES DE INFORMACIÓN	8
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	9
FUENTES DE INFORMACIÓN	14
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	15
FUENTES DE INFORMACIÓN	20
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	21

INTRODUCCIÓN

Como parte de las herramientas esenciales para la formación académica de los estudiantes de la Universidad Estatal de Sonora, se definen manuales de práctica de laboratorio como elemento en el cual se define la estructura normativa de cada práctica y/o laboratorio, además de representar una guía para la aplicación práctica del conocimiento y el desarrollo de las competencias clave en su área de estudio. Su diseño se encuentra alineado con el modelo educativo institucional, el cual privilegia el aprendizaje basado en competencias, el aprendizaje activo y la conexión con escenarios reales.

Con el propósito de fortalecer la autonomía de los estudiantes, su pensamiento crítico y sus habilidades para la resolución de problemas, las prácticas de laboratorio integran estrategias didácticas como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo, la experimentación guiada y el uso de tecnologías educativas. De esta manera, se promueve un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico, en el que los estudiantes no solo adquieren conocimientos teóricos, sino que también desarrollan habilidades prácticas y reflexivas para su desempeño profesional.

Señalar en este apartado brevemente los siguientes elementos según corresponda:

- Propósito del manual
- Justificación de su uso en el programa académico
- Competencias a desarrollar
 - **Competencias blandas:** Habilidades transversales que se refuerzan en las prácticas, como la comunicación, el trabajo en equipo, el uso de tecnologías, etc.
 - **Competencias disciplinares:** Conocimientos específicos del área del laboratorio, incluyendo fundamentos teóricos y habilidades técnicas.
 - **Competencias profesionales:** Aplicación de los conocimientos adquiridos en escenarios reales o simulados, en concordancia con el perfil de egreso del programa.

IDENTIFICACIÓN

Nombre de la Asignatura		Química General	
Clave	052CP045	Créditos	7
Asignaturas Antecedentes		Plan de Estudios	2021

Área de Competencia	Competencia del curso
Emplear el pensamiento estratégico en la gestión empresarial, a nivel regional, nacional o internacional, mediante la aplicación efectiva de herramientas metodológicas, de producción, financieras, mercadológicas y de gestión del capital humano, con el fin de incrementar los índices de productividad y competitividad organizacional, bajo un enfoque de calidad, análisis de problemas, trabajo en equipo y toma de decisiones.	Interpretar las leyes de la Química que permitan dominar las formas de expresar los diferentes compuestos químicos y elaborar soluciones, mediante las reglas de la nomenclatura y los conceptos básicos sobre la concentración de las soluciones, a fin de que sirvan para su formación profesional, así como apoyo en otras disciplinas que requieran de estos conocimientos; permitiendo tomar decisiones y trabajar eficientemente en equipo.

Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
3	2	1		6

Consignación del Documento

Unidad Académica	Unidad Académica Hermosillo
Fecha de elaboración	01/06/2025
Responsables del diseño	Ricardo Recio Sánchez
Validación	
Recepción	Coordinación de Procesos Educativos

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Señalar la relación de cada práctica con las competencias del perfil de egreso

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
Determinación de cianuro libre	El estudiante será capaz de aplicar técnicas de análisis químico para la determinación cuantitativa de cianuro libre, interpretando resultados conforme a normativas ambientales vigentes, y desarrollando criterios técnicos para el monitoreo de contaminantes en contextos industriales y mineros, con responsabilidad profesional y ética ambiental.
Determinación de ácido sulfúrico libre	El estudiante será capaz de realizar valoraciones ácido-base para identificar la concentración de ácido sulfúrico libre en soluciones, interpretando los resultados con base en principios estequiométricos, y aplicando estos conocimientos al control de calidad en procesos industriales, con capacidad de análisis crítico y trabajo en equipo.
Preparación de ácido clorhídrico al 10 %	El estudiante será capaz de preparar soluciones de concentración controlada mediante cálculos de dilución, manipulando sustancias corrosivas con seguridad y precisión, y garantizando la confiabilidad del reactivo en actividades de laboratorio químico, con enfoque en la responsabilidad técnica y la rigurosidad científica.

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

Reglamento general del laboratorio

1. La entrada al laboratorio deberá ser ordenada, conservándose este orden durante el desarrollo de la práctica.
2. El tiempo de tolerancia para llegar y entrar al laboratorio será fijado por el maestro o el encargado de laboratorio.
3. Se prohíbe comer, beber y fumar dentro del laboratorio.
4. Los útiles y pertenencias que no cumplan un contenido en la práctica, deberán ser colocados en el lugar indicado por el maestro (a) o encargado de laboratorio.
5. Se sancionará a las (s) persona (s) que, por sus actitudes perniciosas, pongan en riesgo o dañen la integridad física y moral de sus compañeros, o dañen instalaciones o equipos, basado en los reglamentos correspondientes internos de esta universidad y el presente reglamento.
6. Cada grupo deberá trabajar en el horario designado.
7. Ubicar donde se encuentran exactamente las instalaciones de seguridad del laboratorio: extinguidores, botiquín, etc.
8. No prender radios, ni usar audífonos, ni celular.
9. Si el maestro no está presente no se puede realizar la práctica a menos que exista una autorización
10. Cualquier accidente, por irresponsabilidad, en que resulten dañados material o equipo, estos deberán ser recuperados al laboratorio por los integrantes del equipo o por la persona responsable, en un plazo no mayor de 15 días. De no hacerlo, se le suspenderá el acceso al laboratorio en las prácticas posteriores.
11. A los alumnos (as) que se les sorprenda rayando las mesas o bancos, además de limpiarlas serán suspendidos de la práctica o prácticas a criterio del maestro (a) o encargado del laboratorio.
12. Al finalizar la práctica, el material, equipo y la mesa de trabajo serán entregados perfectamente limpios.
13. Solo las personas autorizadas podrán estar y hacer uso del laboratorio.
14. Personas ajenas al programa educativo de Ingeniero de Geociencias podrán hacer uso de las instalaciones, solo con la autorización del jefe de carrera.

