

Seguridad en laboratorios Académicos de Química

8a EDICIÓN

**BUENAS PRÁCTICAS
PARA ESTUDIANTES
UNIVERSITARIOS DE
PRIMER Y
SEGUNDO AÑO**

*Publicación de la Sociedad
Química de los Estados Unidos
Joint Board–Council Committee
on Chemical Safety*



ACS
Chemistry for Life®

Copyright © 2017

American Chemical Society
1155 Sixteenth Street, NW
Washington, DC 20036
Derechos reservados.

ISBN 978-0-8412-3732-2

Impreso en USA

**SOCIEDAD QUÍMICA DE LOS ESTADOS
UNIDOS**

**Seguridad en
Laboratorios
Académicos de
Química**

8ª EDICIÓN

**MEJORES PRÁCTICAS PARA
ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE
PRIMER Y SEGUNDO AÑO**

Prólogo de la Presidencia

En un momento en que había poco énfasis en la enseñanza de la seguridad del laboratorio, el Comité de Seguridad Química de la Sociedad Química de los Estados Unidos (ACS por sus siglas en inglés) publicó la primera edición de *Safety in Academic Chemistry Laboratories (SACL)*. Ahora, más de cuatro décadas después, *SACL* ha sufrido siete revisiones, está impreso en tres idiomas, y es uno de los documentos de orientación de seguridad de laboratorio más utilizados en forma impresa y en línea. Aunque inicialmente se escribió para los laboratorios académicos de química, su información y aplicación de prácticas seguras se puede extender a todos los laboratorios, instalaciones de investigación y lugares de trabajo donde se utilizan sustancias químicas.

Con el tiempo, nos hemos vuelto más conscientes de los peligros y los riesgos asociados con las sustancias químicas de laboratorio y hemos tratado de compartir esta nueva información. El Comité junto con la División de Seguridad y Salud Química de la ACS, difunde materiales actualizados, prácticas y desarrollos de investigación a través de la

programación técnica en su revista *Journal of Chemical Health and Safety*, y publicación de documentos de orientación para instituciones académicas e industriales. Después de varios accidentes académicos de laboratorio, el Comité reconoció la gran necesidad de mejorar la educación sobre seguridad en todos los entornos académicos. Un grupo de trabajo generó *Creating Safety Cultures in Academic Institutions*,¹ un documento de orientación diseñado para mejorar la cultura de seguridad en estas instituciones. Para ayudar a la academia a fortalecer el aspecto educativo de la seguridad, el Comité generó varios documentos de orientación adicionales. *Guidelines for Chemical*



*Laboratory Safety in Academic Institutions*² integra la educación sobre seguridad en todo el plan de estudios para todos los niveles de química utilizando un novedoso sistema de siglas (acrónimo). Los educadores de ciencias de nivel pre-universitario (escuela superior y secundaria) incluyen la seguridad química en el plan de estudios al seguir las *Guidelines for Chemical Laboratory Safety in Secondary Schools*.³ El Comité también proporciona dos publicaciones para ayudar a los maestros de ciencias de escuela primaria con educación sobre seguridad. Copias de *Safety in the Elementary (K–6) Science Classroom* y *Chemical Safety for Teachers and Their Supervisors: Grades 7–12* están disponibles si las solicita a través de la ACS en safety@acs.org.⁴ Recursos de seguridad adicionales están disponibles mediante descarga en www.acs.org/safety.

En nombre del Comité de Seguridad Química, me complace presentar esta octava edición de SACL. Agradezco a todos los contribuyentes que generosamente aportaron de su tiempo, talento y experiencia a esta y a las ediciones anteriores de esta publicación sobresaliente. Sus esfuerzos hacen del laboratorio académico un lugar más seguro para trabajar y para aprender. Un agradecimiento especial a David C. Finster, quien se desempeñó como Editor y colaborador principal de esta edición (SACL-8). Las revisiones integrales y las nuevas secciones son el resultado directo de su compromiso y dedicación a la educación en seguridad química. El Prefacio del Editor reconoce a quienes contribuyeron a esta edición y revisiones anteriores. Marta Gmurczyk coordinó a los miembros del personal de ACS involucrados en la producción y distribución de SACL-8.

Todos los comentarios son bienvenidos. Diríjase al Comité de Seguridad Química de la ACS a safety@acs.org.

Elizabeth M. Howson

*Presidenta del Comité de Seguridad Química de la ACS,
Marzo de 2017*

¹ ACS Joint Board/Council Committee on Chemical Safety. *Creating Safety Cultures in Academic Institutions: A Report of the Safety Culture Task Force of the ACS Committee on Chemical Safety*; American Chemical Society: Washington, DC, 2012. www.acs.org/content/dam/acsorg/about/governance/committees/chemicalsafety/academic-safety-culture-report-final-v2.pdf

² ACS Committee on Chemical Safety. *Guidelines for Chemical Laboratory Safety in Academic Institutions*; American Chemical Society: Washington, DC, 2016. www.acs.org/content/dam/acsorg/about/governance/committees/chemicalsafety/publications/acs-safety-guidelines-academic.pdf?logActivity=true

³ ACS Committee on Chemical Safety. *Guidelines for Chemical Laboratory Safety in Secondary Schools*; American Chemical Society: Washington, DC, 2016. www.acs.org/content/dam/acsorg/about/governance/committees/chemicalsafety/publications/acs-secondary-safety-guidelines.pdf?logActivity=true

⁴ ACS Committee on Chemical Safety. *Chemical Safety in the Classroom*. www.acs.org/content/acs/en/about/governance/committees/chemicalsafety/chemical-safety-in-the-classroom.html

Prefacio del Editor

La primera edición de *Safety in Academic Chemistry Laboratories (SACL)* fue escrita en 1972 por miembros del Comité de Seguridad Química (CCS) de la ACS bajo la dirección y urgencia de su presidente, Howard H. Fawcett. Fue publicado como un documento de 11 páginas, a doble espacio, mecanografiado y mimeografiado. Desde entonces, se han distribuido más de un millón de copias de las primeras siete ediciones de *SACL*. A lo largo de los años transcurridos, el campo de la salud y de la seguridad química han evolucionado considerablemente, aunque algunos conceptos básicos permanecen sin cambios. Esta edición actual representa las mejores prácticas hasta la fecha en seguridad en los laboratorios académicos.

El propósito de este folleto (*SACL-8*) es proporcionar una visión general de los temas claves relacionados con el uso seguro de sustancias químicas en los primeros dos años de un programa universitario en química. Se ha recortado alguna información de naturaleza más avanzada, porque profundizar en estos temas habría aumentado considerablemente el tamaño del folleto y porque el uso principal de este folleto ha sido y sigue siendo para temas apropiados para estudiantes universitarios de primer y segundo año. Este cambio se refleja en el título, junto con el enfoque en una cultura de seguridad positiva con la frase "mejores prácticas".

Gran parte de las ediciones anteriores se ha conservado. Algunos cambios con respecto a *SACL-7* incluyen:

- Un nuevo título, para reflejar que el folleto ha sido revisado para abordar las preocupaciones de seguridad que enfrentan los estudiantes universitarios de primer y segundo año en



laboratorios de química general y de química orgánica.

- Una nueva introducción que establece información básica de seguridad de laboratorio en el contexto del desarrollo de una cultura de seguridad en laboratorios químicos.
- Una revisión del equipo de protección personal común y diversas prácticas de seguridad en los laboratorios.
- Una guía sobre riesgos químicos, cómo reconocerlos y fuentes de información sobre riesgos químicos, incluido en el GHS.
- Una descripción general de las preocupaciones de seguridad para muchas técnicas comunes de laboratorio.
- Una descripción general de los equipos de seguridad y de los procedimientos de respuesta de emergencia para incendios, derrames y exposiciones químicas.
- La adición de barras laterales, para interés y legibilidad, y las secciones "En su futuro" para los riesgos y preocupaciones comunes de los laboratorios que tienen menos probabilidades de ser encontrado en laboratorios introductorios y orgánicos pero sobre el cual todos los estudiantes deben estar conscientes.
- Un cambio de contenido de seguridad basado principalmente en reglas para aprender sobre seguridad a través de los principios RAMP.¹

La lista de personas que han contribuido a *SACL-8*, y todas las ediciones anteriores, es demasiado larga para incluirla aquí en su totalidad. Sin embargo, es apropiado tener en cuenta las contribuciones de Jay Young (1920–2011) a lo largo de décadas, incluyendo la primera edición. Esta es solo una de sus muchas contribuciones duraderas al mundo de la seguridad química. Para esta edición, los autores principales han sido Georgia Arbuckle-Keil, Robert H. Hill, Jr., Samuella Sigmann, Weslene Tallmadge y este servidor. Debbie Decker, Harry Elston y Ed Movitz proporcionaron revisiones técnicas. Gracias a Karen Müller, que brindó servicios editoriales, Amy Phifer de Plum Creative Services, quien diseñó esta nueva edición de la publicación, y Marta Gmurczyk (enlace del personal de la ACS con la CCS), quien coordinó a los miembros del personal de la ACS involucrados en la producción y distribución de *SACL-8*.

Agradecemos también a la Dr. Ingrid Montes quien trabajó la traducción de este manual para expandir su impacto a estudiantes hispanos. Estamos conscientes de que la situación en aspectos de seguridad no necesariamente es igual en todos los países. Es nuestro interés que los usuarios internacionales puedan eventualmente adoptar estas prácticas, pero esto es un proceso que puede tomar algún tiempo. Mientras tanto, esperamos que los usuarios internacionales puedan adoptar algunas reglas de este manual dentro de su cultura y circunstancias locales. También reconocemos que las imágenes incluidas en este manual representan a estudiantes de los Estados Unidos. Les exhortamos a complementar este manual con presentaciones (Power Point) de modo que puedan incorporar imágenes que sean más apropiadas y que reflejen mejor su cultura.

David C. Finster,
Editor
Marzo, 2020

¹ Hill R. H., Finster D. C. *Laboratory Safety for Chemistry Students*, 2nd ed.; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, 2016.

Relevo de responsabilidad

Los materiales contenidos en este manual han sido compilados por autoridades reconocidas de fuentes consideradas confiables y que representan las mejores opiniones sobre el tema. Este manual está destinado a servir solo como un punto de partida para las buenas prácticas y no pretende especificar estándares legales mínimos ni representar la política de la ACS. La American Chemical Society no otorga ninguna garantía ni representación en cuanto a la exactitud o suficiencia de la información contenida en este documento, y la Sociedad no asume ninguna responsabilidad en relación con la misma. Este manual está destinado a proporcionar pautas básicas para la prevención de accidentes. Por lo tanto, no se puede suponer que todas las medidas de advertencia y precaución necesarias estén contenidas en este documento y que no se requiera otra información o medidas adicionales. Los usuarios de este manual deben consultar las leyes y asesoría legal locales, estatales y federales pertinentes antes de iniciar cualquier programa de prevención de accidentes.

Los nombres registrados y las marcas comerciales, etc., utilizados en esta publicación, incluso sin una indicación específica de los mismos, no deben considerarse desprotegidos por las leyes.

Seguridad en Laboratorios de Química Académicos

MEJORES PRÁCTICAS PARA ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE PRIMER Y SEGUNDO AÑO

Tabla de Contenido

TABLA DE CONTENIDO

PRÓLOGO DE LA PRESIDENCIA	2
PREFACIO DEL EDITOR	4

CAPÍTULO 1 Estar seguros en el laboratorio

INTRODUCCIÓN	10
■ BARRA LATERAL: RAMP para la seguridad	11
■ EN SU FUTURO: Aprenda más sobre RAMP	12
Cultura de seguridad y su rol en ella	12
RESUMEN	13
REFERENCIAS	13

CAPÍTULO 2 Su Responsabilidad por la Seguridad en los Laboratorios

INTRODUCCIÓN	14
■ BARRA LATERAL: Eventos, incidentes y accidentes	14
■ EN SU FUTURO: Minimice los riesgos de peligro	15
Equipo de Protección Personal (EPP)	16
Cabello y vestimenta (vestirse para el laboratorio)	16
Protección de los ojos	17
■ BARRA LATERAL: ¿Importa el material adecuado para el guante? Lecciones aprendidas	17
Guantes	18
■ EN SU FUTURO: Seleccione los guantes	18
Protocolos del Laboratorio	19
Ambiente de Laboratorio	19
Visitantes en el laboratorio	19
Limpieza interna	19
Etiquetado de las sustancias químicas	20
Limpiando la cristalería	20
■ EN SU FUTURO: Agentes de limpieza especiales	20
Inhalación de productos químicos	21
Disposición de productos químicos	22
RESUMEN	23
REFERENCIAS	25

CAPÍTULO 3 Guía de riesgos químicos

INTRODUCCIÓN	26
■ BARRA LATERAL: Signo o Síntoma?	28
Toxicidad	29
Exposición	29
■ EN SU FUTURO: Mayores Peligros	29
■ BARRA LATERAL: Sustancias Tóxicas	30
Rutas de entrada/exposición	30
Dosis	31
Duración y frecuencia de exposición	31
■ BARRA LATERAL: Órganos objetivo	31

Grupos de productos químicos conocidos por provocar efectos tóxicos.....	32
Inflamabilidad.....	34
Disolventes.....	34
Sólidos inflamables.....	35
Corrosividad.....	35
Corrosivos.....	35
■ BARRA LATERAL: Concentrado y Diluido.....	35
Ácidos.....	36
■ EN SU FUTURO: ácidos que pueden ser particularmente peligrosos.....	36
Bases.....	37
■ BARRA LATERAL: EN SU FUTURO: Incompatibilidades químicas y almacenamiento de productos químicos de forma segura.....	37
■ BARRA LATERAL: Sustancias Tóxicas.....	38
Oxidantes.....	38
■ EN SU FUTURO: Peligros Particularmente Peligrosos.....	39
Reconociendo los peligros químicos: Fuentes de información.....	40
Su instructor o asesor.....	40
Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA).....	40
Etiquetas en los Contenedores del Manufacturero.....	42
■ EN SU FUTURO: Comprender el sistema globalmente armonizado.....	42
Hojas de datos de seguridad (SDS).....	43
RESUMEN.....	43
■ BARRA LATERAL: El diseño de una hoja de datos de seguridad.....	43
REFERENCIAS.....	45

CAPÍTULO 4 Técnicas de laboratorio recomendadas

INTRODUCCIÓN.....	46
■ BARRA LATERAL: Jerarquía de controles.....	47
Trabajando con productos químicos, aparatos y equipos.....	48
Preocupaciones generales al trabajar en el laboratorio.....	48
Exposición involuntaria a productos químicos.....	48
Cristalería científica.....	49
Trabajando con líquidos o gases inflamables.....	49
■ BARRA LATERAL: Química verde: no solo una frase clave.....	49
Campanas de laboratorio.....	50
■ EN SU FUTURO: Protección contra Explosiones.....	50
Destilaciones.....	51
■ EN SU FUTURO: Operación desatendida de equipo.....	51
Extracciones.....	52
Precauciones para usar equipo eléctrico.....	52
Refrigeradores.....	53
Centrífugas.....	53
Lámparas ultravioletas.....	54
Consideraciones generales al controlar la temperatura.....	54
Baños de enfriamiento.....	55
Determinación del punto de fusión.....	55
Uso de mecheros Bunsen.....	56
Calentar un tubo de ensayo.....	56
Presión reducida.....	56
RESUMEN.....	57
REFERENCIAS.....	57

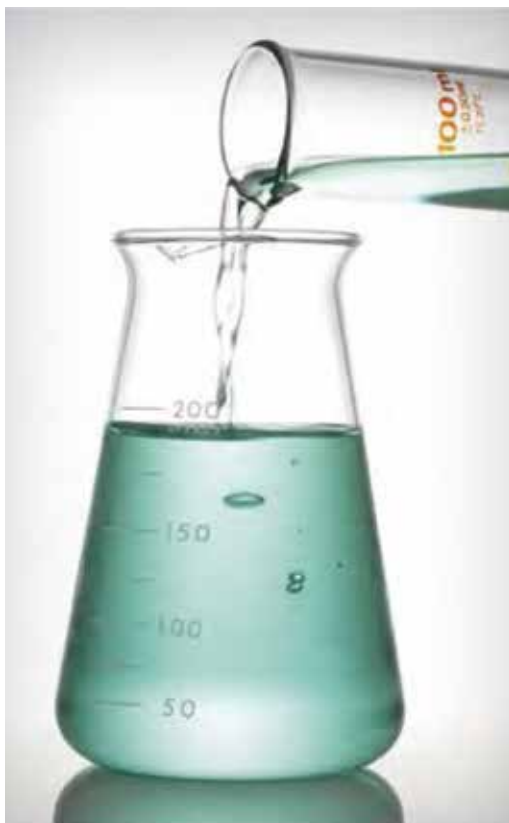
CAPÍTULO 5 Equipo de seguridad y respuesta a emergencias

INTRODUCCIÓN	58
■ COMBUSTIBLE O Inflamable?	60
Incendios	60
Prevención de fuego	60
Prepárese para responder a un incendio	61
■ BARRA LATERAL: Clases de incendios	62
Prepárese para responder a las lesiones personales que involucran incendios	63
Contaminación química en la piel, ropa y ojos	64
Prevención de contacto químico	64
Prepárese para responder al contacto químico	64
Otras lesiones personales	67
Prevención de otras lesiones personales	67
Prepárese para responder a otros incidentes de lesiones personales	67
Derrames de sustancias químicas	68
Prevención de derrames químicos	68
Prepárese para responder a un derrame químico	68
RESUMEN	69
■ BARRA LATERAL: Derrames químicos: ¿menores o mayores?	69
APÉNDICE	70
La web como fuente de información de seguridad	70
Sitios web recomendados	70
Otros sitios útiles	70

Estar seguros en el laboratorio

Introducción

Los laboratorios de química presentan más riesgos que los que se encuentran típicamente en otros laboratorios de ciencias. Curiosamente, las propiedades que valoramos en algunas sustancias químicas también son las que las hacen peligrosas. Por ejemplo, nos gusta el hecho de que algunos disolventes orgánicos disuelven moléculas orgánicas muy bien, pero esta misma característica también hace que resequen nuestra piel. Utilizamos la reactividad que proporcionan los ácidos y las bases para efectuar un cambio químico, pero esa reactividad también los hace peligrosos si están en contacto con la piel o si se ingieren. Nos gusta el



hecho que el nitrógeno líquido y el hielo seco son muy fríos, porque a veces necesitamos temperaturas muy bajas, pero estas sustancias son peligrosas de manipular con las manos sin protección precisamente porque están *muy* frías. Nos gusta el hecho de que el gas natural se quema (en un mechero Bunsen), pero si se acumula en un espacio cerrado, una chispa o llama puede causar una explosión.