Reglamento de uniforme

1. Toda persona que trabaje en el laboratorio deberá traer puesta su bata de manga larga, zapato cerrado, así como lentes de seguridad y demás equipo de protección personal que se requiera de acuerdo con las prácticas a realizar.
2. No se recomienda traer el cabello largo y suelto, usar lentes de contacto, anillos, pulseras, dijes, aretes largos, etc.

Uso adecuado del equipo y materiales

1. Es responsabilidad y obligación del alumno revisar su material al iniciar la práctica, así como su limpieza y buen cuidado, además de la preservación de la mesa y equipo instrumental.
2. No se debe prestar ningún material y/o equipo que pertenezca al laboratorio sin previa autorización del jefe de carrera.
3. Cuando algún equipo no funcione o presente alguna anomalía se deberá reportarlo inmediatamente al maestro (a) o encargado del laboratorio.

Manejo y disposición de residuos peligrosos

1. Antes de usar un reactivo químico o una solución, lea primeramente la etiqueta para identificar el contenido; tome exactamente la cantidad necesaria y tape el frasco; no regrese jamás el exceso al frasco original.
2. No se deben oler sustancias directamente, ya que la mayoría son tóxicas, con la ayuda de la mano, abanique, para aproximar las gases o vapores al olfato.
3. Se debe etiquetar todos los frascos que contengan reactivos y sustancias, con el fin de evitar confusiones.
4. Cuando se trabaje con material inflamable: queda estrictamente prohibido el uso de mecheros o cualquier otro tipo de fuente de flama.
5. Jamás se verterá agua sobre ácido, lo correcto es verter el ácido sobre el agua.
6. Los reactivos químicos y materiales se deberán dejar en el lugar correspondiente al término de la práctica.
7. Al término de la práctica, cerciorarse que las llaves de gas y agua queden cerradas.

Procedimientos en caso de emergencia

En caso de lesiones por golpe o caída

- No muevas a la persona lesionada y sugiérele que no se mueva. Avisa al personal de la enfermería o al personal de seguridad. En la medida de lo posible, no dejes solo(a) al(a) lesionado(a)

En caso de cortadura

Antes de...

- Asegúrate de utilizar el equipo de seguridad adecuado y cumple las reglas generales de seguridad.
- Revisa el material de cristalería o equipo a utilizar, evitando usar todo aquel que presente fracturas, esté despostillado, roto o tenga áreas dañadas que provoquen cortes en la piel.

Durante...

- Mantén la calma.
- Lava con agua el área afectada.
- Cubre la herida con gasa y, si es posible, haz compresión directa o indirecta y/o eleva la extremidad afectada para detener el sangrado.
- Si la herida (cortadura) es pequeña y se ha detenido el sangrado, lava el área afectada con agua y jabón antibacterial. Una vez detenido el sangrado, cúbrelo con gasa y cinta Micropore® o un vendaje.
- NO apliques torniquetes, ni trates de sacar trozos de vidrio u otro material involucrado.
- Avisa al personal de la enfermería o al personal de seguridad.

En caso de quemaduras por productos químicos (aun en casos en que el producto reaccione con agua)

Antes de...

- Asegúrate de tener a la mano la información necesaria sobre los productos que se

manejan en el laboratorio, es decir, las HOJAS DE SEGURIDAD DE SUSTANCIAS QUÍMICAS, las cuales deben contener, al menos, la siguiente información: propiedades físicas y químicas, toxicidad, acciones de primeros auxilios, acciones a realizar en caso de fuga y derrame, equipo de protección personal necesario durante su uso y la atención de emergencias. Si en ellas se indica el uso de algún antídoto o agente neutralizante para los reactivos que van a utilizarse, es necesario tenerlo preparado previamente a su uso y en un lugar de fácil acceso.

- Revisa que el equipo de atención de emergencias se encuentre funcionando correctamente (lavajos, regadera de emergencia, polvo para control de derrame, almohadillas absorbentes, entre otros).
- Desde tu entrada al laboratorio usa tu equipo de seguridad personal completo (lentes de seguridad, bata, guantes). Sustituye cualquiera de éstos que esté dañado.

Durante...

- Tu seguridad es lo más importante, NO INTENTES ACTOS HEROICOS.
- Si el reactivo cayó en la cara, retira los lentes de seguridad y lava inmediatamente en el lavajos o al chorro del agua por lo menos durante 20 minutos, verificando que se tengan los párpados abiertos.
- Si el producto cayó en la piel, retira el exceso de producto con un trozo de papel o tela absorbente e inmediatamente lava el área afectada al chorro del agua, por lo menos durante 20 minutos. Recuerda que se debe considerar al papel y tela contaminada como residuo peligroso y no arrojarlos a la basura municipal.
- Si el producto cayó en buena parte del cuerpo y no puedes lavar la zona afectada en la tarja, retira la ropa contaminada y utiliza la regadera de emergencia para eliminar la mayor cantidad de producto posible, al menos durante 20 minutos.
- Si es inhalado, transporta a la víctima a un lugar bien ventilado y solicita inmediatamente atención médica especializada.
- Si es ingerido, solicita inmediatamente atención médica especializada.
- Si existe un antídoto, como se mencionó arriba, debe tenerse preparado antes de utilizar el reactivo y usarlo como se menciona en la HOJA DE SEGURIDAD de la sustancia química.
- En todos los casos, da aviso inmediato al profesor responsable del laboratorio o área de trabajo, a la Coordinación de Protección Civil y al personal de seguridad. NOTA: es importante que en todos los casos se identifique el producto que provocó el incidente. Si es desconocido, asume un riesgo extremo.

Después de...

- Hacer revisar a la o las personas lesionadas por un médico especialista según el área afectada (dermatólogo, oftalmólogo, otorrinolaringólogo, gastroenterólogo).
- Reportar por escrito, dentro de un período máximo de 48 horas, el accidente a la Coordinación de Protección Civil.

En caso de quemaduras por temperaturas extremas

Se refieren a aquellas quemaduras generadas por fuego y materiales calientes o muy fríos.

Antes de...

- Contar en el laboratorio con el equipo de seguridad necesario, de acuerdo con la actividad que se realice. Revisar su funcionamiento antes de su uso y tomar capacitación específica sobre su correcto manejo.

Durante...

- Mantén la calma.
- Lava con agua a temperatura ambiente el área afectada por lo menos durante 15 minutos.
- Cubre el área con una gasa.
- Avisa al personal de la enfermería, a la Coordinación de Protección Civil de la Facultad y/o al personal de seguridad.
- En caso de que esté involucrada una flama y se prenda la ropa de alguna persona, evita que corra, cúbreala con una manta contra incendios o alguna bata.
- En todos los casos, da aviso al profesor responsable del laboratorio o área de trabajo y a la Coordinación de Protección Civil.

Después de...

- Solicita la revisión de la o las personas lesionadas por un médico especialista, por ejemplo, un dermatólogo.
- Solicita la colaboración de expertos externos para realizar un análisis del accidente para eliminar las posibles causas y evitar que vuelva a ocurrir.

En caso de FUGAS

Por FUGA se entiende cualquier emisión no controlada de gas proveniente de recipientes inadecuados, dañados o de cilindros a presión.

Antes de...

- Revisa que exista en el laboratorio el equipo de seguridad necesario, de acuerdo con la actividad que realizarás.
- Antes de iniciar tu trabajo, revisa el correcto funcionamiento del equipo de seguridad y toma capacitación específica sobre su correcto manejo. En caso necesario, solicita su reparación o mantenimiento.
- Asegúrate de tener a la mano la información necesaria sobre los productos que se manejan en el laboratorio, es decir, las HOJAS DE SEGURIDAD DE SUSTANCIAS QUÍMICAS, las cuales deben contener, al menos, la siguiente información: propiedades físicas y químicas, toxicidad, primeros auxilios, acciones en caso de fugas y derrames, y equipo de protección personal necesario durante su uso y la atención de emergencias.
- En su caso, solicita el mantenimiento preventivo o correctivo a los contenedores de sustancias.
- Ejecuta y participa en simulacros de evacuación y de atención de emergencias de manera frecuente.

Durante...

- Mantén la calma.
- Tu seguridad es lo más importante, NO INTENTES ACTOS HEROICOS.
- Si la fuga proviene de un contenedor pequeño (frasco), transpórtalo utilizando el equipo de seguridad adecuado, a una campana extractora de gases o a un lugar seguro y solicita de inmediato ayuda al profesor responsable del laboratorio o a la Coordinación de Protección Civil.
- Si la fuga proviene de un contenedor grande o de un cilindro a presión, apaga mecheros y aparatos eléctricos que estén operando, evacúa el área y da aviso al profesor responsable del laboratorio o área de trabajo, al personal de seguridad y a la Coordinación de Protección Civil.

Después de...

- Sigue las instrucciones del personal de seguridad y/o brigadistas para regresar al laboratorio o área de trabajo cuando el jefe del edificio o la persona a cargo de la atención

de la emergencia dé la autorización para ello.

En caso de DERRAME

Por DERRAME se entiende una emisión no controlada de líquidos o sólidos por estar en recipientes inadecuados, mal almacenados, dañados o por rompimiento accidental de ellos.

Antes de...

- Asegúrate de tener a la mano la información necesaria sobre los productos que se manejan en el laboratorio, es decir, las HOJAS DE SEGURIDAD DE SUSTANCIAS QUÍMICAS, las cuales deben contener, al menos, la siguiente información: propiedades físicas y químicas, toxicidad, primeros auxilios, acciones en caso de fugas y derrames, y equipo de protección personal necesario durante su uso y la atención de emergencias. Si en ellas se indica el uso de algún material de contención especial o un agente neutralizante para los reactivos que van a utilizarse, es necesario tenerlo preparado previamente a su uso y en un lugar de fácil acceso.
- Asegúrate de tener en un lugar de acceso inmediato recipientes con polvo químico para contención de derrames, así como un bote plástico de boca ancha con tapa para contener el material contaminado (arena para derrame, almohadillas de absorción u otro material usado para contener el derrame).

Durante...

- Mantén la calma.
- Tu seguridad es lo más importante, NO INTENTES ACTOS HEROICOS.
- Si el material es fácilmente volátil, se observan vapores o se perciben olores, apaga el mechero, equipo eléctrico o cualquier fuente de ignición que se esté usando, evacua el área y da aviso al personal de seguridad y a la Coordinación de Protección Civil.
- Si no observas vapores y/o no se perciben olores, delimita (rodea) el área y cubre el material derramado con polvo químico para derrames.
- Avisa de manera inmediata al profesor responsable del laboratorio o área de trabajo, personal de seguridad y a la Coordinación de Protección Civil, indicando el tipo de material derramado y si requieres apoyo para la contención.

Después de...

- Sigue las instrucciones de la Coordinación de Protección Civil para limpiar y descontaminar el lugar

En caso de INCENDIO (FUEGO)

- **FUEGO INCIPIENTE:** es el fuego en su etapa inicial que puede ser controlado o extinguido, mediante extintores portátiles, sistemas fijos contra incendio u otros medios de supresión convencionales, sin la necesidad de utilizar ropa y equipo de protección básica de Bombero.
- **INCENDIO:** es el fuego que se desarrolla sin control en tiempo y espacio. (Referencia: NOM-002-STPS-2010).

Antes de...

- Conoce la localización de los extintores, rutas de evacuación y salidas de emergencia.
- Participa en los cursos de capacitación sobre manejo y uso de extintores ofrecidos por la Facultad.

Durante...

- Mantén la calma y avisa al responsable del laboratorio, al personal de vigilancia o a la

Coordinación de Protección Civil.

- En el caso de fuego incipiente, utiliza los extintores SÓLO si conoces su funcionamiento.
- Si el fuego no se controla o es un incendio, evacua el área y da aviso a la Central de Atención de Emergencias o a los Bomberos.