En cualquier laboratorio, un laboratorio de química u otro laboratorio de ciencias, donde se utilizan sustancias químicas, habrá riesgos. Los químicos bien educados y los estudiantes de química bien educados necesitan comprender los peligros de las sustancias químicas y de varios procedimientos químicos para poder trabajar de manera segura en el laboratorio. Para tener la capacidad de trabajar de manera segura, es clave no solo reconocer un peligro sino también evaluar el riesgo real que representa. Por

ejemplo, un disolvente orgánico podría ser muy inflamable, pero el riesgo en un laboratorio en particular es bajo si el disolvente está bien contenido en una botella o si la cantidad de disolvente es muy pequeña y las fuentes de ignición están excluidas del área. Del mismo modo, una sustancia química puede ser muy tóxica por ingestión, pero si evitamos las condiciones en las que se ingeriría, el riesgo es bajo. Finalmente, un ácido fuerte puede ser muy corrosivo para la piel, pero si tomamos medidas para evitar el contacto con la piel, el riesgo es menor. *En los laboratorios de química, hay siempre algunos peligros y algunos riesgos.* Un objetivo de este folleto es ayudarlo a aprender cómo reconocer los peligros y cómo minimizarlos.

Su instructor le exige que lea este folleto para que pueda trabajar de manera segura en laboratorios con sustancias químicas. La realización de experimentos de química puede ser divertida, intelectualmente satisfactoria y productiva - pero solo si estos experimentos se realizan de la manera más segura posible. Al final de cada día en el laboratorio, el objetivo es que vaya a casa tal como vino, sin lesiones ni enfermedades como resultado de su experiencia en el laboratorio.

Para trabajar de manera segura en sus primeros cursos de laboratorio, aprenderá muchas reglas sobre las sustancias químicas y cómo manejarlas. De hecho, este folleto también está lleno de reglas. Pero hay unos *principios de seguridad* (RAMP) detrás de todas estas reglas, y aprender estos principios también es un objetivo de este folleto. Las reglas en este folleto tratan muchas situaciones que encontrará en los cursos de química de primer y de segundo año. Pero hay muchos peligros adicionales que puede encontrar en cursos más avanzados y en proyectos de investigación. Por lo tanto, mientras aprende algunas reglas, también debe comenzar a desarrollar principios y conceptos sobre seguridad que puedan aplicarse en su vida laboral futura, aunque no esté trabajando específicamente en un laboratorio químico. Para los estudiantes de ciencias no químicas, sus laboratorios "no químicos" a menudo usarán sustancias químicas. Como se dice: "Las sustancias químicas no saben en qué laboratorio están". Muchas sustancias químicas también se usan en el hogar, por lo que

■ RAMP para la seguridad

Llevemos esta idea de gestión de riesgos más allá y desarrollemos un modelo sobre cómo trabajar siempre de la manera más segura posible en el laboratorio. Un paradigma simple para trabajar de manera segura en el laboratorio es:

Reconocer los peligros.

Evaluar (assess) los riesgos de los peligros.

Minimizar los riesgos de peligros.

Prepararse para emergencias.

Esto se conoce como RAMP,¹ debido a los verbos en las cuatro declaraciones. Es fácil de recordar y es clave para crear una cultura de seguridad en el trabajo experimental en química.

Aprender a reconocer los peligros es uno de los principales objetivos de este folleto. En el Capítulo 3, aprenderá sobre las categorías de peligros y las características generales de estos peligros. También se discute la evaluación y la minimización del riesgo, para ayudarlo a aprender cómo trabajar de manera segura cuando se trata de compuestos o procedimientos peligrosos heredados.

Finalmente, hay varias razones por las cuales pueden ocurrir incidentes adversos en el laboratorio, por lo que es inteligente y prudente estar preparado para emergencias. Si sigue este protocolo RAMP en todos sus laboratorios y en todos sus experimentos, la probabilidad de lesiones o enfermedades es muy baja, probablemente prácticamente nula. De hecho, debido a la buena educación en seguridad, estos entornos inherentemente peligrosos son en realidad lugares muy seguros para trabajar.

¹ RAMP es presentado y discutido en: Hill, R. H.; Finster, D. C. *Laboratory Safety for Chemistry Students, 2nd ed.*; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, 2016.

el manejo y el uso de las sustancias químicas de manera segura tiene una amplia gama de aplicaciones.

Seguridad en Laboratorios Académicos de Química está diseñado para usarse como una ayuda en la enseñanza de seguridad durante los primeros dos años de cursos de química. En estos primeros años, la facultad de química de su institución habrá revisado cuidadosamente la seguridad de la mayoría de los experimentos de laboratorio. Los riesgos de estos experimentos se han minimizado y existe una supervisión considerable de estas primeras sesiones de laboratorio.

■ EN SU FUTURO: Aprenda más sobre RAMP

Después de estos dos primeros años, participará en laboratorios más avanzados, que brindan más libertad para el aprendizaje independiente. Estas sesiones de laboratorio avanzadas requerirán que usted sea más responsable y que aprenda más sobre los peligros y los riesgos del laboratorio. Deberá incorporar con mayor diligencia los principios de seguridad: reconocer los peligros, evaluar y minimizar los riesgos de los peligros, y estar siempre preparado para emergencias. ¡El principio RAMP también se puede aplicar a su vida cotidiana!

Cultura de seguridad y su rol en ella

El conocimiento y las habilidades de seguridad que aprende en sus cursos de química están muy influenciados por la cultura de seguridad de su institución. Los componentes de una fuerte cultura de seguridad requieren que usted haga su parte. Hay cuatro áreas que deberían recibir su atención: liderazgo, aprendizaje de seguridad, desarrollo de una actitud positiva de seguridad y aprendizaje de lecciones de incidentes de seguridad. Puede aprender mucho más sobre cultura de seguridad leyendo *Creating Safety Cultures in Academic Institutions*.²

El liderazgo desempeña un papel fundamental en el tipo de cultura de seguridad que tendrá una institución. Aunque es posible que no desempeñe un papel en el liderazgo de su institución, si *tiene* un papel en ser un líder personal en seguridad. Como en otros aspectos de la vida, se fomenta la seguridad con un buen ejemplo. Puede mostrar su liderazgo siguiendo las instrucciones de seguridad que le dieron sus instructores, siempre usando su equipo de protección personal requerido (como gafas de seguridad, guantes y una bata de laboratorio), reportando todos los incidentes de seguridad (aunque sean menores), y tomando tiempo para considerar los riesgos involucrados en un experimento.

A medida que aprenda química, aprenderá sobre los peligros químicos y de laboratorio y cómo minimizar los riesgos de esos peligros en el laboratorio - elementos de seguridad del laboratorio. Es de vital importancia para su seguridad personal (y para la seguridad de los demás) que realmente trate de aprender y comprender los peligros en el laboratorio. Este entendimiento puede salvarlo a usted u otros de lesiones o de otros incidentes adversos. Comprender por qué las sustancias químicas o las situaciones son peligrosas es una parte crítica del aprendizaje para estar seguro. Por ejemplo, si sabe por qué algo es inflamable, podrá trabajar mejor con materiales inflamables en el futuro. A medida

que aprende química, debe esforzarse por aprender todo lo que pueda sobre seguridad. Esperamos que aprenda sobre seguridad durante toda su experiencia universitaria y no vea la seguridad como un conjunto de reglas para memorizar. La seguridad en la educación implica el desarrollo de un conocimiento sustancial de los diversos compuestos químicos y de los laboratorios peligrosos, aprender a evaluar los riesgos de esos peligros, aprender a minimizar los riesgos de todos los peligros que pueda encontrar y estar preparado para emergencias que puedan surgir durante el trabajo de laboratorio con estos peligros – ya estamos hablando de RAMP.

Si aprende continuamente sobre seguridad durante sus años de educación universitaria y refuerza su importancia constantemente, desarrollará una actitud positiva de seguridad, a veces llamada ética de seguridad. Si siempre se toma el tiempo de revisar los peligros y las medidas de seguridad de cada experimento, también mantendrá su actitud positiva de seguridad. La actitud adecuada para la seguridad se refleja en la *ética de la seguridad*: valore la seguridad, trabaje de manera segura, evite comportamientos de riesgo, promueva la seguridad y acepte la responsabilidad de la seguridad.³ Es probable que su futuro empleador espere y requiera una actitud positiva de seguridad.

Finalmente, aunque todos nos esforzamos por mantener a todos seguros en nuestras operaciones de laboratorio, a veces pueden ocurrir incidentes adversos de seguridad. Gran parte de lo que se sabe sobre seguridad se ha aprendido de errores o incidentes. Cuando suceden, incluso incidentes menores, deben compartirse para que todos podamos aprender las lecciones de los pasos en falso que se hicieron. Compartir estos incidentes siempre debe hacerse de manera no punitiva. Aprender lecciones es una parte importante de nuestro trabajo como científicos, así que téngalo en cuenta a medida que aprende sobre química y sobre seguridad.

Como puede ver en este capítulo introductorio, la seguridad juega un papel clave en la química. Las preocupaciones de seguridad se aplican a todos los campos relacionados con la química, y la seguridad es de hecho una disciplina de la química, al igual que la química inorgánica, orgánica, analítica, física o biológica. Todos los que usan la química en su carrera necesitan conocimientos, habilidades y actitudes adecuadas sobre la seguridad para trabajar de manera segura en un laboratorio. *Mantenga la seguridad a la vanguardia en su educación en química y ciencias, y le servirá bien.*

RESUMEN

Trabajar en laboratorios requiere que aprenda a aplicar el concepto RAMP: reconocer los peligros, evaluar los riesgos de los peligros, minimizar los riesgos de los peligros y prepararse para emergencias. Aprender el por qué de los peligros, sus riesgos y los procedimientos y procesos diseñados para protegerlo es la base de las reglas de seguridad. Si comprende por qué, es más probable que siga los procedimientos y las reglas de seguridad.

REFERENCIAS

¹ Hill, R. H.; Finster, D. C. *Laboratory Safety for Chemistry Students*, 2da ed.; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, 2016.

² ACS Joint Board–Council Committee on Chemical Safety. *Creating Safety Cultures in Academic Institutions: A Report of the Safety Culture Task Force of the ACS Committee on Chemical Safety*; American Chemical Society: Washington, DC, 2012. www.acs.org/content/dam/acsorg/about/governance/committees/chemicalsafety/academic-safety-culture-report-final-v2.pdf (consultado el 6 de marzo 2017).

Su Responsabilidad por la Seguridad en los Laboratorios

Introducción

La prevención de incidentes es una responsabilidad colectiva, que requiere la plena cooperación de todos en el laboratorio. La responsabilidad de la seguridad en el laboratorio reside en usted, sus compañeros, el instructor y la institución. Aunque todos son responsables de la seguridad en el laboratorio, usted, el experimentador, puede prevenir más directamente los incidentes.

Los incidentes a menudo resultan de:

- una actitud indiferente hacia la seguridad;
- no reconocer los peligros o situaciones peligrosas;
- no evaluar los riesgos involucrados en el trabajo que se realiza;
- no estar alerta a su entorno;
- incumplimiento de las instrucciones o medidas para minimizar los riesgos; y
- no reconocer las limitaciones de su conocimiento y experiencia.

Puede ser víctima de un error cometido por usted o por otra persona. Si está realizando un procedimiento de laboratorio incorrectamente y un compañero de clase se lo indica, esté agradecido, podría ser que él o ella acabe de salvarle la vida.

Si observa que un compañero de clase comete un error, avísele. Además, los actos inseguros se deben informar a su instructor, para que los errores no se repitan. Las pautas de este capítulo se proporcionan para ayudarlo a desarrollar una conciencia sobre su papel en el mantenimiento de un entorno de laboratorio seguro. La mayoría de estas pautas y reglas serán aplicables a los cursos introductorios de laboratorio que realice como estudiante de pregrado. En algunos casos, se proporciona más información para guiarlo a medida que avanza hacia otras experiencias de laboratorio.

■ Eventos, incidentes y accidentes

Eventos inesperados y no deseados a veces ocurren en laboratorios. En este folleto, usamos el término "incidente" en lugar de "accidente" para no implicar que estos eventos ocurren al azar o inevitablemente. Prácticamente todos los incidentes se pueden prevenir si se siguen las pautas y los principios de seguridad presentados en este folleto.



Al final del capítulo, podrá encontrar una lista resumida de pautas o reglas de seguridad. Estas pautas son el resultado de la aplicación de años de lecciones aprendidas y son parte de la M de RAMP: minimizar los riesgos de peligros. A medida que aprenda más sobre química, aprenderá a reconocer los peligros (Capítulo 3). Pero antes de ingresar a un laboratorio, debe aprender algunos conceptos básicos sobre medidas de seguridad y equipos de seguridad. Revise las medidas de seguridad con frecuencia, como recordatorio.

■ EN SU FUTURO: Minimizar los riesgos de peligro

En los cursos introductorios y de laboratorio de química orgánica, es poco probable que trabaje con sustancias a presiones diferentes a la del ambiente, o con materiales de alta energía con el potencial de reacciones vigorosas, como espuma, sobrecalentamiento, ebullición o incluso — si está bajo presión — pequeñas explosiones (estos son sucesos extremadamente raros). Este tipo de experimentos de laboratorio requieren el uso de capuchas de laboratorio, protectores de banco, gafas de impacto para proteger sus ojos de salpicaduras químicas y protectores faciales lo suficientemente anchos y lo suficientemente largos como para proteger su cuello y orejas.

Equipo de Protección Personal (EPP)

El equipo de protección personal (comúnmente conocido como EPP) es una de las principales formas de protegerlo de daños cuando trabaja en el laboratorio. Es importante que comprenda por qué su instructor le exigirá que use EPP.

El EPP se usa para eliminar o minimizar la exposición a algunos peligros encontrados al trabajar en el laboratorio de química. El EPP incluye artículos diseñados para proteger áreas específicas de su cuerpo, como sus ojos y manos. Comúnmente incluye guantes, protección para los ojos, batas de laboratorio y delantales. No dependa únicamente del EPP para protegerse, porque a menudo es la barrera final entre usted y la exposición.

Cabello y vestimenta (vestirse para el laboratorio)

La ropa usada en el laboratorio debe ofrecer a su piel protección básica contra salpicaduras y derrames. Los pantalones cortos, las faldas cortas y las camisas que expongan su abdomen estarán innecesariamente exponiendo su piel a posibles derrames. Siempre es prudente minimizar la cantidad de piel expuesta al entorno del laboratorio. La ropa holgada y voluminosa tampoco es apropiada en el laboratorio. Las mangas sueltas pueden arrojar objetos de laboratorio, ser arrastradas en derrames químicos, o presentar un peligro de incendio con llamas. La ropa debe estar hecha de fibras naturales, como el algodón. Su instructor o institución pueden exigirle que use batas o delantales de laboratorio. Los delantales no inflamables y no porosos ofrecen la protección más satisfactoria y menos costosa. Si usa una bata de laboratorio en lugar de un delantal, debe tener cierres a presión en lugar de botones, para que pueda quitarse fácilmente en caso de contaminación.



Para el laboratorio, utilice zapatos que estén hechos de piel o de algún polímero sustituto a la piel. Asegúrese que cubra totalmente sus pies y dedos, por lo tanto debe ser cerrado en su totalidad. Esto le provee a sus pies la mayor protección ante derrames de sustancias químicas que puedan caer. Cuando seleccione sus zapatos para el laboratorio,

tenga en mente que *no deben exponer ninguna parte del pie y que también deber ser estables al caminar y cómodos al estar de pie.*

Restrinja el cabello largo y la ropa suelta. El cabello largo puede enredarse fácilmente en el equipo, puede estar expuesto a productos químicos o puede incendiarse por exposición directa a los quemadores Bunsen encendidos. Se debe evitar el uso de joyas, como anillos, pulseras, collares y relojes de pulsera, en el laboratorio. Las joyas pueden ser dañadas por gases y vapores químicos, y por derrames. La filtración química entre las joyas y la piel puede poner corrosivos en contacto íntimo con su piel y atrapar las sustancias químicas. Las joyas también pueden engancharse en el equipo y causar lesiones.

Protección de los ojos

Todos en el laboratorio, incluyendo los visitantes, deben usar protección para los ojos en todo momento, incluso cuando no se realiza una operación química. Algunos experimentos presentan riesgos de salpicadura, que requieren el uso de gafas con ventilación indirecta; para otros experimentos, las gafas de seguridad pueden ser suficientes. Porque es probable que no desee comprar dos formas de protección para los ojos, es prudente usar las gafas más protectoras para entornos variables. Por lo tanto, los anteojos clasificados para protección contra salpicaduras químicas son la protección ocular preferida. La facultad de química de su institución evaluará los riesgos de los peligros en su laboratorio y determinará el tipo apropiado de protección ocular para los experimentos que se realizan en sus laboratorios académicos. Los anteojos recetados normales no proporcionan protección ocular de laboratorio adecuada contra la metralla de una explosión o salpicaduras de productos químicos peligrosos. Se han producido lesiones graves por el uso de anteojos recetados normales sin gafas de protección contra salpicaduras químicas o anteojos de seguridad.

Guantes

Los guantes son una parte importante de la protección personal. Su instructor evaluará los riesgos de peligros y

■ ¿Importa el material adecuado para el guante? Lecciones aprendidas

En agosto de 1996, la Dra. Karen Wetterhahn, una investigadora muy exitosa, estaba trabajando en su laboratorio en su proyecto del momento, que requería crear un estándar al unir un compuesto de mercurio a una proteína para ser estudiado por espectroscopia de resonancia magnética nuclear (RMN)

El compuesto de unión recomendado era dimetilmercurio, que se sabía que era un compuesto muy tóxico. Reconociendo el peligro, la Dra. Wetterhahn hizo varios intentos de preparar el estándar utilizando sales de cloruro de mercurio menos tóxicas. Cuando esos productos dieron resultados decepcionantes, decidió continuar usando dimetilmercurio para preparar el estándar.

La Dra. Wetterhahn estaba trabajando en una campana de laboratorio, usando guantes de látex (caucho natural) y utilizando prácticas de laboratorio prudentes aceptadas. Durante el transcurso de una transferencia, dos pequeñas gotas de dimetilmercurio gotearon sobre su guante de látex. Sin darse cuenta de la gravedad de esto, terminó su trabajo del día, limpió y no informó el incidente. En el plazo de un año, desarrolló signos y síntomas graves de intoxicación aguda por mercurio y eventualmente entró en coma y falleció. Más tarde, sus colegas probaron el tiempo de avance de la acción del dimetilmercurio sobre el látex y descubrieron que era de 15 segundos o menos. Una lección que se puede aprender de este trágico evento es asegurarse de que el guante que elija haya sido probado por el fabricante para el producto químico que se está utilizando y que se sigan las recomendaciones del fabricante, especialmente para productos químicos en los que un error podría ser catastrófico

Para leer la historia completa, busque "A Tribute to Karen Wetterhahn".¹



requerirá el uso de guantes cuando sea apropiado y le proporcionará el tipo adecuado de guantes. El material del guante debe seleccionarse en función de los productos químicos que se utilizan. Siempre revise sus guantes antes de cada uso para asegurar la ausencia de grietas y pequeños agujeros. Para evitar involuntariamente esparcir las sustancias químicas, quítese los guantes antes de abandonar el área de trabajo y antes de manipular cosas como teléfonos celulares, calculadoras, computadoras portátiles, pomos de las puertas, instrumentos de escritura, cuadernos de laboratorio y libros de texto. Debe lavarse las manos al salir del laboratorio, incluso si ha usado guantes.

Hay una variedad de guantes y materiales disponibles: neopreno, caucho de butilo y muchos otros materiales. Diferentes tipos de guantes tienen diferentes longitudes de guantelete; algunos cubren todo el brazo, algunos cubren solo el antebrazo, y algunos son solo hasta la muñeca. Las personas sensibles al látex no deben usar guantes de látex. Aunque los guantes de cuero o tela pueden proteger contra objetos calientes o fríos, no confíe en ellos para protegerse contra productos químicos peligrosos. El instructor y la institución son responsables de evaluar los riesgos de los peligros y de seleccionar el guante adecuado para la aplicación en particular.

Los guantes desechables y los guantes que han sido impregnados por una sustancia química no deben reutilizarse. Los guantes no se pueden reutilizar de manera segura porque la sustancia química no se puede eliminar por completo. Los guantes contaminados pueden considerarse un material de desecho peligroso, pero este no es siempre el caso. En todos los casos, deseche los guantes usados en el contenedor designado para desechos peligrosos o como lo indique su instructor.

■ EN SU FUTURO: Seleccione los guantes

Tenga en cuenta que ningún material de guantes puede proporcionar protección permanente. Finalmente, los líquidos impregnarán todos los materiales de los guantes. Los materiales de los guantes son calificados por el fabricante utilizando el tiempo de penetración (el tiempo que tarda una sustancia química particular en contacto con un guante para pasar a través del guante). Para muchos disolventes orgánicos, el tiempo de avance puede ser de solo unos minutos. Debido a que la permeabilidad de los guantes hechos del mismo material o un material similar puede variar según el fabricante, consulte la información provista por el fabricante de los guantes para obtener una guía específica. Si una sustancia química se difunde a través de un guante, y esta se mantiene contra su piel; podría recibir más exposición que si no hubiera usado guantes. Se puede obtener información adicional del fabricante de los guantes. Una búsqueda en línea de "selección de guantes químicos" arrojará varios sitios web con información útil.

Protocolos del Laboratorio

Ambiente de Laboratorio

El laboratorio de química puede brindar una gran oportunidad para aprender, pero mientras trabaja en el laboratorio, debe permanecer alerta a sus acciones y las acciones de quienes lo rodean. Las variaciones en el procedimiento, incluyendo los cambios en los productos químicos que se utilizarán o en las cantidades que se utilizarán, pueden ser peligrosas. Las modificaciones deben hacerse solo con el conocimiento y la aprobación de su instructor.

Antes de trabajar en el laboratorio, tome nota de su entorno. Ubique las salidas, estaciones de extracción de alarma contra incendios, fuentes de lavado de ojos, duchas de seguridad, mantas contra incendios, botiquines de primeros auxilios y extintores de incendios; practique caminar hacia ellos. Esto es parte de la P de RAMP: Prepararse para emergencias.

Nunca coma ni beba en el laboratorio, para asegurarse de que no haya posibilidad de que cualquier contaminación pueda conducir a la ingestión de un compuesto químico de laboratorio. No se deben llevar ni almacenar alimentos ni bebidas en el laboratorio.

Visitantes en el laboratorio

Todos los visitantes del laboratorio, sin importar cuán breve sea su visita, deben usar protección para los ojos. Los visitantes, como amigos y parientes, pueden no ser conscientes de los peligros y pueden, sin embargo, cometer actos inseguros. Obtenga la aprobación de su instructor de laboratorio antes de traer visitantes al laboratorio.

Limpieza interna

En el laboratorio y en otros lugares, mantener las cosas limpias y ordenadas generalmente conduce a un entorno más seguro. Mantenga los pasillos y el acceso al equipo de seguridad libre de obstrucciones como sillas, cajas, cajones abiertos, mochilas y zafacones. Evite los riesgos de resbalones manteniendo el piso libre de líquidos derramados, hielo, tapones, cuentas de vidrio o varillas, y otros artículos pequeños. Mantenga los espacios de trabajo y las áreas de almacenamiento libres de cristalería rota, restos de



©2017 Flinn Scientific, Inc. All Rights Reserved. Reproduced for one-time use with permission from Flinn Scientific, Inc., Batavia, Illinois, U.S.A.

productos químicos y cristalería sucia. Los artículos de vidrio rotos siempre deben desecharse en un recipiente de desechos de vidrio roto y NUNCA en un bote de basura común. Informe a su instructor de inmediato si se rompe el vidrio o se derraman sustancias químicas. Siga el procedimiento requerido por su laboratorio para la eliminación de desechos químicos y de productos químicos no utilizados. Limpie el área de su banco antes de salir del laboratorio, para que otros no toquen accidentalmente residuos de los compuestos químicos. Nunca deje productos químicos en la balanza, ya que esto puede exponer innecesariamente al siguiente usuario al producto químico. Además, las balanzas electrónicas son caras y pueden dañarse fácilmente con productos químicos corrosivos.

■ EN SU FUTURO: Agentes de limpieza especiales

Se han informado numerosos incidentes relacionados con soluciones de limpieza que son oxidantes fuertes, como ácido nítrico o mezclas de ácido crómico-sulfúrico. No use disolventes inflamables como agentes de limpieza a menos que su instructor requiera específicamente su uso. No use agentes de limpieza fuertes como ácido nítrico, ácido crómico, ácido sulfúrico u otros oxidantes fuertes a menos que se le indique específicamente que los use, y luego solo con capacitación específica y equipo de protección adecuado.

Etiquetado de las sustancias químicas

El etiquetado inadecuado o insuficiente de los envases químicos ha dado lugar a numerosos incidentes adversos. Las etiquetas generalmente se denominan "fabricante" y "secundario". Es importante que la etiqueta del fabricante nunca se altere, cubra o cambie hasta que se verifique que el contenedor está vacío. A menudo, los contenedores vacíos se reutilizarán, por ejemplo, para soluciones preparadas por los estudiantes. Antes de reutilizar un contenedor para otra solución, la etiqueta obsoleta debe eliminarse por completo y el contenedor debe lavarse bien y dejar que se seque al aire. Es inaceptable usar un marcador para escribir sobre una etiqueta existente del fabricante. En ningún caso un contenedor debe tener dos etiquetas, una a cada lado de la botella.

Aunque es poco probable que participe en la gestión de los envases del fabricante, puede preparar soluciones y almacenarlas en su cajón en sus laboratorios de introducción y de química orgánica. Como mínimo, una etiqueta secundaria para uso temporal (durante un período de laboratorio o hasta un período de laboratorio futuro) debe tener el nombre del compuesto químico, el nombre de la persona que llenó el contenedor, la fecha en que se llenó y los peligros. Los envases preparados para un almacenamiento más prolongado deben tener una etiqueta que cumpla con los estándares del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA) (ver Capítulo 3).

Limpiando la cristalería

Limpie su cristalería sucia en el fregadero del laboratorio con agua caliente, agentes de limpieza ambientalmente aceptables y cepillos de rigidez y tamaño adecuados. No fuerce un cepillo en la cristalería. Siempre use gafas de protección contra salpicaduras de productos químicos mientras lava la cristalería, y use guantes si se le indica que lo haga.

Muchas llaves de laboratorio tienen boquillas dentadas que pueden producir corrientes de agua a alta velocidad. Cuando use este tipo de grifos, siempre ajuste la corriente lentamente sin sostener la cristalería debajo. El agua puede salir con fuerza y salpicar en su cara o romper la cristalería en sus manos. Evite acumular demasiados artículos en el área de limpieza.

El espacio de trabajo alrededor de un fregadero suele ser limitado, y acumular cristalería sucia o limpia puede provocar roturas. Recuerde que el agua turbia en un fregadero puede ocultar el borde afilado y dentado de una pieza de cristalería rota que estaba intacta cuando se puso en el agua. Si la cristalería del fregadero está rota, drene el agua estancada. Use un par de guantes, pinzas o pinzas resistentes a los cortes para quitar los pedazos de vidrio roto. Tenga especial cuidado al limpiar el área de drenaje, porque las piezas de vidrio pueden quedar atrapadas en los agujeros y ser casi imposibles de detectar. Para minimizar la rotura de la cristalería, los fondos del fregadero pueden tener alfombras de goma o plástico que no bloqueen los desagües.

Inhalación de productos químicos

Si se le indica que huelo algo en el laboratorio, use su mano para arrastrar los vapores hacia su cara y huelo suavemente. Nunca debe oler un producto químico colocando su



nariz directamente sobre un recipiente de productos químicos. La presencia de un olor no es una indicación confiable de daño potencial, y la ausencia de un olor no es una indicación confiable de la ausencia de daño.

Algunas personas piensan que si pueden oler una sustancia química, les está causando daño. Esto no es necesariamente correcto. Es cierto que si huele una sustancia química, lo está inhalando. Algunos productos químicos nocivos no tienen olor, y otros pueden paralizar el sentido del olor. Algunas sustancias químicas no pueden ser detectadas por la nariz humana en concentraciones que son dañinas, y algunas, aunque puedan tener un

olor decididamente nocivo, no lo son si se inhalan.

Muchas sustancias que pueden o no tener olor son dañinas si se inhalan sus vapores, polvos o nieblas. La etiqueta en el contenedor y la Hoja de datos de seguridad (SDS) para el compuesto químico (vea el Capítulo 3) pueden llevar una advertencia sobre los riesgos de inhalación. Su instructor lo guiará para dispensar y manejar estas sustancias en una campana de laboratorio.

Disposición de productos químicos

El manejo adecuado de los subproductos de reacción, los excedentes, los productos químicos de desecho y los materiales contaminados son un elemento importante para la prevención de incidentes, y existen reglas muy estrictas para la eliminación de productos químicos. La eliminación inadecuada puede causar daños graves al medio ambiente y también puede generar problemas legales para su institución. Cada estudiante es responsable de garantizar que estos desechos se manejen de una manera que minimice los riesgos personales y que sea la adecuada para su potencial de contaminación ambiental.

Por lo general, los subproductos de reacción y productos químicos excedentes se verterán en residuos debidamente etiquetados o contenedores de residuos peligrosos para su eliminación adecuada. Su instructor le indicará que utilice contenedores de residuos designados y etiquetados. Lo más probable es que se utilicen diferentes contenedores para diferentes clases de productos químicos. Maneje sus desechos materiales en las formas específicas designadas por su instructor. ***El vertido de desechos en el recipiente incorrecto puede provocar reacciones adversas inesperadas, que provoquen incendios o explosiones*** (consulte “Contiene ácido nítrico: NO AGREGUE DISOLVENTES ORGÁNICOS” en el Capítulo 3). Recuerde prestar atención y seguir las instrucciones. A veces, los subproductos de reacción pueden neutralizarse o desactivarse como parte de su procedimiento, y esto puede ayudar a reducir la manipulación de residuos, lo que reduce el costo de eliminación. Una vez que los subproductos se alejan del experimento, están sujetos a las regulaciones de desechos peligrosos establecidas por el gobierno de su estado y la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA).

Algunas pautas generales de eliminación son las siguientes:

- Al desechar productos químicos, coloque cada clase de desecho químico en su contenedor de eliminación específicamente etiquetado. Lea atentamente la etiqueta del contenido y vuelva a colocar la tapa después de su uso.



- Nunca coloque productos químicos en un fregadero o en el desagüe a menos que su instructor le haya dicho que las regulaciones locales permiten que estas sustancias se introduzcan en el sistema de alcantarillado sanitario. Por ejemplo, agua y soluciones acuosas diluidas de cloruro de sodio, azúcar y jabón de un laboratorio de química puede desecharse en el fregadero.
- Coloque el papel usado en una papelera separada de los desechos químicos. Los materiales que están contaminados con productos químicos, como las toallas de papel utilizadas para limpiar un derrame, pueden necesitar colocarse en un recipiente especial marcado para este uso. Su instructor le dirá si los materiales de limpieza deben recolectarse para desechos peligrosos o colocarse en los contenedores del vertedero.
- El vidrio roto pertenece en su propio contenedor de residuos marcado. Si el vidrio roto está contaminado con productos químicos, pregúntele a su instructor dónde deshacerse del vidrio.
- Los termómetros que contienen mercurio aún pueden estar en uso en su institución, pero la mayoría de estos han sido reemplazados por termómetros que contienen alcohol líquido. Si está utilizando un termómetro de mercurio y se rompe, notifique inmediatamente a su instructor de laboratorio. El mercurio derramado requiere procedimientos especiales de limpieza, y no debe ignorarse, porque el mercurio es tóxico. Los termómetros rotos pueden contener mercurio en los fragmentos; el vidrio roto contaminado con mercurio pertenece a su propio recipiente etiquetado.

RESUMEN

La mayor parte de lo que sabemos sobre ciencia se aprendió en laboratorios en algún lugar. Los laboratorios pueden ser lugares interesantes para aprender, pero también pueden ser lugares con productos químicos y equipos peligrosos. Para protegerse a sí mismo y a sus compañeros, es importante ser consciente de estos peligros y riesgos para evitar acciones que puedan conducir a incidentes que le causen lesiones a usted y a sus compañeros de clase o daños al laboratorio. Su deber como estudiante incluye el deber de prevenir incidentes cada vez que están en el laboratorio de química. La siguiente lista resume las pautas básicas (para minimizar el riesgo de peligros) destinadas a ayudarlo a cumplir con esta importante responsabilidad. Siempre que esté en el laboratorio:

CONDUCTA / COMPORTAMIENTO APROPIADO

- No trabaje solo.
- Nunca realice experimentos no autorizados ni cambie procedimientos sin aprobación.
- Mantenga una conciencia de su entorno y procure moverse decididamente alrededor de los demás.
- Nunca retire productos químicos del laboratorio sin la debida autorización, e informe a su instructor sobre la



Photo courtesy of CP Lab Safety.

eliminación no autorizada de productos químicos por parte de otros.

- Nunca haga trucos ni juegue en un laboratorio de química.
- Notifique a su instructor si observa violaciones de la seguridad de su laboratorio; podría salvar la vida de alguien.

VESTIMENTA DE LABORATORIO APROPIADA

- Prevenga la exposición de la piel cubriendo su piel.
- Los pies deben estar completamente cubiertos, y no se debe mostrar piel entre la parte superior del zapato y la parte inferior de la falda o los pantalones.
- Limite el cabello largo, evite usar ropa suelta y quítese las bufandas y las joyas.

MANEJO SEGURO DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS

- Lea el procedimiento con anticipación, escuche atentamente las instrucciones de su instructor y observe los requisitos de seguridad para el experimento en sus notas de pre-laboratorio.
- Nunca huela directamente un compuesto químico. Cuando se le indique que huela algo, use su mano para arrastrar los vapores hacia su cara y huela suavemente.
- Nunca devuelva los reactivos al envase original una vez que hayan sido retirados.

MANEJO SEGURO DE EQUIPOS

- Nunca pipetee por la boca. Utilice siempre una ayuda para pipetas o una bombilla de succión.
- No use placas calientes con cableado expuesto o desgastado.
- Revise las mangueras del mechero Bunsen en busca de agujeros.
- Asegure siempre una carga equilibrada de los tubos de ensayo en centrífugas.

CONTROLES DE INGENIERÍA Y EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Siempre use el tipo correcto de protección para los ojos cuando trabaje en el laboratorio. Su instructor le indicará el nivel de protección ocular requerida.
- Use batas de laboratorio o delantales resistentes a las sustancias químicas, si se le indica que lo haga.
- Trabaje en campanas de laboratorio según las instrucciones.

MANTENIMIENTO APROPIADO

- Minimice los riesgos de tropiezos al mantener los pasillos libres de mochilas y otros



peligros de tropiezos.

- Prevenga los derrames manteniendo los productos químicos y los aparatos alejados de los bordes de su banco de laboratorio u otro espacio de trabajo.
- Deseche los desperdicios químicos peligrosos según las instrucciones, y siempre solicite orientación si no está seguro.
- Siempre lave las batas de laboratorio u otras prendas en las que se hayan derramado productos químicos por separado de la ropa personal.
- Limpie su área de trabajo para el próximo usuario.
- Limpie los derrames en las balanzas según las instrucciones.



HIGIENE APROPIADA

- No prepare ni almacene (ni siquiera temporalmente) alimentos ni bebidas en un laboratorio de química.
- Nunca consuma alimentos ni bebidas cuando se encuentre en un laboratorio de química.
- Nunca use o lleve delantales de laboratorio o batas de laboratorio en áreas donde se consumen alimentos.
- No mastique chicle, fume ni aplique cosméticos o bálsamo labial en el laboratorio. Tenga en cuenta que los cosméticos, los alimentos y los productos de tabaco en paquetes abiertos pueden absorber los vapores químicos.
- Nunca se lleve las manos o el bolígrafo a la cara o la boca mientras trabaja en el laboratorio.
- No manipule lentes de contacto en el laboratorio, excepto para quitarlos cuando una emergencia requiera el uso de la fuente de lavado de ojos o ducha de seguridad.
- Siempre lávese las manos y los brazos con agua y jabón antes de salir del laboratorio, incluso si usa guantes.

PREPARACIÓN PARA EMERGENCIAS

- Conozca a fondo la ubicación y el uso de los equipos e instalaciones de seguridad, tales como salidas, rutas de evacuación, duchas de seguridad, fuentes de lavado de ojos, extintores y kits de derrames.

REFERENCIAS

¹ Dartmouth Toxic Metals Superfund Research Program. A Tribute to Karen Wetterhahn.

www.dartmouth.edu/~toxmetal/about/tribute-to-karen-wetterhahn.html (accessed March 6, 2017).

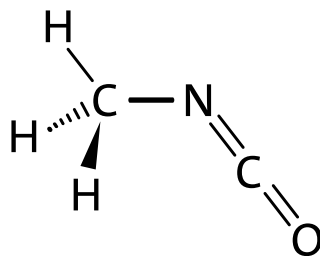
Guía de riesgos químicos

Introducción

Los productos químicos son las herramientas que utilizan los químicos para realizar su trabajo. A medida que lea este capítulo, comenzará a comprender qué son los peligros químicos. Un **peligro** es una fuente potencial de **peligro** o daño. Si no se reconocen los riesgos químicos, pueden ocurrir (y ocurren) eventos inesperados que resultan en lesiones personales y / o daños a la propiedad. El **riesgo** es una combinación de la probabilidad de que ocurra un incidente no deseado, la gravedad de las consecuencias si ocurre y la frecuencia de exposición al peligro. El hecho de que un producto químico pueda tener un riesgo inherente no significa que no podamos usarlo en el laboratorio. Sin embargo, un peligro no controlado presenta mayores riesgos, que pueden ser peligrosos. Curiosamente, las propiedades que hacen que un producto químico sea útil son a menudo las que hacen que su uso sea riesgoso, por lo que los químicos deben aprender a usar de forma segura los productos químicos que tienen riesgos inherentes significativos, utilizando los principios de RAMP. Por lo tanto, aunque muchos productos químicos tienen riesgos, la mayoría no presentan riesgos en nuestra vida diaria con el uso normal, porque hemos aprendido a reconocer y minimizar sus riesgos.