Después de...

- Espera las instrucciones del personal de seguridad y/o brigadas

En caso de SISMO

Antes de...

- **Identifica y localiza:**
 - Lugares más seguros del sitio donde te encuentras (zonas de menor riesgo).
 - Rutas de evacuación principales y alternas, salidas de emergencia y puntos de reunión.
 - Extintores, botiquines, interruptores de corriente eléctrica y las llaves de agua y gas.
 - Asegura todos los objetos que puedan caerse o desplazarse (estantes, equipos, cilindros de gas, muebles, cajas, recipientes).

Durante...

- Mantén la calma.
- Retírate de las ventanas, lámparas, anaqueles, fuentes de calor, equipo o maquinaria que no esté debidamente anclado y que pueda caer.
- Las personas ubicadas en planta baja, primer piso, sótano y cerca de las salidas deben dirigirse hacia el punto de reunión más cercano.
- Las personas ubicadas en el segundo piso o superiores o en lugares de difícil acceso deben replegarse en zonas de menor riesgo (debidamente señalizadas), hasta que el sismo termine. (Un lugar de difícil acceso es aquel en donde tardas más de un minuto y medio en desplazarte hacia el punto de reunión más cercano).
- Sigue las instrucciones del personal de seguridad y/o brigadistas durante el sismo.
- Si te encuentras en el exterior, aléjate de ventanas, cables de luz y de alta tensión, y dirígete al punto de reunión preestablecido más cercano.

QUÉ HACER EN: SISMOS



- Las personas replegadas en las zonas de menor riesgo, una vez que ha transcurrido el sismo, deben evacuar el área y desplazarse hacia el punto de reunión más cercano,

siguiendo las instrucciones del personal de seguridad y/o brigadistas. Recuerda no correr, no gritar y no empujar.

- Usa las escaleras para salir del sitio donde te encuentras al punto de reunión. NO utilices elevadores.
- Dirígete a las zonas de seguridad y espera a que el personal de seguridad y/o brigadistas dé indicaciones.
- Si en el momento del sismo o durante el desalojo del edificio observas que se produjeron derrames, fugas, fuegos incipientes, incendios o hay personas lesionadas, comunícalo de inmediato al personal de seguridad, brigadistas o a la Coordinación de Protección Civil. Tu seguridad es lo más importante, NO INTENTES ACTOS HEROICOS.
- Una vez que ha pasado el sismo, la persona responsable del inmueble deberá efectuar la revisión correspondiente al mismo y descartar daños o problemas visibles que impliquen algún riesgo para la comunidad. En caso necesario, se debe solicitar apoyo de personal especialista en el control de daños.
- La persona responsable del inmueble (jefe de edificio) determinará, una vez que concluya el recorrido, si el inmueble está en condiciones para que la comunidad se reintegre a sus actividades o si éstas son suspendidas hasta nuevo aviso.

RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	EC I Identificar las características y propiedades de la Materia, a fin de emplearlos en asignaturas que requieran de esta área de conocimiento, apoyándose en los principios de la Teoría Atómico Molecular que complementen las bases de su preparación pueda tomar decisiones adecuadas y trabajar en equipo.
--	---

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Determinación de cianuro libre	Aplicar métodos analíticos para cuantificar cianuro libre con precisión, mediante valoración o colorimetría, bajo condiciones controladas de pH y temperatura, en el contexto del análisis ambiental y minero, fomentando la toma de decisiones responsables.
Práctica No. 2	Determinación de ácido sulfúrico libre	Ejecutar procedimientos de titulación ácido-base para determinar ácido sulfúrico libre con exactitud, utilizando reactivos estandarizados y control de indicadores, en soluciones industriales, promoviendo el trabajo colaborativo y la responsabilidad química.
Práctica No. 3	Preparación de HCL al 10%	Preparar soluciones ácidas de concentración definida para su uso en análisis químicos, aplicando cálculos de dilución con base en densidad y seguridad en el manejo de sustancias, dentro del contexto de un laboratorio educativo, desarrollando precisión y responsabilidad.



PRÁCTICAS

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Determinación de cianuro libre
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Aplicar métodos analíticos para cuantificar cianuro libre con precisión, mediante valoración o colorimetría, bajo condiciones controladas de pH y temperatura, en el contexto del análisis ambiental y minero, fomentando la toma de decisiones responsables.

FUNDAMENTO TEÓRICO
La determinación de cianuro libre se basa en principios de equilibrio ácido-base, volatilidad de compuestos y reacciones colorimétricas o redox. En medios acuosos, el cianuro libre se encuentra como ion cianuro (CN^-) y como ácido cianhídrico (HCN), en equilibrio dependiente del pH. Al acidificar la muestra, el CN^- se convierte en HCN, un gas volátil que puede ser separado por arrastre con aire o vapor. El HCN liberado se captura en una solución alcalina, donde se reconvierte en CN^-. Este ion puede ser cuantificado mediante diferentes métodos, como: • Colorimetría: donde el CN^- reacciona con cloramina T y un reactivo de piridina-barbitúrico para formar un complejo coloreado, cuya intensidad se mide espectrofotométricamente. • Titulación argentométrica: basada en la precipitación de cianuro con nitrato de plata (AgNO_3). • Electrodos selectivos: que miden la actividad del ion CN^- directamente en solución. El proceso requiere un control preciso del pH y la eliminación de interferencias para asegurar la exactitud de los resultados.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
EPP: - Guantes - Gafas de seguridad - Bata de laboratorio Solución de nitrato de plata - 1 L agua destilada - 4.333 gr de nitrato de plata (AgNO_3) cristalizado - Matraz aforado Determinación de cianuro libre - 25 ml solución cianurada clarificada - Solución de AgNO_3 - Pipeta - Matraz Erlenmeyer de 125 ml Opcional: - Fondo negro - Rodanine - Solución al 5 % de yoduro de potasio libre de álcali

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Procedimiento para la Determinación Volumétrica de Cianuro por Titulación con Nitrato de Plata

1. Preparación de la muestra

1.1. Clarificación de la muestra

1.2. Tomar la muestra de solución asegurándose de que esté lo más clarificada posible.

▲ *Precaución:* Si la muestra presenta turbidez, debe ser filtrada para evitar interferencias durante la titulación.