Si inicia una conversación con un químico sobre riesgos químicos, es probable que escuche al menos un cuento sobre alguna ocasión en que esa persona tuvo que lidiar con una situación peligrosa creada por el uso de productos químicos. Todos los productos químicos tienen riesgos inherentes que pueden causar daños si no se manejan adecuadamente. Los químicos usan muchos métodos para minimizar o controlar los riesgos asociados con su trabajo con productos químicos. Para aprender a manejar los productos químicos correctamente, primero debe ser capaz de identificar y comprender los peligros presentes.

Un evento considerado el peor incidente industrial alguna vez ocurrido (basado en la pérdida de vidas y sufrimientos) ilustra lo que puede suceder cuando los peligros no se manejan adecuadamente. En diciembre de 1984, 40 toneladas de metil isocianato (MIC), una sustancia química reactiva al agua, estaba siendo almacenado en un gran tanque en una planta de





pesticidas no operativa en Bhopal, India. La planta estaba siendo desmantelada y algunos de las características de seguridad que controlan los peligros del contenido del tanque había sido desactivado. Cuando el agua se filtró en el tanque, se produjo una reacción violenta y se lanzó una columna de gases tóxicos a la comunidad circundante. Como consecuencia, se estima que 3800 personas murieron de inmediato, 15,000 murieron más tarde y 500,000 resultaron heridas. Los efectos a largo plazo todavía afectan a la gente de Bhopal hoy en día. El agua es el disolvente universal, la base de la vida en la Tierra y no sobreviviríamos sin ella. Sin embargo, bajo las circunstancias que ocurrieron en Bhopal, el agua se mezcló con MIC reactivo al agua, produciendo un desastre.

El Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS), implementado en los Estados Unidos en 2012, ahora se utiliza para definir los riesgos físicos, de salud y ambientales para cada producto químico fabricado o vendido en los Estados Unidos. El sistema de clasificación de riesgos GHS fue desarrollado por una variedad de razones. La principal fue reducir el riesgo que presentan los productos químicos en el lugar de trabajo al mejorar la calidad de la información conocida y estandarizar la forma en que los peligros químicos se comunican a los trabajadores. ***Es responsabilidad del fabricante o importador identificar y comunicar los peligros de cada compuesto químico que producen o venden. Depende del usuario (usted) comprender la información provista en la etiqueta y en la Hoja de datos de seguridad (SDS).***

■ Signo o Síntoma?

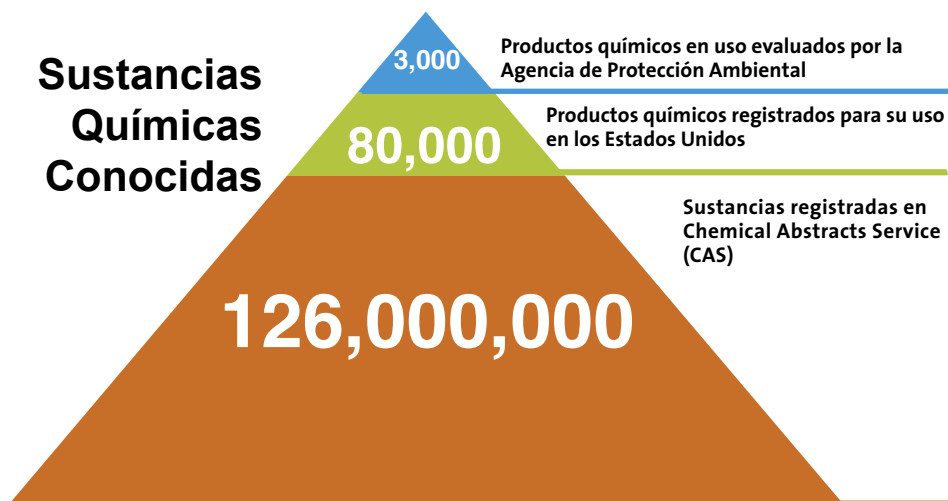
¿Reconocerías un signo o un síntoma de exposición?

Los **signos** de exposición son externos y, por lo tanto, son visibles para otros. Son objetivos y en algunos casos medibles. Algunos ejemplos de signos son urticaria, hinchazón, aumento o disminución de la frecuencia respiratoria, estornudos, tos y ojos llorosos. Los signos suelen ser temporales y desaparecen cuando se elimina la fuente de exposición.

Los **síntomas** de exposición se manifiestan internamente y, por lo tanto, no son obvios ni visibles para otros. Son subjetivos. Algunos ejemplos de síntomas son dolores de cabeza, mareos y dolor.

Hay más de 126 millones de sustancias químicas registradas en el Chemical Abstracts Service (CAS), una división de la American Chemical Society, y este número aumenta significativamente cada año.² Según el Programa Nacional de Toxicología, la agencia que evalúa los efectos sobre la salud para los productos químicos de interés, más de 80,000 ya están registrados para su uso en los Estados Unidos, y se agregan 2,000 más cada año.³

Solo una fracción muy pequeña de los productos químicos en uso ha sido evaluada por su potencial de causar daño.⁴ Se cree que relativamente pocos de los productos químicos de consumo a los que estamos expuestos en el uso diario presentan riesgos para la salud en estos niveles de consumo. Sin embargo, el peligro puede ser más significativo para un trabajador en un laboratorio que está usando la forma pura de un producto químico parcialmente evaluado si no se toman medidas para minimizar los riesgos de exposición.



Aunque no es proporcional, esta figura ilustra que, si bien se conocen millones de productos químicos, estamos expuestos a muy pocos de ellos en nuestra vida diaria y muy pocos han sido evaluados por completo para determinar el riesgo para los humanos. En una analogía, digamos que una piscina redonda de 24 pies con 4 pies de agua contiene 13,600 galones de agua y esto representa los 126,000,000 productos químicos conocidos. De este volumen, 8 galones representan los 80,000 químicos en uso comercial. ¡Solo alrededor de 8 cucharadas o 1/2 taza de ese volumen total de la piscina representarían los 3,000 productos químicos adecuadamente probados para la seguridad!

A cada sustancia recién registrada se le asigna un Número de registro CAS único, y cada sustancia tiene sus propias características peligrosas. Si tiene la intención de evitar incidentes cuando trabaje con productos químicos en el laboratorio, debe comenzar a aprender y comprender las características peligrosas de los productos químicos con los que trabajará. En sus laboratorios de introducción y química orgánica, trabajará con varias docenas o más de productos químicos. ¿Cómo puede esperarse que conozca las características peligrosas de tantos productos químicos diferentes? La respuesta: clasificación. Las características peligrosas de todos los productos químicos se pueden clasificar en unas pocas clases.

Veamos cuatro amplias subclases de peligro químico: **toxicidad, inflamabilidad, corrosividad y reactividad**. Algunos productos químicos son peligrosos solo en una de estas formas, y algunos son peligrosos en más de una forma. Muchos productos químicos utilizados



en laboratorios de química son peligrosos de alguna manera, pero el grado de peligrosidad varía: puede ser grande, pequeño o intermedio. Por ejemplo, compare la gasolina y el alcohol con respecto al peligro físico, la inflamabilidad. Ambos son líquidos inflamables, pero la gasolina es mucho más peligrosa. La gasolina es más fácil de encender y es más probable que se quemara vigorosamente o explote que el alcohol, pero usamos gasolina con seguridad todos los días. De esto, debe comprender que podemos y sabemos cómo manejar con seguridad incluso productos químicos peligrosos.

■ EN SU FUTURO: Mayores Peligros

Es bastante probable que las sustancias químicas con las que trabajarás en los laboratorios académicos de los primeros cursos de química se seleccionaron cuidadosamente para mantener el nivel de riesgo aceptable para los estudiantes nuevos en las ciencias químicas, porque los profesores han evaluado y minimizado los riesgos de estos experimentos. En los cursos de nivel superior, la investigación de pregrado y los estudios químicos avanzados, los peligros y los riesgos asociados con los productos químicos que usa probablemente sean mayores. En todos los casos, se puede trabajar de forma segura con cualquier producto químico si se conocen los peligros y se comprende, minimiza o elimina el riesgo.

Toxicidad

Exposición

Desde hace tiempo se sabe que la exposición a cualquier sustancia en cantidad suficiente puede ser letal. En el siglo dieciséis, un militar cirujano y alquimista conocido como Paracelso escribió: “¿Qué es lo que no es veneno? Todas las cosas son veneno, y nada es sin veneno. Es el dosificar el que hace que una cosa no sea un veneno”. Esto significa su dosis de exposición (o cantidad) a un producto químico determinará los efectos tóxicos que experimente.

Aunque cualquier sustancia tiene el potencial de ser perjudicial para quienes trabajan con ella, existen relaciones complejas entre una sustancia y su efecto fisiológico en cada persona.



■ Sustancias Tóxicas

Una sustancia tóxica es un compuesto químico que puede causarle daño a un organismo vivo. A veces se refiere a las sustancias tóxicas como veneno, pero ese término tiene diferentes significados para otras personas y puede ser malinterpretado. El químico debe definir un veneno como una sustancia que cambia la actividad de un catalítico utilizado en una reacción.

Algunos grupos, tales como la Agencia de Protección Ambiental, (EPA), definen específicamente cuando el término “veneno” debe aparecer en la etiqueta de un pesticida basado en el LD₅₀ para cada ruta de entrada/exposición del compuesto químico (refiérase a la definición de “dosis letal” en la sección de “En su futuro: términos toxicológicos y reglamentarios” al final de este capítulo).

Tóxicos que se derivan de fuentes biológicas, se conocen como toxinas.

El estudio de los efectos adversos de una sustancia en los organismos vivos y el ecosistema se conoce como **toxicología**.

Hay muchos factores que determinan cómo usted, como organismo vivo, reaccionará cuando una sustancia química ingrese a su cuerpo. Se incluyen cosas como la forma en que el compuesto químico ingresa a su cuerpo (llamado la ruta de entrada), la cantidad de sustancia (la dosis) y el tiempo durante el cual está expuesto (la duración), el estado físico del tóxico (la forma) y muchos otros factores, como el género de la persona expuesta, la etapa en la que se encuentra su ciclo reproductivo, edad, estilo de vida, sensibilización previa, qué órgano se ve afectado, los factores alérgicos y la disposición genética del individuo, por nombrar solo algunos. Todos estos factores afectan la gravedad de una exposición.

Los efectos tóxicos pueden ser inmediatos o retrasados, reversibles o irreversibles, y locales o sistémicos. Los efectos tóxicos varían de leves y reversibles (p. ej., dolor de cabeza por un solo episodio de inhalación de vapor de acetato de etilo, que desaparece cuando la persona inhala aire fresco) hasta grave e irreversible (p. ej., defectos de nacimiento de exposición excesiva a

la nicotina durante el embarazo o cáncer por exposición excesiva al formaldehído).

Excepto por las respuestas alérgicas, los efectos tóxicos de la exposición a un compuesto químico dependen de la gravedad de la exposición (recuerde Paracelsus).

En general, cuanto mayor o más frecuente es la exposición, más severo es el resultado. En consecuencia, puede reducir o incluso evitar daños manteniendo las exposiciones al mínimo.

Ahora, echemos un vistazo de cerca a algunos de los factores mencionados anteriormente que pueden determinar cómo la exposición a una sustancia química puede afectarlo negativamente.

Rutas de entrada/exposición

La forma en que una sustancia química ingresa al cuerpo, llamada la **ruta de entrada/exposición** (ROE), a menudo determinará otros factores de exposición. Además, es importante saber cómo podría introducirse un compuesto



químico en su cuerpo de manera que pueda protegerse de la exposición, porque su riesgo puede reducirse al eliminar o minimizar cada una de las rutas de exposición

Hay cuatro maneras en que las sustancias químicas pueden entrar en su cuerpo:

Inhalación. Una sustancia química ingresa al cuerpo a través del tracto respiratorio, al respirar. La sustancia puede estar en forma de vapor, gas, humo, niebla o polvo. Este es considerado el ROE más común en los laboratorios de química.

Ingestión. Una sustancia química ingresa al tracto digestivo a través de la boca (por vía oral). Es poco probable que uno ingiera una sustancia química en el laboratorio a propósito, y existen reglas básicas para evitar la ingestión accidental de sustancias químicas en el laboratorio. La exposición a productos químicos a través de esta ruta puede ocurrir al comer, masticar chicle, aplicar cosméticos, o fumar en el laboratorio (que ya no es un problema tan grande como lo era antes), o almorzar sin lavarse las manos después de trabajar en el laboratorio. Este ROE se elimina al prohibir comer y beber en el laboratorio.

Absorción. Cuando un producto químico entra en contacto con la piel, puede producirse una absorción cutánea del producto químico. La absorción de vapores químicos también puede ocurrir a través de los ojos y de las membranas mucosas.

Inyección. Las sustancias químicas ingresan al cuerpo a través de un corte hecho en la piel por un objeto contaminado. Las posibilidades incluyen el mal manejo de una pieza de borde afilado de un vaso de precipitados de vidrio roto contaminado o el mal uso de un objeto afilado, como un cuchillo o una aguja hipodérmica.

Dosis

Para los productos químicos, la **dosis** se define como la cantidad de tóxico recibida al mismo tiempo. La dosis se informa comúnmente en términos de cantidad por masa corporal, como miligramos por kilogramo (mg / kg); se normaliza en la masa corporal para que pueda compararse con otros informes de dosis.

Pero la dosis se puede informar de otras maneras para otras vías de exposición. Por ejemplo, las dosis cutáneas o dérmicas generalmente se informan en términos de cantidad por área de superficie de la piel, como miligramos por centímetro cuadrado (mg / cm²). Las dosis en el aire generalmente se informan en términos de cantidad por unidad de volumen de aire (concentración), como microgramos por litro (µg / L), miligramos por metro cúbico (mg / m³) o partes por millón (ppm) para un período de tiempo determinado.

Duración y frecuencia de exposición

Los efectos sobre la salud de un compuesto tóxico se pueden describir por la duración de la exposición y el inicio del efecto.

La **exposición aguda** se caracteriza por la rápida asimilación de la sustancia tóxica en una o más dosis en 24 horas o menos. Por lo general, el efecto

■ Órganos objetivo

*Estos son **órganos** (riñones, hígado, piel, ojos, etc.) o **sistemas** (sistema respiratorio, sistema nervioso central, etc.) que pueden verse afectados negativamente por una exposición a un compuesto químico.*

*Los tóxicos o toxinas a menudo se nombran por el órgano o sistema al que "atacan". Algunos ejemplos son **hepatotoxina** (hígado), **neurotoxina** (sistema nervioso), **toxina hematopoyética** (sistema sanguíneo), **nefrotoxina** (riñón), **mutágeno** (material genético) y **teratógeno** (embrión).*

resultante tiene un inicio repentino y se localiza, y puede ser doloroso, severo o incluso mortal. Por lo general, una sola exposición a una alta concentración está involucrada (consulte la definición de "dosis letal" en "En su futuro: términos toxicológicos y reglamentarios" al final de este capítulo).

Los efectos de una exposición aguda a menudo son reversibles. Por ejemplo, si inhala un tóxico e inmediatamente experimenta dificultad para respirar pero su respiración vuelve a la normalidad cuando sale de la habitación y toma aire fresco, esto se describiría como una exposición aguda que resulta en un efecto agudo. Sin embargo, si el tóxico ingresa al torrente sanguíneo y produce un **efecto sistémico** en otro órgano, el efecto puede no manifestarse de inmediato. En este caso, una exposición aguda podría tener un **efecto retardado** o un **efecto crónico (a largo plazo)**.

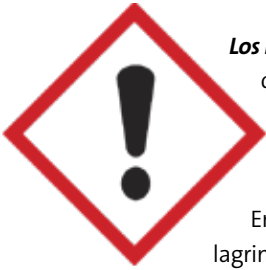
La **exposición crónica** se caracteriza por exposiciones repetidas, típicamente de dosis bajas, con una duración medida en meses o en años. Los efectos de la exposición pueden no ser inmediatamente aparentes (se dice que son *insidiosos*) y, por lo general, no son reversibles.

La **farmacocinética** es el estudio de cómo el cuerpo procesa las sustancias a las que está expuesto. Una vez que la sustancia está en el cuerpo, pasará por un proceso definido: absorción, distribución, metabolismo y excreción (llamada ADME). Qué tan rápido y dónde tiene lugar la absorción, a qué órganos se distribuye la sustancia, cómo se metaboliza (o no se metaboliza (se convierte en otras sustancias), qué metabolitos se forman y qué tan rápido se puede excretar afectarán la toxicidad de la sustancia sobre el individuo.

Grupos de productos químicos conocidos por provocar efectos tóxicos

Se produce un **efecto sinérgico** cuando dos (o más) productos químicos combinados producen un efecto adverso que es mayor que el esperado si se suman los efectos de los productos químicos individuales. Un ejemplo de sinergia es la exposición al alcohol y disolventes clorados: el alcohol aumenta la toxicidad del disolvente clorado. También es posible lo contrario: una sustancia tóxica puede disminuir el efecto de otra, en un **efecto antagónico**. Existen varios mecanismos de antagonismo. Un ejemplo de un efecto antagonista es el uso de etanol como antídoto para la ingestión de metanol. Los metabolitos del metanol son tóxicos, pero debido a que el etanol se metaboliza preferentemente, el metanol puede excretarse.

Los alérgenos son agentes que producen una reacción inmunológica, y puede encontrarlos en el laboratorio. Un alérgeno puede causar una respuesta respiratoria similar al asma o una reacción de dermatitis de contacto (eccema). No todos son susceptibles a los alérgenos. Se dice que un compuesto químico es un **sensibilizador** si provoca una respuesta alérgica en una población significativa. Las reacciones a la hiedra venenosa son respuestas alérgicas. Las sustancias químicas sensibilizantes comunes a las que podría estar expuesto en un laboratorio de química son metal níquel, azufre y sus compuestos, salicilatos (aspirina y gaulteria), formalina (formaldehído) y látex (que ahora se usa con menos frecuencia). Informe a su instructor si sabe o sospecha que podría ser alérgico a una sustancia química que se utilizará en su laboratorio; otra razón más por la que debe leer el procedimiento experimental antes de venir al laboratorio.



Los lacrimógenos son sustancias químicas que causan lagrimeo prolífico de los ojos debido a su profundo efecto sobre las glándulas lagrimales.

Es probable que esté familiarizado con una de estas sustancias (1-sulfinilpropano) si alguna vez ha cortado cebollas. Lagrimeo es una respuesta biológica que intenta diluir lo irritante de una sustancia.

En todas las exposiciones, excepto en las más graves, los efectos de los lagrimales no provocan daños permanentes al ojo. Si una sustancia química es un lacrimógeno, esta información debe indicarse en la etiqueta y en la SDS. Las gafas no necesariamente evitarán los vapores que causan la respuesta, y debe trabajar con estas sustancias solo en una campana de laboratorio. La cristalería debe enjuagarse en la campana antes de retirarla para lavarla en el fregadero. Siempre debe lavarse las manos al final del trabajo de laboratorio, pero es especialmente importante cuando ha estado trabajando con estos compuestos químicos, para asegurarse de que no entren en contacto con sus ojos.

Los disolventes orgánicos pueden penetrar la piel y se inhalan fácilmente cuando son suficientemente volátiles; por lo tanto, presentan un peligro para la salud además del peligro de inflamabilidad que presentan muchos de estos disolventes. Cuando está en contacto con la piel, la mayoría de los disolventes orgánicos causan sequedad y grietas. Los vapores de todos los disolventes orgánicos son tóxicos, algunos más que otros. Los signos y síntomas típicos de sobreexposición a los vapores de disolventes orgánicos incluyen dolores de cabeza, mareos, dificultad para hablar, cambios en la respiración o frecuencia cardíaca, inconsciencia y, rara vez, muerte. Los órganos típicos afectados por disolventes orgánicos son el sistema nervioso central, el hígado y los riñones. Evite el contacto de la piel con estos líquidos. El trabajo con disolventes orgánicos debe realizarse en una campana de laboratorio para mantener los vapores en el aire respirable a niveles aceptables. Los guantes deben elegirse cuidadosamente para asegurarse de que sean adecuadamente protectores.

Los metales pesados tienen numerosos efectos toxicológicos conocidos. Todavía puede encontrar **mercurio elemental** de un termómetro roto (si su laboratorio todavía usa termómetros de mercurio) o un derrame de un manómetro, utilizado para medir la presión en un laboratorio de química. Cada vez más, los laboratorios académicos están reemplazando los dispositivos que contienen mercurio con alternativas más seguras debido al peligro. El mercurio es un tóxico neurológico acumulativo. Las exposiciones pueden ser causadas por la absorción a través de la piel y la inhalación del vapor. Cuando se derrama, el mercurio forma gotas difíciles de contener, algunas de las cuales son demasiado pequeñas para ser vistas. El mercurio derramado debe ser limpiado de forma inmediata y exhaustiva por personas debidamente capacitadas utilizando equipos especializados y métodos de detección. Notifique a su instructor de inmediato si rompe un termómetro de mercurio o ve un termómetro roto.

Los asfixiantes son sustancias que tienen la capacidad de privar al cuerpo de oxígeno. Un asfixiante simple (como el nitrógeno) desplaza o diluye el oxígeno en el aire a un nivel no compatible con la vida. Un asfixiante químico (como el monóxido de carbono) evita que el cuerpo use el oxígeno disponible en el aire o impide el transporte de oxígeno en el cuerpo.

Inflamabilidad

Disolventes

Los disolventes son líquidos que se usan para disolver o dispersar otros reactivos. Los disolventes orgánicos representan una gran clase de líquidos con los que trabajará, especialmente en laboratorios de química orgánica. Muchos disolventes orgánicos presentan riesgos significativos de inflamabilidad. Los disolventes inflamables como la acetona, el hexano, el metanol, el etanol y el acetonitrilo se usan comúnmente en los laboratorios de investigación y enseñanza química.

Los disolventes orgánicos se pueden dividir en tres tipos generales: aquellos que contienen solo hidrógeno y carbono (hidrocarburos), aquellos que también contienen oxígeno (disolventes oxigenados) y aquellos que contienen halógenos (disolventes halogenados). Muchos (pero no todos) de los disolventes halogenados (por ejemplo, cloruro de metileno, tetracloruro de carbono y cloroformo) no son inflamables pero son bastante tóxicos. Los hidrocarburos (p. Ej., Hexano, tolueno y xileno) y los disolventes orgánicos oxigenados (p. Ej., metanol, éter dietílico y acetona) son típicamente muy inflamables. **No confíe** en generalizaciones sobre inflamabilidad; siempre revise la etiqueta del disolvente que esté usando, ya que indicará la inflamabilidad.

Es muy importante comprender que un líquido inflamable por sí mismo no puede arder; es el vapor (la forma gaseosa de la sustancia química) del líquido que arde. La velocidad a la que un líquido produce vapores inflamables depende de su velocidad de vaporización, que aumenta a medida que aumenta la temperatura. En consecuencia, un líquido inflamable es más peligroso a temperaturas elevadas que a temperaturas normales. Muchos vapores de disolventes orgánicos son más densos que el aire y pueden viajar a una fuente de ignición y "retroceder". Por lo tanto, recuerde que cuando está vertiendo un disolvente inflamable, también está vertiendo vapores invisibles e inflamables que, si se exponen a una fuente de ignición cercana, pueden encenderse en un incendio repentino.

Todos los líquidos y sólidos inflamables deben mantenerse alejados de los oxidantes y del contacto inadvertido con fuentes de ignición, como placas calientes en campanas. No almacene contenedores de disolvente en la campana donde está trabajando. Los disolventes orgánicos inflamables deben almacenarse a temperatura ambiente en un gabinete para



inflamables a menos que se indiquen otras condiciones de almacenamiento en la etiqueta del fabricante.

Sólidos inflamables

A diferencia de los sólidos pirofóricos (discutidos en la sección "Reactividad"), los sólidos inflamables requieren una fuente de ignición. Muchos metales comúnmente utilizados en laboratorios de enseñanza, como el hierro, el magnesio, el calcio y el aluminio, son inflamables. Cuanto más finamente dividido está el material, mayor es el riesgo. Los fuegos metálicos inflamables son fáciles de iniciar y difíciles de extinguir, ya que requieren materiales de extinción especializados. Nunca coloque metales finamente divididos en botes de basura con materiales combustibles; de hecho, no debe colocar productos químicos en los botes de basura.

Corrosividad

Corrosivos

La corrosión es la destrucción gradual resultante de la acción de un compuesto químico sobre metal o tejido vivo. Todos los ácidos fuertes (p. Ej., Ácido clorhídrico, ácido sulfúrico y ácido nítrico), todas las bases fuertes (por ejemplo, hidróxido de sodio e hidróxido de potasio), algunos ácidos débiles (por ejemplo, ácido acético, ácido carbónico y ácido fosfórico), algunas bases débiles (por ejemplo, amonio hidróxido) y algunas bases ligeramente solubles (por ejemplo, hidróxido de calcio) son corrosivas.

Incluso una exposición aguda a un compuesto químico corrosivo puede destruir irreversiblemente el tejido vivo. Tus ojos son particularmente vulnerables. Cuanto más concentrado sea el ácido o la base y / o mientras más largo sea el contacto, mayor será la destrucción. Algunos ácidos y bases inician daños dentro de los 15 segundos de contacto. Por esta razón, siempre debe usar gafas de protección contra salpicaduras de productos químicos al manipular corrosivos. Se requiere que los laboratorios de química donde se usan sustancias corrosivas tengan una fuente de lavado de ojos y una unidad de ducha de seguridad accesible desde cualquier punto dentro de un marco de tiempo de 10 segundos. Debería aprender dónde lavarse los ojos / ducharse y practicar caminar allí, tal vez con los ojos cerrados.

Las soluciones corrosivas que es más probable que encuentre en diversas concentraciones en sus primeros laboratorios de química son ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido

■ Concentrado y Diluido

En química, los términos "concentrado" y "diluido" significan cosas muy específicas cuando uno se refiere a ácidos. Las soluciones acuosas de ácidos se fabrican típicamente en algún porcentaje específico en peso del ácido acuoso. Por ejemplo, el ácido clorhídrico concentrado, HCl (aq), es del 37% (p / p) o 12 M. El ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄) es del 96% (p / p) o 18 M. Una solución de ácido concentrada puede diluirse a cualquier concentración inferior dada, y el término "diluir" puede referirse a cualquier solución de este tipo. Por lo tanto, la práctica local podría llamar una solución de 6 M, 1 M o <1 M "diluido". Cuando los químicos hablan de ácidos "fuertes" y "débiles", se refieren a la disociación de los protones en solución. Los ácidos fuertes se disocian al 100%, y los ácidos débiles no. "Fuerte" no es sinónimo de "concentrado", y "débil" no es sinónimo de "diluido". Ya sea concentrado o diluido, fuerte o débil, la mayoría de los ácidos tienen la capacidad de dañar el tejido, dependiendo de su pH, el tiempo de exposición y la capacidad de unión a proteínas del ácido.





fosfórico, ácido acético, ácido nítrico, hidróxido de sodio e hidróxido de amonio.

Ácidos

Cuando diluya ácidos concentrados, debe recordar siempre **añadir lentamente el ácido a agua mientras agita la mezcla**, porque el calor de la solución aumentará la temperatura.

Por ejemplo, el calor de solución liberado cuando se diluye un ácido sulfúrico es tan severo que usualmente el proceso se lleva a cabo en un baño de hielo, para prevenir que la solución ebulle o salpique.

Además de corrosividad, muchos de los ácidos utilizados comúnmente en laboratorio poseen otras características peligrosas. Soluciones acuosas de todos los haluros de hidrógeno (HF, HCl, HBr, y HI) son tóxicos, pero HF es de especial consideración (refiérase a “En su futuro: Ácidos que pueden ser considerados particularmente peligrosos”). Los vapores de estos ácidos son serios irritantes respiratorios.

El ácido sulfúrico concentrado es un agente deshidratante muy fuerte (capaz de eliminar el agua), y todas, excepto las soluciones muy diluidas, pueden oxidarse (consulte la sección “Reactividad”). El ácido fosfórico es un ácido débil. El ácido concentrado es un líquido viscoso y, como el ácido sulfúrico, es un agente deshidratante fuerte.

El ácido nítrico también es un fuerte agente oxidante. Generalmente reacciona más rápidamente que el ácido sulfúrico. Si el ácido nítrico diluido entra en contacto con la piel y no se lava completamente, la piel expuesta se vuelve marrón amarillenta a medida que se produce una reacción desnaturalizante de proteínas. El ácido nítrico se discute más a fondo en la sección “Reactividad”.

■ EN SU FUTURO: Ácidos que pueden ser particularmente peligrosos

Es poco probable que encuentre ácido perclórico, ácido pícrico o ácido fluorhídrico (HF) en sus primeros laboratorios de química. Cada uno de estos ácidos tiene múltiples riesgos graves. Su uso en laboratorios de investigación académica no es tan común como lo era antes, pero cuando se necesitan, su uso y almacenamiento deben controlarse cuidadosamente. Las consecuencias perjudiciales del manejo inadecuado de estos reactivos son excelentes. El ácido perclórico y el ácido pícrico también se analizan en la sección “Reactividad”.

HF es tóxico y se absorbe rápidamente a través de la piel, donde penetra profundamente y destruye los tejidos subyacentes. El contacto con una solución diluida de HF suele ser indoloro durante varias horas, seguido de quemaduras graves, efectos internos adversos (incluida la destrucción ósea) y un dolor insoportable. La exposición a este ácido al 25% del cuerpo puede provocar la muerte. Nunca debe manejar HF sin tener una comprensión completa de los peligros, capacitación muy específica y equipo de protección personal (EPP) adecuado, y asegurarse de que los procedimientos de respuesta a emergencias estén en su lugar.

Bases

Las bases más comunes utilizadas en los laboratorios académicos son los hidróxidos de metales alcalinos y las soluciones acuosas de amoníaco. El hidróxido de sodio y el hidróxido de potasio son bases alcalinas fuertes y son extremadamente destructivas para la piel y para los ojos. El amoníaco en solución acuosa, comúnmente conocido como hidróxido de amonio, es una base débil. Los vapores de las soluciones acuosas de amoníaco son irritantes y tóxicos. Las soluciones acuosas de amoníaco son particularmente perjudiciales para los ojos.

Las **bases fuertes** son todas corrosivas y pueden causar quemaduras químicas graves y destructivas, incluyendo la ceguera si se salpica en los ojos. Las bases tienen buenas propiedades de advertencia: por lo general tienen una sensación resbaladiza, debido a la saponificación de los aceites en la piel y, por lo tanto, usted sabe que debe seguir enjuagando hasta que desaparezca esa sensación. Sin embargo, si no se elimina completamente enjuagando, una solución de una base fuerte puede no causar dolor hasta que el daño corrosivo sea bastante severo.

Reactividad

Los productos químicos tienen la capacidad de reaccionar con otros productos químicos y transformarse en nuevas sustancias. Esta es la base de toda la experimentación química. La reactividad en sí misma no es afectada por una preocupación, pero **la reactividad no controlada** es una gran preocupación. Para gestionar la reactividad, debe aprender a reconocer ciertas propiedades de los productos químicos. No toda la reactividad se basa en productos químicos que reaccionan entre sí. Algunas sustancias químicas son auto-reativas, y otras son inestables y se descomponen vigorosamente si se perturban. La reactividad incluye todas estas características. Como se menciona en la introducción de este capítulo, incluso los productos químicos no peligrosos (como el agua) pueden presentar un peligro en circunstancias específicas.

■ EN SU FUTURO: Incompatibilidades químicas y almacenamiento de productos químicos de forma segura

Como aprenderá en este capítulo, los productos químicos tienen propiedades peligrosas que deben manejarse en uso y en almacenamiento. La mayoría de los experimentos en laboratorios de química utilizan productos químicos que reaccionan entre sí, y estas reacciones son útiles y, a veces, peligrosas. Los ácidos reaccionan con las bases; los agentes oxidantes reaccionan con los agentes reductores. Cuando estas reacciones presentan riesgos particulares, a menudo nos referimos a los dos reactivos como "incompatibles". Dependiendo del grado de incompatibilidad, la reacción puede ser leve o muy vigorosa. Muchas de estas incompatibilidades han sido documentadas en la literatura y en Internet. Los recursos de Internet se pueden encontrar fácilmente simplemente buscando la "tabla de incompatibilidad química". En el apéndice se incluye una lista de recursos adicionales publicados.

El concepto de incompatibilidad también juega un papel importante en la forma en que los productos químicos se almacenan en un laboratorio de investigación o almacén. La primera inclinación es almacenar productos químicos alfabéticamente o mediante experimentos, pero esto puede resultar en el almacenamiento de productos químicos incompatibles uno al lado del otro. Estos productos presentan una situación potencialmente peligrosa si los contenedores tienen fugas o se rompen y los químicos se mezclan y reaccionan. Los sistemas de almacenamiento de productos químicos separan las categorías de productos químicos para mantener los productos químicos incompatibles bien separados unos de otros. Nuevamente, numerosos recursos sobre este tema están disponibles en forma impresa y en línea.

■ “Contiene Ácido Nítrico - NO AGREGUE DISOLVENTES ORGÁNICOS

No podemos hablar de productos químicos reactivos sin hablar del ácido nítrico. Es muy probable que use este ácido en sus primeros laboratorios de química.

Numerosos incidentes relacionados con el ácido nítrico ocurren cada año en laboratorios académicos. La mayoría de estos se deben a las reacciones muy enérgicas que ocurren entre el ácido nítrico y los materiales orgánicos comunes, como el alcohol etílico y la acetona, y que pueden provocar explosiones.

NUNCA mezcle ácido nítrico con disolventes orgánicos. La mayoría de los incidentes reportados involucran contenedores de residuos mal etiquetados o usuarios que no son conscientes de este peligro y mezclan los dos en un contenedor de residuos, una receta para el desastre. Nunca use arena para limpiar un derrame de ácido nítrico.



Oxidantes

Una gran clase de productos químicos reactivos que es probable que encuentre, incluso en sus primeros laboratorios de química, son los clasificados como oxidantes. Estas sustancias pueden suministrar oxígeno en una reacción o pueden reducirse (ganar electrones), lo que facilita la oxidación (pérdida de electrones) de otra sustancia. A medida que aprenda sobre química, deberá aprender la nomenclatura, el lenguaje de la química. Muchos productos químicos en esta clase tienen nombres que terminan en "ato", "ito" o "ico", o comienzan con "per". Esta es solo una caracterización amplia y no debe tomarse como una certeza.

Algunas soluciones oxidantes comunes que puede encontrar en sus primeros experimentos son varias sales metálicas de nitratos, permanganato de potasio, peróxido de hidrógeno, bromo (en el laboratorio de química orgánica), ácido sulfúrico y ácido nítrico. De particular preocupación con los agentes oxidantes es el almacenamiento adecuado. Siempre deben almacenarse por separado de cualquier producto químico o material que puede ser oxidado. Esto incluye no almacenar botellas en estantes de madera o con disolventes inflamables.

Disolventes formadores de peróxido

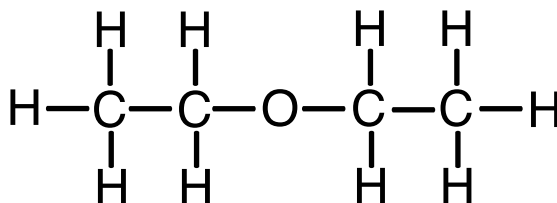
Un peróxido es un compuesto que contiene dos átomos de oxígeno unidos con un solo enlace ($-O-O-$). Es posible que esté familiarizado con el más común de estos compuestos: el peróxido de hidrógeno. En los peróxidos orgánicos, uno o ambos átomos de hidrógeno

han sido reemplazados por un grupo orgánico. Todos los peróxidos son reactivos, pero los peróxidos orgánicos lo son particularmente porque presentan problemas de estabilidad inusuales. Es poco probable que encuentre esta clase peligrosa de compuestos químicos en sus primeros experimentos, pero **podría trabajar con un disolvente que puede formar peróxidos inestables con el tiempo cuando se expone al aire o a la luz.**

Algunos disolventes orgánicos (p. Ej., Éteres y algunos hidrocarburos cíclicos insaturados no aromáticos) pueden formar hidroperóxidos y peróxidos potencialmente explosivos. Estos disolventes son particularmente peligrosos si se evaporan cerca de la sequedad. Puede usar éter dietílico en su laboratorio de química orgánica, y el gerente de su laboratorio de enseñanza debe asegurarse de que el disolvente no contenga peróxido. Sin embargo, si tiene alguna duda, consulte a su instructor.

En cualquier caso, hasta que sepa qué disolventes orgánicos forman peróxidos, no mueva ni abra recipientes viejos de disolventes orgánicos si los encuentra. Todos los peróxidos orgánicos son extremadamente inflamables, y algunos son sensibles a los golpes

y explosivos. Un peróxido presente como reactivo contaminante en un disolvente puede cambiar el curso de una reacción planificada. Alerta a su instructor o asesor de inmediato si ve cristales alrededor de la tapa o cristales en un disolvente orgánico.



■ EN SU FUTURO: Peligros Particularmente Peligrosos

Como se mencionó en la sección "Corrosividad", algunos ácidos menos utilizados, como los que se enumeran aquí, también son riesgos de reactividad.