2. Medición de la muestra

2.1. Medir **25 ml** de la solución clarificada utilizando una pipeta.

2.2. Transferir los 25 ml a un **matraz Erlenmeyer de 125 ml**.

2.3. Colocar el matraz sobre un **fondo negro**, lo que facilita la observación del punto final durante la titulación.

3. Titulación con nitrato de plata (AgNO_3)

3.1. Añadir lentamente la **solución de nitrato de plata** a la muestra, gota a gota.

3.2. Observar cuidadosamente cada adición. Una **nube blanco-azulosa (lechosa)** se forma temporalmente.

3.3. Esperar unos segundos antes de agitar suavemente el matraz, lo que disuelve la nube.

3.4. **Punto final:** se alcanza cuando, después de agitar, aparece una **opalescencia azulosa permanente**, que **opaca el brillo original** de la solución.

▲ *Advertencia:* Evitar sobrepasar el punto final; la opalescencia debe ser claramente visible y estable.

4. Consideración en presencia de cobre

4.1. Si la muestra contiene **cobre**, el método puede **sobreestimar** la concentración de cianuro.

4.2. Para corregir este error, agregar **unas gotas de solución al 5 % de yoduro de potasio libre de álcali** como **indicador**.

4.3. El nuevo **punto final** se reconoce por la aparición de una **opalescencia amarilla**.

5. Uso alternativo de indicador: Rodanine

5.1. Agregar unas gotas del reactivo **rodanine** a la muestra.

5.2. La muestra tomará un **color rosa intenso**, indicando alcalinidad.

5.3. Titular con nitrato de plata.

5.4. El punto final se alcanza cuando la solución presenta un **vire amarillento**.

▲ *Precaución:* El uso de rodanine requiere experiencia para distinguir el cambio de color con precisión.

6. Preparación de la solución de nitrato de plata (AgNO_3)

6.1. Pesar **4.333 gramos** de nitrato de plata cristalizado.

6.2. Disolver en una cantidad moderada de **agua destilada**.

6.3. Transferir la solución a un matraz aforado de **1 litro** y completar hasta el aforo con agua destilada.

7. Equivalencia para el cálculo de resultados

7.1. Cada **1 ml** de solución de AgNO_3 equivale a **0.01 % de NaCN**, o **100 ppm** (partes por millón).

8. Reporte de resultados

Se recomienda utilizar una plantilla estandarizada para registrar:

- Volumen de muestra analizada
- Volumen de AgNO_3 consumido
- Tipo de indicador utilizado
- Observaciones del punto final
- Cálculos de concentración de NaCN

Consideraciones de seguridad

- Utilizar **guantes, gafas de seguridad y bata de laboratorio** durante todo el procedimiento.
- Manipular el **nitrato de plata** con cuidado, ya que es fotosensible y puede causar irritación en la piel.
- Trabajar en un área bien ventilada o bajo campana extractora, especialmente al manipular cianuro.
- Disponer adecuadamente los residuos generados, siguiendo las normativas de seguridad química.

RESULTADOS ESPERADOS

La presente práctica tiene como objetivo cuantificar la concentración de cianuro libre en una muestra, aplicando principios de equilibrio ácido-base, destilación y técnicas analíticas como la titulación o colorimetría.

Se espera obtener como resultado la concentración de cianuro libre, expresada en miligramos por litro (mg/L), a partir de la reacción entre el cianuro y un reactivo específico. Este valor permitirá evaluar la calidad de la muestra y su conformidad con los límites establecidos por las normas ambientales vigentes.

Durante el procedimiento, los estudiantes observarán cambios físicos como la formación de un color característico (en el caso del método colorimétrico) o el punto final de una titulación. También registrarán datos experimentales y aplicarán cálculos estequiométricos para obtener el resultado final.

Esta actividad refuerza competencias clave en el manejo seguro de sustancias peligrosas, el uso de técnicas analíticas cuantitativas y la interpretación de resultados conforme a criterios científicos y normativos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de los resultados obtenidos en esta práctica permite evaluar la eficacia del método analítico aplicado, ya sea por colorimetría o titulación.

Las concentraciones determinadas deben compararse con los límites establecidos por normativas ambientales (por ejemplo, 0.2 mg/L en aguas residuales según la NOM-002-SEMARNAT-1996).

Variaciones entre muestras replicadas pueden indicar errores en la destilación, interferencias químicas o imprecisión en la valoración.

La correcta identificación del punto final y el control del pH son fundamentales para la validez del resultado. Esta práctica resalta la importancia del manejo cuidadoso de reactivos tóxicos como el cianuro y el dominio de los principios químicos involucrados.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica se fundamenta en principios de equilibrio ácido-base, volatilidad de compuestos, y métodos analíticos como titulación y colorimetría. Involucra reacciones de neutralización, transferencia de fase (de CN^- a HCN), y técnicas de cuantificación basadas en estequiometría y espectrofotometría. Estas bases son ampliamente tratadas en química analítica y química general.

Tiene aplicación directa en industrias como la minería, el tratamiento de aguas, la metalurgia y el control ambiental, donde el cianuro es utilizado como agente de lixiviación o se encuentra como contaminante. Su correcta determinación es crítica para garantizar la seguridad ambiental, cumplir con normas regulatorias y proteger la salud humana y ecológica.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	de	Criterios de evaluación de la actividad: Rúbrica de práctica de laboratorio. Rúbrica de Reporte de práctica de laboratorio.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño		https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	de	https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/ReportedepRACTICadelaboratorio.pdf

FUENTES DE INFORMACIÓN

Universidad Estatal de Sonora. (2021). *Secuencia didáctica del curso Química General* (Elab. R. Jordán Hernández; Rev. R. Ochoa Landín). Coordinación de Procesos Educativos.