*El **ácido perclórico** es un agente oxidante muy poderoso a temperaturas elevadas, y puede reaccionar de manera explosiva con compuestos orgánicos y otros agentes reductores. El uso de este ácido para la digestión de muestras requiere instalaciones y capacitación especiales.*

*El **ácido pícrico** es un ácido sólido con una estructura química similar a la del trinitrotolueno (TNT). Este ácido siempre debe permanecer húmedo, porque el ácido pícrico seco es explosivo. Si encuentra una botella de este sólido peligroso y no puede determinar el estado o la edad, busque inmediatamente la ayuda de su instructor o asesor. Este no es un compuesto químico que debe ser manejado por un estudiante no capacitado.*

*Los **materiales pirofóricos** son muy reactivos y son peligrosos, incluso en pequeñas cantidades, ya que pueden inflamarse (dentro de los 5 minutos o menos) después del contacto con el aire. Estos compuestos requieren capacitación especializada antes de su uso. Ejemplos de estos compuestos son los compuestos de organolitio (por ejemplo, solución de ter-butil litio) y algunos polvos metálicos muy finos (por ejemplo, magnesio). **Estas sustancias solo deben usarse con capacitación avanzada documentada y supervisión de asesores.** Estos compuestos tendrán el código de peligro GHS H250 (ver "Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (GHS)").*

*Los **materiales sensibles al choque y la fricción** como una clase separada no se han discutido específicamente, pero algunos se mencionaron en la sección "Reactividad". Algunos productos químicos bien conocidos en esta clase (en términos generales) son azidas metálicas, sales de perclorato y peróxidos orgánicos. El uso de estos materiales debe controlarse como se indicó anteriormente.*

Reconociendo los peligros químicos: Fuentes de información

Su instructor o asesor

El instructor o asesor a cargo de cada laboratorio es un recurso muy importante para la información de seguridad química. Como punto de contacto inicial en el laboratorio, un instructor está preparado para explicar los peligros asociados con la química del laboratorio y para darle las precauciones necesarias a tomar de manera que reducirán el riesgo y evitarán la exposición.

Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA)

El SGA⁵ se trata de comunicar los riesgos a los usuarios; recuerde la R y la A de RAMP: reconocer los peligros y evaluar los riesgos de los peligros. El uso del SGA para el reconocimiento de peligros requiere que tenga una comprensión básica de los elementos del sistema. En el SGA, hay 17 clases de peligro físico, 10 clases de peligro para la salud y 2 clases de peligro ambiental. Dentro de cada clase, el peligro se coloca en una categoría basada en varios criterios específicos de esa clasificación. A cada categoría se le asigna un número o una letra, por ejemplo, del 1 al 5 o de la A a la E. En el GHS, **cuanto menor es el valor de la categoría dentro de cada clasificación para un producto químico, más grave es el peligro.**

Las categorías de peligro se comunican al usuario a través de pictogramas, declaraciones de peligro, declaraciones de precaución y palabras de advertencia. Las categorías de peligro son especialmente útiles para evaluar los riesgos relativos de los peligros. Por ejemplo, el acetoneitrilo se clasifica bajo el GHS como un líquido inflamable (categoría 2) con el pictograma de la llama y la palabra de advertencia "Peligro". Este disolvente también está clasificado como un compuesto químico tóxico agudo de categoría 4 por el ROE oral. Recuerde que la categoría 1 o A es la clasificación más peligrosa para esa clase.

La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los EE. UU. (OSHA) define un producto químico que presenta un **peligro físico** como "un producto químico que se clasifica como uno de los siguientes efectos peligrosos: explosivo; inflamable (gases, aerosoles, líquidos o sólidos); oxidante (líquido, sólido o gaseoso); auto-reactivo pirofórico (gas, líquido o sólido); auto-calentamiento; peróxido orgánico; corrosivo para el metal; gas a presión; en contacto con el agua emite gases inflamables; o polvo combustible".

OSHA define un compuesto químico que presenta un **peligro para la salud** como "un compuesto químico que se clasifica como uno de los siguientes efectos peligrosos: toxicidad aguda (cualquier ruta de exposición); corrosión o irritación de la piel; daño ocular grave o irritación ocular; respiratorio o sensibilización de la piel; mutagenicidad en células germinales; carcinogenicidad; toxicidad reproductiva; toxicidad específica en órganos (exposición única o repetida); o peligro de aspiración".

GHS Pictogramas y Peligrosidades



Peligro para la salud

- Cancerígeno
- Mutagenicidad
- Sensibilizador respiratorio
- Toxicidad reproductiva
- Toxicidad en órganos diana
- Toxicidad por aspiración



Flama

- Inflamables
- Pirofóricos
- Autocalentamiento Emite gases inflamables
- Autorreactivos
- Peróxidos orgánicos
- Explosivos desensibilizados



Signo de Exclamación

- Irritante (piel y ojos)
- Sensibilizador de la piel
- Toxicidad aguda (nociva)
- Efectos narcóticos irritantes del tracto respiratorio
- Peligroso para la capa de ozono (no obligatorio)



Cilindro de Gas

- Gases bajo presión



Corrosión

- Corrosión / quemaduras en la piel
- Daño en los ojos
- Corrosivo para metales



Bombas Explosivas

- Explosivos
- Autorreactivos
- Peróxidos orgánicos



Llama sobre un círculo

- Gases, líquidos y sólidos oxidantes



Calavera

- Toxicidad aguda (fatal o tóxica)



Medio ambiente (no obligatorio)

- Toxicidad acuática

Elementos del SGA

Los pictogramas son imágenes que representan un concepto. El GHS utiliza nueve pictogramas para alertar visualmente a los usuarios sobre la clase de peligro del químico. Los pictogramas de GHS, junto con las clases de peligro que cubren, se muestran en la Figura 1. El grado de cada peligro para cada compuesto químico dentro de cada clase debe ser evaluado por el fabricante. Si el grado de peligro es lo suficientemente grande dentro de una clase, entonces ese pictograma se requiere en la etiqueta y en la SDS. No hay un número mínimo o máximo de pictogramas que una sustancia pueda justificar.

Las declaraciones de peligro son declaraciones cortas que describen cada peligro físico, de salud y / o ambiental. Hay bastantes indicaciones de peligro, y a cada una se le asigna un código H como identificador alfanumérico.

Las palabras de señalización proporcionan al usuario una indicación inmediata de la gravedad del peligro en cada clase. Hay dos palabras de advertencia: "Peligro" y "Advertencia". Dentro de una clase de peligro específico, "Peligro" se usa para los peligros más severos, y "Advertencia" se usa para los peligros menos graves.

■ EN SU FUTURO: Comprender el sistema globalmente armonizado

Con tantas declaraciones de peligro y de precaución, ¿cómo puede conocerlas todas? La respuesta breve a esta pregunta es que no necesita memorizar los códigos, porque el texto de la declaración de peligro o la declaración de precaución se requiere en la información que acompaña a un compuesto químico peligroso. Sin embargo, si por casualidad ve un código H o un código P por sí mismo en alguna parte, hay una forma rápida de al menos identificar la clasificación básica representada.

Todos los códigos de peligro comienzan con la letra H, seguida de tres dígitos. El primer dígito después de la H indica si el peligro es físico (2), para la salud (3) o ambiental (4). También puede aprender a reconocer agrupaciones dentro de una clase. Por ejemplo, los códigos 220 a 230 indican algún tipo de peligro de inflamabilidad.

Todas las declaraciones de precaución comienzan con la letra P, seguida de tres dígitos. Aquí, el primer dígito después de la P indica algo general (1), para prevención (2), para respuesta (3), para almacenamiento (4) o para eliminación (5).

Etiquetas en los Contenedores del Manufacturero

Lo último que media entre reconocer un peligro y el usuario está justo al alcance de su dedo: son las etiquetas en los contenedores donde se encuentra una sustancia química. Es por esto que el OSHA's Hazard Communication Standard (29 CFR 1910.1200, Apéndice C) se alineó con GHS y requiere que cada sustancia química tenga una etiqueta que cumpla con el formato establecido. A partir del 1 de junio de 2015, se requiere que toda sustancia química tenga en su etiqueta todos los elementos especificados en este estándar.

Los siguientes elementos basados en los elementos del SGA deben estar presentes en la etiqueta del fabricante:

- El **identificador del producto**. Este es típicamente el nombre de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC), pero en su lugar se puede dar un nombre comercial o un nombre común para el químico. El número de registro CAS casi siempre se incluye también. El identificador en la etiqueta **debe coincidir exactamente con el de la SDS (Sección 1)**.

•La **información del proveedor**. Esto incluye el nombre, la dirección y el número de teléfono del fabricante, importador o parte responsable.

•Una **palabra de advertencia**, si se requiere, según lo determinado por el nivel de peligro en cualquier clase. Aunque un producto químico puede tener múltiples peligros que justifiquen una palabra de advertencia, **solo el mayor nivel de peligro estará representado en la etiqueta**.

- Cada **declaración de peligro**, como texto. Esto se requiere en la etiqueta, salvo que se especifique lo contrario en el reglamento.
- Todos los **pictogramas**, según lo determinado por el nivel de cada peligro presente.
- Cada **declaración de precaución**, como texto.

Una etiqueta también puede incluir **información adicional sobre riesgos**, según lo determine el fabricante.

Hojas de datos de seguridad (SDS)

Bajo el GHS, OSHA define un compuesto químico peligroso como "cualquier sustancia química que se clasifique como un peligro físico o un peligro para la salud, un asfixiante simple, polvo combustible, gas pirofórico o peligro no clasificado de otra manera".

La SDS para un compuesto químico peligroso es un documento que describe los peligros del compuesto químico y las precauciones que debe tomar para evitar daños. OSHA requiere a los empleadores mantener una SDS para cada compuesto químico peligroso en las instalaciones, disponible para cualquier empleado que lo solicite. Como estudiante, también puede solicitar la SDS para un producto químico. Internet también hace que sea muy fácil buscar y encontrar una SDS en línea, y puede ser muy educativo.

Una SDS de GHS se divide en 16 secciones. El orden de la información presentada en una SDS es obligatorio por regulación, entonces la información dada es relativamente uniforme de un fabricante a otro. La SDS debe estar en inglés. Un resumen de las 16 secciones que deben estar en una SDS se muestra en "El diseño de datos de seguridad Data Sheet".

RESUMEN

Todos los productos químicos tienen propiedades



©2017 Flinn Scientific, Inc. All Rights Reserved. Reproduced for one-time use with permission from Flinn Scientific, Inc., Batavia, Illinois, U.S.A.

■ El diseño de una hoja de datos de seguridad

A continuación se muestra un resumen de la información que debe proporcionar el fabricante en la Hoja de datos de seguridad. OSHA ha preparado un Resumen que proporciona una descripción detallada de los contenidos de cada sección.⁶

Sección 1: Identificación

Sección 2: Identificación de los peligros

Sección 3: Composición / Información sobre ingredientes

Sección 4: Medidas de Primeros Auxilios

Sección 5: Medidas de lucha contra incendios

Sección 6: Medidas de liberación accidental

Sección 7: Manipulación y almacenamiento

Sección 8: Controles de exposición / Personal Protección

Sección 9: Propiedades físicas y químicas

Sección 10: Estabilidad y reactividad

Sección 11: Información toxicológica

Sección 12: Información ecológica

Sección 13: Consideraciones de eliminación

Sección 14: Información de transporte

Sección 15: Información reglamentaria

Sección 16: Otra información

■ EN SU FUTURO: Términos Toxicológicos y Reglamentarios

Se establecen pautas de exposición para muchos productos químicos y se incluirán en una SDS si se conocen. Las pautas pueden basarse en información básica sobre riesgos para la salud, límites legales o recomendados de exposición establecidos por varias agencias o estudios en animales. Los valores PEL, TLV, TWA, STEL y C (explicados a continuación) son para contaminantes del aire. Al evaluar los valores numéricos, no los considere como una línea de corte mágica entre una exposición “segura” y una “insegura”. Además, se debe tomar una muestra del aire para determinar estos valores en el aire que respira. Para la mayoría de los productos químicos, esta no es una medida trivial. A menudo, en una SDS, verá la declaración “Datos no disponibles” en la sección Información toxicológica. **No** asuma que esto equivale a “seguro”; simplemente significa que la sustancia no ha sido evaluada con respecto a ese valor.

La dosis letal se refiere a la medición de un efecto adverso en una población de prueba de una especie animal específica. La dosis letal, 50% (LD_{50}) es la dosis única calculada (miligramos de sustancia por kilogramo de masa corporal) que se espera que produzca la mortalidad del 50% de la población de prueba cuando se administra por cualquier ROE que no sea la inhalación. Para la inhalación, la dosis es la concentración letal, 50% (LC_{50}). Es la concentración de una sustancia química en el aire respirable calculada para provocar la mortalidad del 50% de la población de prueba expuesta durante un período de tiempo específico.

OSHA establece los límites de exposición permitidos (PEL), y se considera que son la concentración máxima de un tóxico que un trabajador adulto puede inhalar sin daño durante 8 horas al día, 40 horas a la semana, durante su vida laboral. El PEL es un límite legal.

Los valores límite de umbral (TLV) son establecidos por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH). El TLV es un límite voluntario recomendado y los TLV pueden diferir de los PEL. La mayoría de las autoridades han señalado que los **TLV son más confiables para la protección que los PEL** porque se revisan anualmente, mientras que la lista de PEL rara vez se revisa.

El promedio ponderado en el tiempo (TWA) es un valor promedio práctico de las exposiciones de los trabajadores medidas y promediadas durante un día laboral de 8 horas.

El límite de exposición a corto plazo (STEL) es la concentración en partes por millón (ppm) o miligramos por metro cúbico (mg/m^3) que no debe excederse por más de un periodo corto (generalmente 15 minutos) durante las 8 horas día de trabajo.

Los límites máximos (valores de C) se asignan a algunos productos químicos con riesgos para la salud muy graves. El límite máximo es un valor que no debe superarse en ningún momento, independientemente de la duración.

peligrosas inherentes, y OSHA ha alineado las regulaciones de los EE. UU. según el SGA para clasificar los peligros químicos en tres categorías amplias: peligros físicos, de salud y ambientales. Dentro de las amplias clasificaciones de peligros, hay varias subclases principales: toxicidad, inflamabilidad, corrosividad y reactividad. El riesgo involucrado en el uso de productos químicos puede variar de muy bajo a muy alto, pero puede manejarse si se identifican los peligros y se establecen controles.

Por lo general, los experimentos introductorios y de química orgánica se han diseñado para gestionar los peligros conocidos. Con la orientación de su instructor y atendiendo las precauciones que se describen en las etiquetas, podrá trabajar de manera segura en estos laboratorios. A medida que progrese en química, necesitará aprender cómo manejar mayores riesgos desarrollando una comprensión más profunda de las propiedades y toxicología de los compuestos químicos peligrosos mediante la evaluación de las Hojas de Datos de Seguridad (SDS) y el uso de herramientas de análisis de riesgos y gestión de riesgos.

Cuando se trabaja con compuestos químicos en el laboratorio, siempre es prudente prevenir o minimizar la exposición a estos compuestos químicos. Esto se logra mediante la comprensión de las propiedades peligrosas de los productos químicos con los que está trabajando, el cumplimiento de las mejores prácticas establecidas, la lectura de las precauciones de seguridad en los procedimientos experimentales, el uso de su equipo de protección personal (EPP) según las instrucciones (consulte el Capítulo 2) y el trabajo con compuestos orgánicos volátiles disolventes en una campana, que evita la inhalación, la ruta de entrada más común (ROE) de sustancias tóxicas en el cuerpo.

En términos generales, hay cuatro clases de relaciones exposición-efecto:

- una exposición aguda que resulta en un efecto agudo inmediato (por ejemplo, envenenamiento por cianuro);
- una exposición aguda que resulta en un efecto agudo retardado (por ejemplo, sobredosis de acetaminofén, que inicialmente es asintomática, seguida de insuficiencia hepática que comienza 24 a 48 horas después de la ingestión aguda);
- una exposición aguda que resulta en un efecto crónico (por ejemplo, las exposiciones agudas a algunos pesticidas neurotóxicos pueden contribuir a trastornos neurodegenerativos crónicos, como la enfermedad de Parkinson);
- una exposición crónica que resulta en un efecto crónico (por ejemplo, cirrosis alcohólica).

Debe darse cuenta de que, como nuevo estudiante de química, existen limitaciones en su conocimiento sobre los riesgos químicos. Actualmente se encuentra en la etapa de aprendizaje de un tema en el que no sabe lo que no sabe. Para protegerse y proteger a los demás, haga preguntas si no está seguro y lea toda la información de seguridad que se le brinda, para que pueda comenzar a aprender a reconocer los peligros asociados con los productos químicos que usa.

Finalmente, debe pensar en los productos químicos como herramientas útiles para los químicos y para toda la sociedad. De hecho, los productos químicos salvan vidas y mejoran la calidad de vida de millones de personas cada día. Necesitamos y usamos productos químicos en gran parte de lo que hacemos todos los días, y podemos y debemos aprender a minimizar los riesgos químicos, para mantener nuestra seguridad y la seguridad de los demás.

REFERENCIAS

¹ Broughton, E. The Bhopal Disaster and Its Aftermath: A Review. *Environ. Health*. 2005, 4, 6.

<http://dx.doi.org/10.1186/1476-069X-4-6>

² Chemical Substances – CAS REGISTRY. A Division of the American Chemical Society.

www.cas.org/content/chemical-substances (accessed March 6, 2017).

³ About NTP, National Toxicology Program, U.S. Department of Health and Human Services.

<http://ntp.niehs.nih.gov/about/index.html> (accessed March 6, 2017).

⁴ Fischetti M. The Great Chemical Unknown: A Graphical View of Limited Lab Testing. *Scientific American*, Nov 1, 2010. www.scientificamerican.com/article/the-great-chemical-unknown (accessed March 6, 2017).

⁵ United Nations. Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS),

Fifth revised edition, ST/SG/AC.10/30/Rev.5; New York and Geneva, 2013.

⁶ OSHA. Hazard Communication Standard: Safety Data Sheets, 2012.

www.osha.gov/Publications/OSHA3514.html (accessed March 6, 2017).

Técnicas de laboratorio recomendadas

Introducción

El Capítulo 3 describió algunos tipos de riesgos químicos físicos, de salud y ambientales y los efectos de estar expuesto a sustancias químicas. El enfoque de este capítulo es cómo realizar de manera segura técnicas comunes de laboratorio y manejar de manera segura los equipos más comunes en el laboratorio de la química de pregrado. Las técnicas y los consejos de este folleto se centran en los temas que se encuentran con mayor frecuencia en los cursos de primer y segundo año en la universidad. Hay una breve mención de algunos temas avanzados que pueden encontrarse en cursos de nivel superior en las barras laterales "En su futuro", pero una presentación exhaustiva de técnicas avanzadas está más allá del alcance de esta publicación.

Las referencias en el Apéndice apuntan a otras fuentes de información de seguridad.

Como se discutió en el Capítulo 1, el sistema RAMP



es un paradigma útil cuando trabaja en el laboratorio. La seguridad química debe ser la prioridad de todos. Aplique el concepto RAMP cuando se prepare para cada sesión de laboratorio. Una vez que los peligros han sido reconocidos y evaluados, deben minimizarse o gestionarse. Minimizar los peligros para reducir el riesgo implica agregar controles o colocar barreras entre el trabajador y el peligro. Una medida de control son simplemente los pasos tomados para eliminar o minimizar un peligro. (Tenga en cuenta que menos peligros o sustancias menos peligrosas utilizadas en el laboratorio también pueden tener un efecto positivo en el medio ambiente. Consulte “Química verde: no solo una frase clave”). Existe un orden o jerarquía de controles que se utilizan para priorizar pasos que deben considerarse (ver "Jerarquía de controles").

Como estudiante universitario, debe escuchar atentamente todas las instrucciones y completar todas las preparaciones de laboratorio antes de venir al laboratorio. Revise cuidadosamente los detalles de un próximo procedimiento de laboratorio y pregúntele a su instructor antes de comenzar el experimento si tiene alguna inquietud acerca de los peligros de laboratorio.

■ Jerarquía de controles

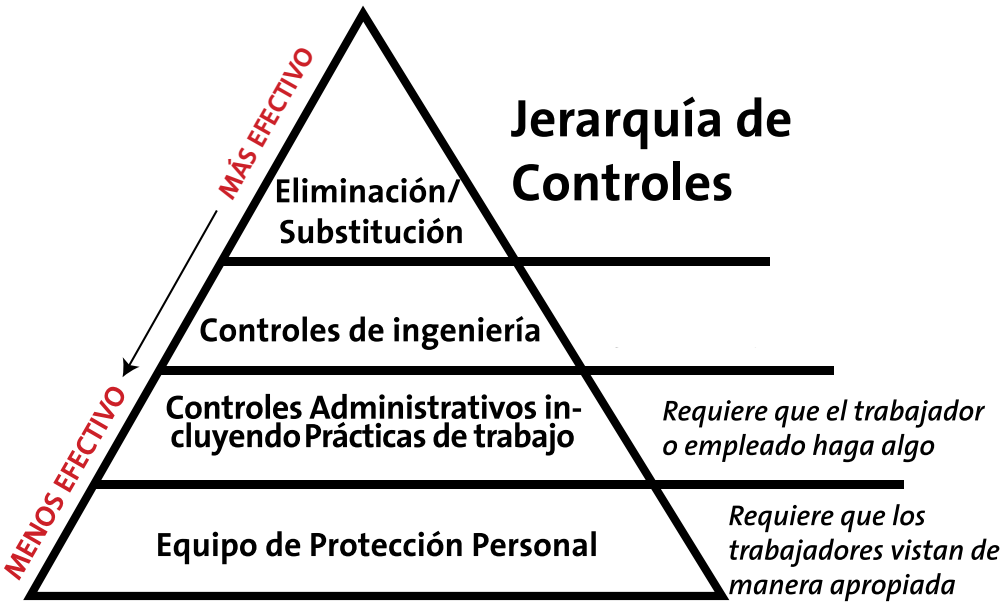
Eliminación: el diseño inicial de la instalación, el equipo, los productos químicos o el proceso para eliminar los peligros.

Sustitución: usando una sustancia o proceso menos peligroso; seleccionando otro disolvente que permite una temperatura o presión de reacción más baja, reactivos menos tóxicos, etc.

Ingeniería: campanas de laboratorio, cajas de guantes, gabinetes de bioseguridad, tubos de respiración, enclavamientos de seguridad, blindaje de plomo, atmósferas inertes, etc.

Administrativo: implementación de procedimientos y políticas (procedimientos operativos estándar), capacitación, reducción de tiempos de exposición, atención a empleados cercanos u otros estudiantes, señalización, mejores prácticas laborales, no trabajar solo, etc.

Equipo de protección personal: guantes, respiradores, delantales, batas de laboratorio, gafas protectoras, tapones para los oídos, protectores faciales, etc.



Su instructor o mentor de investigación de pregrado puede querer que revise técnicas *avanzadas* para un experimento en particular y puede proporcionarle instrucciones específicas para que pueda seguir pero garantizar su seguridad.

Trabajando con productos químicos, aparatos y equipos

Seguir estas recomendaciones ayudará a que su trabajo sea más fácil y que el equipo de laboratorio sea más seguro de usar, aumentando así la probabilidad de que su experimento sea exitoso. Como se describe en el Capítulo 3, existen muchos riesgos potenciales de los compuestos químicos presentes en un laboratorio, pero el equipo utilizado en los experimentos también puede presentar riesgos. Esté especialmente alerta a los procedimientos donde la temperatura y la presión se eleven o bajen, se requiera equipo eléctrico, se usen llamas abiertas o no esté familiarizado con el equipo que se está utilizando. Nunca desactive las funciones de seguridad o protectoras en el equipo.

Preocupaciones generales al trabajar en el laboratorio

A medida que lea las instrucciones del laboratorio, busque los términos nuevos y revise las fuentes de referencia sugeridas por su instructor de laboratorio. Asegúrese de saber qué hacer si usted u otro estudiante experimentan un evento inesperado (un aumento o disminución repentina de la temperatura, exceso de desprendimiento de gases, etc.) O, por ejemplo, si las instrucciones para un experimento establecen que la temperatura no debe exceder un punto predeterminado y no comprende por qué, debe discutir esto con su instructor.

Instale su aparato experimental lejos del borde del banco de laboratorio, donde podría caerse fácilmente en el piso. Asegure el aparato de laboratorio cuando sea necesario. Por ejemplo, un matraz Erlenmeyer se puede colocar directamente en el banco del laboratorio, pero un recipiente redondo, el matraz inferior debe sujetarse con una abrazadera adecuada unida a un soporte de anillo o colocada en un anillo de corcho.

Exposición involuntaria a productos químicos

Los productos químicos pueden transferirse a usted indirectamente (e inesperadamente) de una gran variedad de formas. Algunos ejemplos comunes son:

- Los productos químicos que caigan en su mano o en los guantes, pueden transferirse fácilmente a un bolígrafo o lápiz en el laboratorio y luego transferirse a su boca si tiene la costumbre de colocarse un bolígrafo o lápiz en la boca. Evite este hábito.
- Las sustancias químicas en su mano pueden transferirse a su ojo si levanta momentáneamente sus gafas para frotar su ojo. Los productos químicos en sus manos se transferirán fácilmente a un teléfono celular o computadora. Además, el teléfono celular podría entonces transferir el compuesto químico a su cara si se usa como teléfono en el laboratorio.
- Si usa guantes en un laboratorio y se contaminan, propagarán esta contaminación a todo lo que toque en el laboratorio: computadoras, balanzas, controles de placa caliente, cristalería y teléfonos celulares. Esto propaga fácilmente la contaminación. Los guantes

deben quitarse cada vez que salga del laboratorio, ya que de lo contrario podrían contaminar los pomos de las puertas y otros elementos fuera del laboratorio.

El objetivo de los guantes es actuar como una barrera adicional para evitar el contacto con la piel. Idealmente, no deberían contaminarse, pero si sospecha esto, debe reemplazarlos de inmediato para evitar los escenarios enumerados anteriormente.

Cristalería científica

Las instrucciones proporcionadas por su instructor deben indicar el tamaño apropiado de cristalería para acomodar la operación a realizar. Si el tamaño exacto (p. Ej., 250 mL) no está disponible, tenga en cuenta que debe seleccionar la cristalería para que al menos un 20% de volumen libre permanezca en el recipiente durante todo el experimento. Para las reacciones químicas, se utiliza vidrio de borosilicato (p. Ej., Pyrex o Kimax) porque puede soportar cambios extremos de temperatura y un choque mínimo sin romperse. Limpie la cristalería antes de usarla (vea el Capítulo 2). Si comparte equipo con otro estudiante, tenga especial cuidado con la condición en que se encuentra su cristalería en cada período. Debe examinar su cristalería de cerca para detectar grietas, estrellas y astillas antes de usarla. Pequeños defectos en el vidrio pueden provocar fallas cuando se aplica calor. Consulte a su instructor cada vez que descubra cristalería defectuosa o dañada, porque en algunos casos, la cristalería especializada puede repararse en lugar de ser descartada. La cristalería dañada debe desecharse en un contenedor de residuos apropiado etiquetado como "vidrio roto solamente". Su instructor describirá el procedimiento para reemplazar su cristalería. Mantenga su espacio de trabajo libre de desorden. Solo la cristalería actualmente en uso debe estar en la mesa de trabajo.

Trabajando con líquidos o gases inflamables

A menudo, muchos estudiantes comparten un espacio de laboratorio limitado, así que tenga en cuenta a otros estudiantes y su configuración experimental, así como sus movimientos en el laboratorio. Asegúrese de prestar atención a la proximidad de las botellas de reactivos para abrir las llamas u otras fuentes de ignición o calor, y pregúntele a su instructor si su configuración de reacción debe ser reubicada. Los disolventes inflamables deben almacenarse en un gabinete para inflamables si el almacenamiento recomendado es a temperatura ambiente. Siempre minimice la cantidad de disolventes fuera de los gabinetes para inflamables.

■ Química verde: no solo una frase clave

La química verde nació de la revolución ambiental que comenzó en serio a mediados del siglo XX. Fue durante este período que el público comenzó a comprender lo que muchos científicos ya sabían: que muchos de los productos químicos y sus subproductos que se utilizan para producir las maravillas industriales de la vida moderna podrían tener efectos secundarios devastadores en el medio ambiente y en la salud humana si no se gestionaban correctamente.

Al alinearse con los principios de prevención y control de la contaminación, la química verde implica la práctica de rediseñar procesos para minimizar el uso y la formación de químicos peligrosos conocidos. Una sustancia química se considera menos peligrosa si es menos tóxica para los humanos y para el medio ambiente no inflamable y no se bioacumulará en el medio ambiente. Aunque es posible que todavía no esté involucrado activamente en la química verde, es probable que este concepto se haya aplicado a los experimentos que realiza en sus laboratorios de introducción y de química orgánica. Estas adaptaciones han dado como resultado la minimización de la generación de residuos peligrosos, proporcionando condiciones de trabajo de laboratorio más seguras, consumiendo menos energía y agua, y reduciendo o reutilizando productos químicos.

Para aprender más, puede acceder al ACS Green Chemistry Institute.¹

Campanas de laboratorio

Las campanas de laboratorio son un **control de ingeniería** recomendado para todas las operaciones en las que se pueden desarrollar olores ofensivos o vapores tóxicos o inflamables. El espacio en las campanas puede ser limitado, y las campanas de laboratorio que se utilizan activamente para experimentos no deben usarse para almacenar productos químicos o desechos. Las campanas pueden tener pequeños paneles de vidrio que se deslizan hacia los lados o un panel más grande que sube y baja, o ambos. Esta parte de la capucha se llama faja. Una vez que se completa la parte de configuración del experimento, la hoja debe bajarse o cerrarse tanto como sea posible para maximizar el flujo de aire a través del espacio de trabajo y lejos del usuario. El flujo de aire en el capó del laboratorio puede verse interrumpido por corrientes de aire de ventanas o puertas e incluso por un cambio de posición de los estudiantes que se encuentran en la campana de laboratorio. Mantenga la hoja baja siempre que sea posible y solo ábrala la cantidad mínima necesaria para acceder al equipo. Antes de instalar el equipo en el capó, asegúrese de que el capó funcione correctamente. Una campana que funcione correctamente requiere un flujo de aire adecuado y la ausencia de turbulencias



excesivas, para que la contención de productos químicos sea maximizada y la exposición personal sea eliminada.

Pregúntele a su instructor si no está seguro de si la campana está funcionando correctamente. Siempre mantenga su rostro fuera del plano de la faja de la campana de laboratorio cuando se esté realizando un experimento. Cuando coloque su equipo dentro de la campana de laboratorio, debe colocarse al menos a 15 cm (6 pulgadas) del borde delantero de la campana de laboratorio. Trabaje lo más atrás posible en la campana de laboratorio, pero no bloquee las aberturas de escape traseras. Siempre que sea posible, el equipo debe

■ EN SU FUTURO: Protección contra Explosiones

Las campanas de laboratorio deben proteger a los usuarios de la exposición a los vapores tóxicos cuando la faja está cerrada, pero una campana de laboratorio no está diseñada para protegerlo completamente de lesiones físicas si ocurre una explosión química. Cuando sea necesario realizar un procedimiento que pueda resultar en una falla catastrófica (implosión o explosión), el experimento debe realizarse detrás de los escudos de laboratorio diseñados para ese propósito. Los escudos deben estabilizarse para que no puedan volcarse o convertirse en un proyectil en caso de falla catastrófica. Además de usar protección para los ojos, debe usar protección facial completa al verificar el funcionamiento de una reacción que tiene el potencial de explosión.

elevarse en una campana de laboratorio para minimizar la interrupción del flujo de aire.

Destilaciones

Un método común de separación y de purificación es la destilación. Se requiere un diseño y configuración cuidadoso del sistema de destilación para lograr de forma segura la evaporación selectiva efectiva y la posterior condensación del producto deseado. La destilación usa las diferencias en la volatilidad de los componentes de una mezcla para separar la mezcla. Los riesgos potenciales incluyen acumulación de presión,

calentamiento de disolventes inflamables, iniciación de una reacción exotérmica, fugas de vapor que pueden encenderse y continuar calentando hasta la sequedad. Siga cuidadosamente las instrucciones específicas proporcionadas por su instructor de laboratorio y haga preguntas para aclarar los procedimientos si es necesario. Incluso el calentamiento y la ebullición suave son deseables para evitar golpes. El golpe se refiere al sobrecalentamiento de un disolvente, que luego libera repentinamente una gran burbuja de vapor, forzando el líquido hacia arriba y hacia afuera del matraz hirviendo. Su instructor puede sugerirle que agregue perlas de ebullición a su matraz de fondo redondo para minimizar los golpes. Las perlas de ebullición proporcionan sitios de nucleación para las burbujas de gas y evitan el sobrecalentamiento.

Incluso calentar con agitación constante también minimiza esta preocupación. Su instructor de laboratorio puede indicarle que use una plancha caliente con un agitador o una manta de calentamiento. Asegúrese de observar la temperatura de reacción y nunca caliente por encima de la temperatura indicada en el procedimiento.



■ EN SU FUTURO: Operación desatendida de equipo

Los laboratorios químicos avanzados generalmente involucran productos químicos y reacciones más peligrosas. Las reacciones que se dejan sin supervisión durante la noche o en otros momentos son las principales fuentes de incendios, derrames y explosiones. No permita que equipos tales como agitadores eléctricos, planchas calientes, mantas de calentamiento y condensadores de agua funcionen durante la noche sin contar con disposiciones a prueba de fallas, el conocimiento completo de su instructor sobre el proceso y el consentimiento de su instructor. Verifique las reacciones desatendidas periódicamente. Siempre deje una nota claramente publicada con un número de teléfono donde usted y el instructor puedan ser contactados en caso de emergencia. Recuerde que en medio de la noche, el personal de emergencias depende completamente de instrucciones e información precisas.

Extracciones

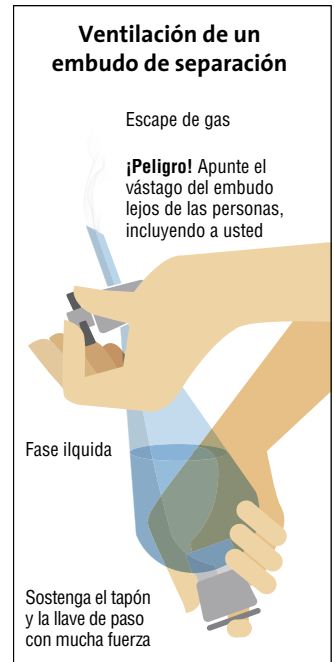
Los embudos de separación de vidrio se usan comúnmente para separar mezclas. Observe a su instructor demostrar el uso adecuado y siga siempre las instrucciones proporcionadas para el procedimiento de separación. En general, nunca ventile el embudo separador cerca de una llama u otra fuente de ignición, asegúrese de dirigir los vapores lejos de usted y de otras personas en el laboratorio, y dirija los vapores hacia la campana del laboratorio. Cuando use un disolvente volátil, primero gire el embudo separador sin tapa para permitir que algo de disolvente se vaporice y expulse el aire. Luego cierre el embudo, inviértalo con el tapón firmemente sujeto en su lugar e inmediatamente abra la llave de paso para liberar aire y vapor. Haga esto con la mano y los dedos sosteniendo firmemente la llave de paso en su lugar. Repita según sea necesario.

Precauciones para usar equipo eléctrico

Inspeccione el aislamiento de un cable eléctrico antes de usar. El enchufe de salida no debe estar doblado o dañado. Cuando está quitando el enchufe de la toma de corriente, no tire del cable eléctrico. Sujete firmemente el extremo del enchufe y tire del enchufe directamente fuera del tomacorriente. No quite los tapones con las manos mojadas. Los cables dañados, hechos jirones o agrietados y las fallas eléctricas o la evidencia de sobrecalentamiento deben informarse inmediatamente a su instructor. Para aplicaciones de potencia normal (corriente alterna de 110–115 voltios), solo se debe utilizar un cableado de tres terminales con conexión a tierra, doble aislamiento o aislado. Debido al riesgo de descargas fatales o quemaduras eléctricas, se debe tener cuidado cuando se pueda exponer a un circuito con corriente. Las corrientes eléctricas tan bajas como 0.1 amperios pueden provocar descargas fatales.

El equipo eléctrico más utilizado en sus primeros laboratorios será planchas calientes y planchas calientes con motores de agitación magnética. Cuando se utilizan planchas calientes con agitadores magnéticos, recuerde que la apariencia de la placa de cerámica no cambia, ya sea fría o caliente. Mueva siempre la plancha con cuidado agarrando la parte inferior del aparato. Puede quemarse si agarra la plancha de cerámica superior cuando está caliente. Antes de encender la plancha caliente, asegúrese de que el cable no esté en contacto con la parte superior de cerámica de la plancha caliente.

La mayoría de las planchas calientes no son a prueba de explosión, y deben usarse en una campana cuando se calientan disolventes orgánicos, para que se eliminen los vapores. Tenga en cuenta que el control del agitador magnético y el control de temperatura a menudo parecen similares. Asegúrese de distinguir cuidadosamente qué perilla está aumentando o decreciendo. Algunos modelos permiten al usuario continuar girando el dial de BAJO a APAGADO y luego nuevamente a ALTO. Asegúrese de confirmar que la plancha caliente esté APAGADA y desenchufada antes de salir del laboratorio.



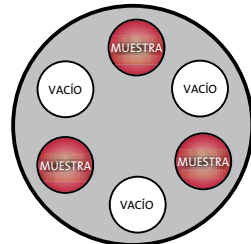
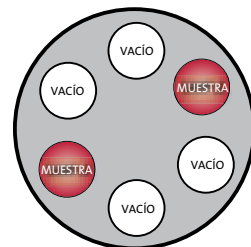
Refrigeradores

Los refrigeradores y congeladores se utilizan en laboratorios cuando se requiere el almacenamiento a baja temperatura de productos químicos de laboratorio. La etiqueta del producto químico indicará la temperatura de almacenamiento del producto químico. Dependiendo del tipo de laboratorio, estas unidades pueden clasificarse para el almacenamiento de materiales inflamables. Una unidad clasificada para el almacenamiento de materiales inflamables ("segura para laboratorio") protege el contenido dentro y estará claramente etiquetada como tal en el frente.

Bajo ninguna circunstancia se deben almacenar las sustancias inflamables en un refrigerador doméstico o que no sea para inflamables. Los productos químicos almacenados en un refrigerador deben colocarse en una bandeja de derrames con bordes suficientemente altos para contener todo el contenido si ocurre un derrame. NUNCA, bajo ninguna circunstancia, almacene alimentos o bebidas para el consumo en un refrigerador en un laboratorio químico. Si un experimento requiere la prueba y el almacenamiento de muestras de alimentos o bebidas, cada muestra debe estar claramente etiquetada como "No para consumo humano".