Harris, D. C. (2010). *Análisis químico cuantitativo* (8ª ed.). Reverté.

APHA, AWWA, & WEF. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.). American Public Health Association.

Recio Sánchez, R. (2006). *Manual de pruebas metalúrgicas* (Carrera de Ingeniero en Geociencias, periodo febrero–junio 2006). Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

Normas mexicanas (NOM):

- **NOM-082-SEMARNAT-1994:** Determinación de cianuros totales en aguas, mediante digestión ácida y destilación seguida de determinación colorimétrica con cloramina T.
- **NOM-001-SEMARNAT-1996 / NOM-002-SEMARNAT-1996:** Establecen límites máximos permisibles de contaminantes (como cianuro) en descargas de aguas residuales.

Normas internacionales:

- **EPA Method 9010C / 9012B (USA):** Determinación de cianuro por destilación y titulación o determinación espectrofotométrica.
- **ISO 6703-1:1984:** Calidad del agua. Determinación de cianuro. Parte 1: Método general.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Determinación de ácido sulfúrico libre
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Ejecutar procedimientos de titulación ácido-base para determinar ácido sulfúrico libre con exactitud, utilizando reactivos estandarizados y control de indicadores, en soluciones industriales, promoviendo el trabajo colaborativo y la responsabilidad química.

FUNDAMENTO TEÓRICO
La determinación de ácido sulfúrico libre consiste en medir la cantidad de H_2SO_4 que se encuentra en forma libre (no combinado) en una muestra, como fertilizantes, soluciones industriales o electrolitos. El método más común es una valoración ácido-base, donde se hace reaccionar el ácido con una base de concentración conocida, generalmente hidróxido de sodio (NaOH). A medida que se añade la base, se neutraliza el ácido presente: $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$ Se usa un indicador ácido-base (como fenolftaleína) para identificar el punto final de la reacción. A partir del volumen de base usado, se calcula la cantidad de ácido libre en la muestra. Este procedimiento se basa en principios de reacciones de neutralización y estequiometría química. Este método permite determinar el contenido de ácido sulfúrico libre en soluciones de lixiviación mediante una reacción de reducción con yoduro y tiosulfato, seguida de una valoración con bicarbonato sódico hasta alcanzar un pH de 3.5.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
EPP: - Guantes - Gafas de seguridad - Bata de laboratorio Solución de bicarbonato sódico a 1M - 1 L agua destilada - 84 gr de bicarbonato sódico - Matraz aforado Solución yoduro sódico al 6% - 500 mL agua destilada - 30 gr de yoduro sódico - Matraz aforado Solución de tiosulfato sódico al 6% - 500 mL agua destilada - 30 gr de tiosulfato sódico - Matraz aforado Determinación de ácido sulfúrico libre - 20 ml solución de lixiviación - Vaso de precipitado de 150 mL

- Agua destilada
- Pipeta
- pH-metro digital

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Determinación de Ácido Sulfúrico Libre en Soluciones de Lixiviación

Reactivos y preparación

1. Solución de bicarbonato sódico 1 M

- 1.1 Disolver **84.0 g de bicarbonato sódico (NaHCO_3)** en agua destilada.
- 1.2 Diluir la solución hasta **1000 ml** en un matraz aforado.

▲ *Precaución:* Preparar esta solución en un recipiente limpio y agitar bien para asegurar la disolución completa.

2. Solución de yoduro sódico al 6 %

- 2.1 Disolver **30 g de yoduro de sodio (NaI)** en agua destilada.
- 2.2 Diluir a **500 ml** en matraz aforado.

3. Solución de tiosulfato sódico al 6 %

- 3.1 Disolver **30 g de tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)** en agua destilada.
- 3.2 Diluir a **500 ml** en matraz aforado.

▲ *Precaución general:* Conservar los reactivos en frascos bien tapados y etiquetados. Proteger de la luz si es posible, especialmente el yoduro.

Procedimiento

1. Toma de muestra

- 1.1 Tomar **20 ml o menos** de la muestra de lixiviación utilizando una pipeta.
- 1.2 Transferir a un **vaso de precipitados de 150 ml**.
- 1.3 Completar el volumen hasta aproximadamente **40 ml con agua destilada**.

2. Reducción del yodo

- 2.1 Agregar **10 ml de la solución de yoduro sódico al 6 %**.
- 2.2 Añadir lentamente la **solución de tiosulfato sódico al 6 %** hasta que el color del yodo desaparezca (decoloración completa).
- 2.3 Añadir **10 gotas adicionales de tiosulfato** para asegurar una reducción completa

▲ *Precaución:* Realizar esta etapa con agitación suave. La decoloración debe ser clara y total antes de continuar.

3. Valoración del ácido

- 3.1 Valorar con la **solución de bicarbonato sódico 1 M**, agregándola lentamente.
- 3.2 Medir el pH de la solución utilizando preferentemente un **pH-metro digital**.
- 3.3 Detener la adición de bicarbonato al alcanzar **pH 3.5**, que indica el punto final de la valoración.

▲ *Precaución:* El uso del pH-metro requiere calibración previa y limpieza de electrodos antes y después de cada medición.

Cálculo de resultados

1. Cálculo de la normalidad (n):

$$n = \frac{N \times V}{a}$$

Donde:

- **n** = normalidad equivalente de H_2SO_4 en la muestra
- **N** = normalidad (molaridad) de la solución de $NaHCO_3$ (1 M)
- **V** = volumen en ml de $NaHCO_3$ gastado en la valoración
- **a** = volumen en ml de la muestra tomada

2. Cálculo de gramos por litro de H_2SO_4 :

$$\frac{g}{l} \text{ de } H_2SO_4 = 49 n = \frac{N \times V}{a}$$

▲ *Nota:* El factor **49** corresponde al peso equivalente del ácido sulfúrico (H_2SO_4).

Recomendaciones de seguridad

- Utilizar **guantes, gafas y bata de laboratorio** en todo momento.
- Manipular el yoduro y el tiosulfato con cuidado, evitando su ingestión o contacto con mucosas.
- Enjuagar todo el material de vidrio con agua destilada antes y después del análisis.
- Los residuos deben ser neutralizados y eliminados según las normativas de residuos peligrosos.

RESULTADOS ESPERADOS

La práctica tiene como finalidad cuantificar la concentración de ácido sulfúrico libre presente en una muestra, aplicando técnicas de valoración ácido-base y principios de neutralización química.

Se espera como resultado la determinación precisa de la concentración de H_2SO_4 libre, expresada en miligramos por litro (mg/L) o porcentaje en masa, según la naturaleza de la muestra. El procedimiento consiste en la titulación del ácido con una base estándar, generalmente hidróxido de sodio (NaOH), utilizando un indicador como fenolftaleína para identificar el punto final de la reacción.

Durante la actividad, los estudiantes aplicarán conocimientos de estequiometría, observarán el cambio de color característico del punto de equivalencia, y desarrollarán habilidades en la preparación y manejo de soluciones valoradas.

Esta práctica contribuye al fortalecimiento de competencias en análisis cuantitativo, control de calidad de soluciones industriales y aplicación de métodos clásicos de laboratorio, alineados con criterios técnicos y normativos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos reflejan la concentración de ácido sulfúrico libre en la muestra, calculada a partir del volumen de base consumido en la valoración.

Si se detectan diferencias significativas en replicados, estas pueden deberse a una dosificación imprecisa del titulante o a una lectura incorrecta del punto de equivalencia.

La práctica permite validar la aplicación del método volumétrico y su utilidad en el análisis de

soluciones industriales, como electrolitos y lixiviados.
El control del pH y la elección adecuada del indicador son determinantes para lograr resultados confiables y reproducibles.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica se basa en principios de neutralización ácido-base, uso de indicadores, estequiometría de reacciones y técnicas volumétricas. Se conecta con conceptos clave de concentración, pH, y titulación presentes en cursos de química general e industrial.

Es una técnica esencial en el control de calidad de soluciones ácidas empleadas en baterías, procesos metalúrgicos, tratamiento de minerales y fertilizantes. En contextos industriales, permite monitorear y ajustar concentraciones de ácido para evitar corrosión excesiva, optimizar procesos y cumplir normas de seguridad.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	de	Criterios de evaluación de la actividad: Rúbrica de práctica de laboratorio. Rúbrica de Reporte de práctica de laboratorio.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	de	https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	de	https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/ReportedepRACTICadelaboratorio.pdf

FUENTES DE INFORMACIÓN

Universidad Estatal de Sonora. (2021). *Secuencia didáctica del curso Química General* (Elab. R. Jordán Hernández; Rev. R. Ochoa Landín). Coordinación de Procesos Educativos.

Harris, D. C. (2010). *Análisis químico cuantitativo* (8ª ed.). Reverté.

APHA, AWWA, & WEF. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.). American Public Health Association.

Recio Sánchez, R. (2006). *Manual de pruebas metalúrgicas* (Carrera de Ingeniero en Geociencias, periodo febrero–junio 2006). Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

Normas mexicanas:

- No existe una NOM específica para este método de laboratorio, pero se encuentra referida en:
 - **NMX-AA-003-SCFI-2016:** Análisis de aguas – Determinación de pH, acidez y alcalinidad (para análisis indirecto de H_2SO_4 en soluciones acuosas).
 - **NMX-F-317-S-1978:** Determinación de ácido libre en fertilizantes (cancelada, pero aún consultada en contextos industriales).

Normas internacionales:

- **ASTM D513-11(2020):** Standard Test Methods for Total and Dissolved Solids in Water (usa técnicas de titulación para analizar ácidos).
- **ISO 4310:1977:** Fertilizers — Determination of free acidity (generalizable a H_2SO_4 en mezclas).

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Preparación de HCL al 10%
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Preparar soluciones ácidas de concentración definida para su uso en análisis químicos, aplicando cálculos de dilución con base en densidad y seguridad en el manejo de sustancias, dentro del contexto de un laboratorio educativo, desarrollando precisión y responsabilidad.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El ácido clorhídrico al 10 % es una solución comúnmente utilizada en laboratorios para análisis químicos, limpieza de vidriería, ajuste de pH y reacciones ácido-base. Esta preparación debe realizarse con extrema precaución debido a la naturaleza corrosiva del HCl concentrado. Para preparar una solución de ácido clorhídrico al 10% en masa, se mide una cantidad adecuada de HCl concentrado (usualmente al 37%) y se diluye con agua destilada hasta completar la masa total deseada. Por ejemplo, para preparar 100 g de solución al 10%, se mezclan aproximadamente 27 mL de HCl concentrado con agua destilada suficiente para alcanzar 100 g de solución total.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
EPP: - Guantes - Gafas de seguridad - Bata de laboratorio Solución de ácido clorhídrico al 10 % - Ácido clorhídrico concentrado ($\approx 37\%$) - Agua destilada - Matraz aforado de 1000 ml - Probeta y pipeta o bureta - Vaso de precipitados - Embudo de vidrio

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
Preparación de Ácido Clorhídrico al 10 % 1. Definición y Cálculo Previo El ácido clorhídrico concentrado comercial tiene típicamente una concentración aproximada del 37 % en peso y una densidad de 1.19 g/ml. Para preparar una solución al 10 % en peso, se debe calcular la cantidad de HCl concentrado necesario para alcanzar esa proporción. Fórmula general: $ml \text{ de HCL concentrado} = \frac{g \text{ de HCL puro}}{\% \text{ de pureza} \times \text{densidad}}$ Ejemplo práctico para preparar 1 litro (1000 ml) de solución al 10 %:

- Se desea preparar 1000 g (aproximadamente 1000 ml, asumiendo densidad cercana a 1 g/ml) de solución al 10 %:

$$g \text{ de HCL puro} = 10\% \times 1000 = 100g$$

- Cantidad de HCl concentrado necesario:

$$ml \text{ de HCL conc.} = \frac{100}{0.37 \times 1.19} \approx 228 \text{ ml}$$

2. Materiales y Reactivos

- Ácido clorhídrico concentrado ($\approx 37\%$)
- Agua destilada
- Matraz aforado de 1000 ml
- Probeta y pipeta o bureta
- Vaso de precipitados
- Embudo de vidrio

3. Procedimiento paso a paso

1. Preparación del área de trabajo

- Trabajar **dentro de una campana de extracción** o en un área **bien ventilada**.
- Asegurarse de que todo el material esté **limpio y seco**.