Centrifugas

Las centrifugas de sobremesa se deben colocar lejos del borde del banco de laboratorio, de modo que si se produce una vibración excesiva, no "saldrán" del borde del banco. La mayoría de las centrifugadoras modernas tienen pies de succión que evitarán esta vibración leve. La carga adecuada de la centrifuga evitará un giro desequilibrado. El volumen de líquido en los tubos de ensayo debe ser aproximadamente de la misma altura, y los tubos de ensayo deben colocarse directamente uno frente al otro o en una formación triangular (ver diagrama). NUNCA vierta líquidos directamente en las mangas del tubo de centrifuga. Las centrifugas modernas también tienen tapas que evitan el contacto accidental con el rotor. Algunos incluso tienen un mecanismo de frenado en caso de que se abra la tapa. Siempre cierre la tapa antes de encender la centrifuga, y mantenga la centrifuga cerrada mientras está funcionando. Deje que el rotor se detenga por completo antes de abrir la tapa. Detener el rotor con las manos puede ser peligroso, así como anular el propósito de la centrifugación: separar un precipitado de la solución. Siga las instrucciones de su instructor de laboratorio y solicite asistencia si la centrifuga no funciona como se esperaba.



Distribución equilibrada de muestras en centrifuga

Aire de alta presión

Muchos laboratorios están equipados con válvulas de aire a presión (a menudo cerca de la campana) para secar la cristalería. Solo use aire a alta presión de un "sistema doméstico" cuando se le indique. Puede haber aceite residual del equipo utilizado para generar el aire de la casa, y esto puede contaminar la cristalería. Nunca debe dirigir el aire bajo presión hacia usted o cualquier otra persona. El aire presurizado puede penetrar la piel sin ninguna abertura visible, haciendo que el área se expanda como un globo. Puede ocurrir un daño severo al tejido, que puede requerir hospitalización.



Lámparas ultravioletas

Las lámparas ultravioleta (UV) se usan para visualizar sustancias que fluorescen cuando se exponen a la luz UV (100–400 nm). La cromatografía de capa fina (TLC) se usa para separar mezclas; las manchas se pueden observar bajo la luz UV. Cuando use una lámpara UV, debe tener cuidado para proteger sus

ojos. Los ojos pueden estar accidentalmente expuestos a la luz ultravioleta, por lo que se deben usar anteojos especiales con lentes que absorban los rayos ultravioleta. Es preferible operar las lámparas UV solo en una caja de radiación completamente cerrada, para minimizar la exposición de otras personas a su alrededor.

Consideraciones generales al controlar la temperatura

Muchas reacciones requieren control de temperatura. Tome nota del protocolo experimental antes de ensamblar su aparato, de modo que el calentamiento y / o enfriamiento se puedan aplicar y / o retirar fácilmente para controlar la temperatura. Siga cuidadosamente las instrucciones de su instructor cada vez que se espera una reacción exotérmica. A menudo, las reacciones químicas deben iniciarse por calentamiento. En una reacción exotérmica, la temperatura aumenta. La velocidad a la que se produce el calor aumenta exponencialmente, mientras que la velocidad a la que el calor se elimina es lineal. Las reacciones altamente exotérmicas pueden volverse peligrosamente violentas muy rápidamente, en lo que se llama una reacción de fuga térmica, a menos que se pueda aplicar fácilmente un enfriamiento adecuado.

Algunas reacciones exotérmicas proceden con una fase lenta inicial seguida de una aceleración rápida. La fase lenta inicial se conoce como el período de inducción. En tales reacciones, si inicialmente se agregó demasiado reactivo, la reacción puede volverse demasiado vigorosa para la condensación efectiva de los vapores una vez que se completa el período



de inducción. Una vez que la fase rápida de una reacción desbocada ocurre, se debe utilizar refrigeración externa para controlar la temperatura. Debe prepararse un baño de enfriamiento con anticipación y estar listo para que pueda colocarse rápidamente debajo del recipiente de reacción.

No caliente los sistemas cerrados a menos que se lo indique específicamente el procedimiento o el instructor de su laboratorio. Considere la necesidad de liberar la acumulación de exceso de presión cuando un aparato se calienta o se anticipa un proceso exotérmico, y tenga un mecanismo para ventilar el exceso de presión.

■ EN SU FUTURO: baños de enfriamiento de hielo seco y nitrógeno líquido (LN₂)

Cuando se requieren temperaturas más bajas que las que se pueden alcanzar con un baño de hielo, se puede usar hielo seco o hielo seco combinado con un líquido orgánico. El hielo seco sublimará a -78°C ; Una mezcla de hielo seco con acetona mantiene esta temperatura y la acetona no se congelará. El nitrógeno líquido (LN₂, -196°C) debe usarse con extremo cuidado y solo cuando su instructor o asesor de investigación se lo indique. Además de la vestimenta adecuada de laboratorio, se requieren gafas de protección contra salpicaduras químicas y guantes criogénicos aislados cuando se trabaja con estos baños muy fríos. El hielo seco y el LN₂ también son asfixiantes simples y deben manipularse en una habitación bien ventilada o en una campana de laboratorio.

Baños de enfriamiento

Cuando el agua helada no está suficientemente fría para usarla como baño o trampa, se puede usar sal y hielo. Dependiendo del número de moles de iones (recuerde el concepto de depresión del punto de congelación), los baños de hielo se pueden preparar en el rango de -10°C a -40°C .

Determinación del punto de fusión

La determinación precisa del punto de fusión de un compuesto es un método común de identificación. En el pasado, un aparato para determinar el punto de fusión puede haber usado un termómetro de mercurio, porque son más precisos que los termómetros de alcohol. Debido a los riesgos asociados con la rotura de un termómetro de mercurio, la mayoría de los laboratorios ahora usan un aparato de punto de fusión electrotérmico.



El peligro principal aquí es la cámara de metal muy caliente que contiene la muestra.

Uso de mecheros Bunsen

Los mecheros Bunsen se pueden usar en laboratorios para calentar muestras fuertemente o hervir agua rápidamente. Una llama bien ajustada tendrá dos conos distintos: un cono acuático externo y un cono azul interno. La temperatura de la parte más caliente de la llama (la punta del cono azul interno) es de aproximadamente 1200 °C. Tómese un momento para mirar el quemador. Verá un barril con una punta extraíble en un extremo y una banda de agujeros en el otro extremo. Estos orificios ajustan la cantidad de aire que ingresa al barril (una cámara de mezcla para combustible y aire). En la parte inferior hay una válvula de aguja que, cuando se cierra herméticamente en el barril, impide que todo el gas ingrese al barril. Antes de usar un mechero Bunsen, revise la manguera en busca de grietas y pídale a su instructor que reemplace una manguera defectuosa. Su instructor le mostrará cómo ajustar los orificios de aire, la válvula de aguja y el chorro de gas para encender el quemador con un golpeador de laboratorio. Antes de usar una llama, átese el cabello suelto y quítese o ajústese las bufandas.

Calentar un tubo de ensayo

Cuando un tubo de ensayo se calienta en una llama abierta, el contenido se puede sobrecalentar fácilmente, haciendo que hierva y se expulse con fuerza del tubo de ensayo. Mantenga siempre el tubo de ensayo abierto en un ángulo alejado de usted y de los demás. Mientras sostiene el tubo de ensayo con un soporte de tubo de ensayo en ángulo, caliéntelo suavemente a lo largo del costado, no en la parte inferior del tubo. Una alternativa es calentar el contenido de un tubo de ensayo colocándolo en un baño de agua caliente.

Presión reducida

Los aspiradores de agua a veces se usan para crear una presión reducida para la filtración. Use solo filtros de paredes gruesas matrazes diseñados para este propósito; no aplique presión reducida a otros fondos planos matrazes, que pueden no soportar una presión reducida y podrían agrietarse durante el uso. El matraz debe estar sujeto a un soporte de anillo para estabilidad. Se coloca una trampa entre el aspirador y el matraz de filtración, por lo que esa agua no puede ser absorbida nuevamente por su filtrado





si la presión del agua disminuye inesperadamente y para que el filtrado no pueda entrar al fregadero. Ya sea que esté utilizando una trampa o no, siempre desconecte la línea de la manguera de vacío en el brazo lateral antes de cerrar la fuente de agua. Cada vez más, se desaconseja el uso de aspiradores de agua, debido a las cantidades significativas de aguas residuales producidas.

RESUMEN

En este capítulo, se revisó el uso seguro de equipos de laboratorio comunes. A menudo, los procesos de laboratorio requieren presiones y / o temperaturas que no sean ambientales, y por lo tanto pueden introducir riesgos físicos en sus experimentos. Siempre revise las instrucciones del laboratorio antes de comenzar cualquier procedimiento. Evalúe continuamente su situación en el laboratorio y esté atento a su entorno, y aprenderá a reconocer proactivamente los peligros potenciales.

Pregúntele a su instructor de laboratorio si tiene alguna inquietud sobre el uso seguro del equipo y la finalización de cualquier procedimiento. El Capítulo 5 presenta protocolos que lo ayudarán a prevenir y prepararse para responder a incidentes de laboratorio.

REFERENCIAS

¹ ACS Green Chemistry Institute. www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry.html (accessed March 6, 2017).

Equipo de seguridad y respuesta a emergencias

Introducción

Aunque el laboratorio está diseñado para ser un lugar de aprendizaje y de desarrollo de habilidades, es importante prepararse para responder adecuadamente a eventos inesperados. Incluso cuando los peligros reconocidos se manejan adecuadamente, pueden ocurrir incidentes. En un entorno académico, la responsabilidad del instructor de responder a un incidente es ciertamente mayor que la del estudiante, pero la intención de este capítulo es ayudarlo a prepararse para lo inesperado como estudiante y luego como científico. Con esto en mente, siga siempre las instrucciones de su instructor y las políticas de su institución.

En capítulos anteriores, aprendió sobre los primeros tres principios de RAMP: reconocer los peligros, evaluar los riesgos de los peligros y minimizar los riesgos de los



peligros. Los primeros tres principios de RAMP reducirán los incidentes y ayudarán para evitar emergencias pero no puede evitarlas por completo. La cuarta parte de RAMP es prepararse para emergencias.

Este capítulo cubre cómo **evitar que ocurran incidentes y prepararse para responder** a emergencias inesperadas. Es más probable que mantenga la calma y responda adecuadamente a una emergencia si se ha

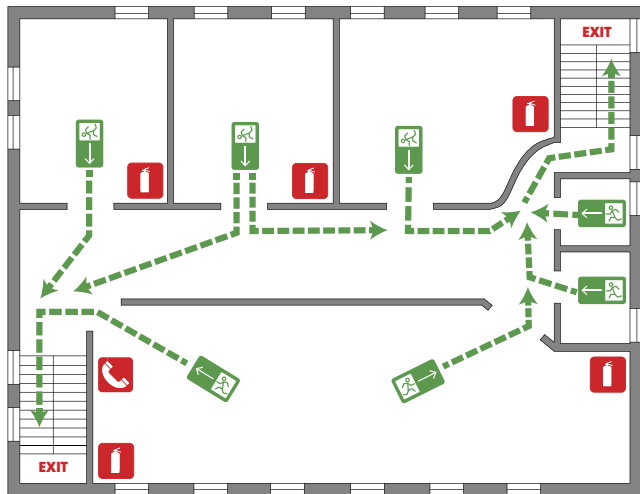
esforzado en pensar en posibles incidentes y su respuesta. En los laboratorios de introducción, las emergencias más comunes que puede necesitar para responder son derrames, incendios, cortes y/o quemaduras.

Cuando empiece a pensar en cómo podría responder a una emergencia, tómese un momento para mirar alrededor del laboratorio cuando ingrese por primera vez para identificar equipos de seguridad, letreros de incendios, alarmas y salidas. Algunos de los artículos que puede ubicar incluyen un extintor de incendios, ducha de seguridad, estación de lavado de ojos, señalización de evacuación, cierre de emergencia de gas (si está disponible), botiquín de primeros auxilios y manta contra incendios. Si su laboratorio está equipado con más de uno de cada uno de estos elementos, anote la ubicación de los más cercanos a usted. Algunos de estos equipos de seguridad, como los extintores de incendios y las estaciones de lavado de ojos, se prueban periódicamente y tendrán una etiqueta que incluirá la fecha de vencimiento de las pruebas. Aunque no es su responsabilidad inspeccionar este equipo de seguridad, notifique a su instructor si nota que alguno de los equipos está retrasado para inspección o si el acceso está bloqueado.

Es probable que su instructor sea el primero en responder a un incidente de laboratorio. Sin embargo, su instructor puede estar momentáneamente lejos, trabajando con otro estudiante, o más lejos del incidente, y deberá responder rápidamente. Mientras se prepara para responder a una emergencia, recuerde que el objetivo principal es proteger la vida humana y minimizar las lesiones. Nunca se ponga en peligro. El segundo objetivo es minimizar el daño a estructuras o equipos. Debe seguir los procedimientos de emergencia establecidos por su institución bajo la dirección de su instructor.

En ciertas situaciones, puede ser la única persona que pueda responder. Antes de intentar ayudar a otra persona, evalúe la situación actual y los riesgos potenciales para usted. No puede ayudar a otra persona si se lesiona en el proceso. En general, el procedimiento de emergencia que deba seguir dependerá del tipo de peligro inmediato y de las

EJEMPLO DE RUTA DE EVACUACIÓN



■ Combustible o Inflamable?

Estos términos a menudo se usan indistintamente en las conversaciones cotidianas. Muchos diccionarios usan estos términos para definirse entre sí. Lo siguiente es típico (y no muy útil): "Combustible: inflamable; capaz de combustión".

Cuando estos términos se usan para describir el riesgo de incendio asociado con disolventes orgánicos, la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) y el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA) utilizan dos criterios que afectan el riesgo de incendio presente cuando se usa un disolvente: el punto de inflamación y el punto de ebullición. El punto de inflamación de un disolvente volátil es la temperatura mínima a la que se libera suficiente vapor de la superficie del líquido para formar una mezcla inflamable con aire.

Desafortunadamente, la NFPA y el GHS definen criterios ligeramente diferentes para "inflamables" y "combustibles", pero la diferencia general es que los líquidos inflamables se encienden y se queman a temperaturas normales y los líquidos combustibles se queman a temperaturas más altas. Los líquidos inflamables generalmente presentan un mayor peligro en el laboratorio. Los líquidos combustibles pueden o no continuar ardiendo cuando se retira la fuente de ignición.

Tanto en el sistema NFPA como en el GHS, existen criterios adicionales que definen estos términos para gases y para sólidos. En todos los casos, los materiales combustibles e inflamables agregarán combustible al fuego, y se deben tomar las precauciones adecuadas en el laboratorio.

lesiones sufridas, pero puede incluir elementos de los siguientes pasos.

- Determine si usted y otras personas deben abandonar el área de inmediato o si hay algo que puedan hacer de manera segura para minimizar las lesiones y daños (ver secciones posteriores).
- Informe la naturaleza y ubicación de la emergencia a su instructor o, si es necesario, llame al 911 (o al número de emergencia de su institución) para comunicarse con la asistencia médica o de bomberos correspondiente. Esté preparado para responder preguntas del despachador, como su nombre, la ubicación y la naturaleza del incidente. Puede ser necesario enviar a alguien para que se encuentre con la ambulancia o el equipo de bomberos en la entrada del edificio, porque estos equipos no necesariamente están familiarizado con su edificio.
- Notifique a otros en el área sobre la naturaleza de la emergencia y llame a la oficina de seguridad de su recinto.
- No mueva a las personas lesionadas a menos que estén en peligro inmediato por exposición a sustancias químicas o fuego. Manténgalos calientes. El movimiento innecesario puede complicar severamente las lesiones y fracturas del cuello.

Incendios

Prevención de fuego

- La mejor manera de combatir un incendio es evitarlo. Piense en la prevención de incendios utilizando los principios de RAMP.
- ¿Está trabajando con alguna fuente de calor, llamas o chispas?
- ¿Está trabajando con líquidos o vapores inflamables?
- ¿Hay cables dañados en el equipo eléctrico?
- ¿Están las botellas o la cristalería (que contienen disolventes inflamables) demasiado cerca del borde del banco de laboratorio?
- ¿Está abarrotado el espacio de trabajo?

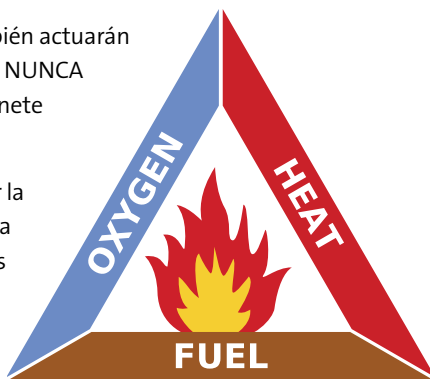
Cuando esté utilizando un líquido inflamable, minimice la cantidad en su espacio de trabajo distribuyendo solo la cantidad requerida por el procedimiento experimental y devolviendo la botella de reactivo a su ubicación de

almacenamiento adecuada inmediatamente después de dispensar el material. El exceso de material inflamable en el área de trabajo inmediata actuará como fuente de combustible adicional en un incendio. También debe mantener los materiales combustibles, como el papel, lejos de las áreas donde se realizan experimentos con productos químicos inflamables.

En caso de incendio, los materiales combustibles también actuarán como combustible para mantener el fuego encendido. **NUNCA** almacene materiales combustibles encima de un gabinete para inflamables.

Al calentar disolventes inflamables, es importante evitar la presencia de fuentes de ignición. Nunca se debe usar una llama abierta para calentar un disolvente inflamable. Las planchas eléctricas son más seguras, pero los equipos eléctricos a menudo pueden generar una pequeña chispa cuando se encienden y cuando se apagan.

Esta chispa puede iniciar un incendio si hay suficiente vapor de un disolvente presente. Algunos equipos eléctricos son diseñados para ser "intrínsecamente seguros", lo que significa que están diseñados para evitar tales chispas, pero esta no es la situación común en la mayoría de los laboratorios. Por lo tanto, es importante evitar la posibilidad de vapores inflamables al calentar disolventes, lo que generalmente requiere que este proceso se realice en una campana. Si algún equipo eléctrico está chispeando o tiene cables deshilachados, apáguelo de inmediato e informe a su instructor.



Los buenos hábitos de limpieza ayudarán en gran medida a prevenir incidentes y a minimizar los efectos si llegara a ocurrir uno. Aunque es principalmente el rol del instructor inspeccionar regularmente los cables eléctricos en el equipo y asegurarse de que los pasillos y las salidas estén despejados, aprender a inspeccionar la "escena" o área es un buen hábito para que usted se desarrolle. Incluso cuando el riesgo se maneja bien, puede surgir una situación de emergencia en un laboratorio académico con muchos estudiantes presentes. Puede ser que se encuentre respondiendo a una situación que no causó.