2. Medición del ácido concentrado

- Medir **aproximadamente 228 ml de HCl concentrado** utilizando una **bureta o cilindro graduado resistente a ácidos**.
▲ *Precaución:* El ácido concentrado es corrosivo y desprende vapores irritantes. Manipularlo siempre con protección adecuada.

3. Adición del ácido al agua (nunca al revés)

- En un vaso de precipitados con aproximadamente **500-600 ml de agua destilada**, **añadir lentamente el HCl concentrado en pequeñas porciones**, agitando constantemente.
▲ *Advertencia crítica:* **Nunca agregar agua al ácido**. Siempre **agregar el ácido al agua** para evitar salpicaduras violentas o ebullición instantánea.

4. Enfriamiento y aforo

- Dejar enfriar la mezcla si se ha calentado durante la disolución.
- Verter la solución en un **matraz aforado de 1 litro** y enjuagar el vaso con agua destilada, agregando los enjuagues al matraz.
- Completar el volumen con agua destilada hasta la marca de aforo.

5. Homogeneización

- Tapar el matraz y **mezclar bien** invirtiéndolo varias veces para asegurar una distribución uniforme del ácido.

4. Etiquetado y almacenamiento

Etiquetar el frasco con:

- **"Ácido clorhídrico al 10 % (p/p)"**
- Fecha de preparación
- Nombre del preparador
- Pictogramas de seguridad (corrosivo, irritante)
- Almacenar en un recipiente de plástico o vidrio **resistente a ácidos, bien cerrado y en un lugar fresco, ventilado y alejado de bases o materiales incompatibles.**

5. Precauciones de seguridad

Usar siempre:

- Guantes de protección química
- Gafas de seguridad
- Bata de laboratorio

Evitar:

- Inhalar vapores
 - Contacto directo con la piel o mucosas
 - Usar recipientes metálicos o frágiles
- ▲ *En caso de derrame:* Neutralizar con carbonato sódico o bicarbonato, y limpiar con abundante agua.

RESULTADOS ESPERADOS

Esta práctica tiene como objetivo preparar una solución de ácido clorhídrico (HCl) al 10 % en masa, aplicando principios de dilución de soluciones concentradas y manejo seguro de reactivos corrosivos.

Se espera como resultado la obtención de una solución correctamente formulada, con la concentración deseada, mediante el cálculo del volumen necesario de ácido concentrado y su posterior dilución con agua destilada. La preparación se realiza en condiciones controladas, respetando los protocolos de seguridad química.

Durante el procedimiento, los estudiantes aplican conceptos de concentración, densidad, y porcentajes en masa, además de desarrollar habilidades prácticas en el uso de material volumétrico y técnicas de laboratorio.

Esta actividad fortalece la comprensión de soluciones químicas y fomenta la precisión en la manipulación de sustancias, habilidades fundamentales para el desempeño en laboratorios industriales, académicos o ambientales.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta práctica, el análisis de resultados se centra en la precisión del cálculo y la ejecución de la dilución.

Una desviación en la concentración final puede atribuirse a errores en la medición del volumen de

ácido concentrado, en la densidad utilizada para el cálculo, o en la mezcla incompleta del reactivo. La correcta preparación se confirma mediante revisión teórica, pesaje o pruebas de pH, si se cuenta con los medios.

Esta actividad destaca la importancia del manejo seguro de ácidos concentrados, así como la necesidad de precisión en la preparación de soluciones para su uso posterior en análisis cuantitativos o ensayos de laboratorio.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica refuerza los conceptos de concentración porcentual en masa, dilución de soluciones, cálculo con densidades, y manejo de sustancias corrosivas. Es un ejercicio clave en la aplicación práctica de la teoría de soluciones, abordada en química general e industrial.

La preparación precisa de soluciones es una habilidad fundamental en laboratorios químicos, farmacéuticos, ambientales, y de control de calidad. El ácido clorhídrico al 10 % se utiliza comúnmente en limpieza industrial, ajuste de pH, análisis de materiales y síntesis química. Esta práctica entrena al estudiante en procedimientos seguros y precisos, aplicables directamente en el campo laboral.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	de	Criterios de evaluación de la actividad: Rúbrica de práctica de laboratorio. Rúbrica de Reporte de práctica de laboratorio.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	de	https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	de	https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/ReportedepRACTICadelaboratorio.pdf

FUENTES DE INFORMACIÓN

Universidad Estatal de Sonora. (2021). *Secuencia didáctica del curso Química General* (Elab. R. Jordán Hernández; Rev. R. Ochoa Landín). Coordinación de Procesos Educativos.

Harris, D. C. (2010). *Análisis químico cuantitativo* (8ª ed.). Reverté.

APHA, AWWA, & WEF. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.). American Public Health Association.

Recio Sánchez, R. (2006). *Manual de pruebas metalúrgicas* (Carrera de Ingeniero en Geociencias, periodo febrero–junio 2006). Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

Normas mexicanas:

- **NOM-018-STPS-2015:** Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros por sustancias químicas (para el manejo seguro de HCl).
- **NOM-005-STPS-1998:** Manejo de sustancias químicas peligrosas — Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
- **NOM-010-STPS-2014:** Agentes químicos contaminantes en el ambiente laboral — Reconocimiento, evaluación y control.

Normas internacionales:

- **ISO 6353-1:1982:** Reagents for chemical analysis — Part 1: General test methods (para preparación de soluciones estándar).
- **GHS (Sistema Globalmente Armonizado):** Para etiquetado y manejo seguro de sustancias químicas como HCl concentrado.



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu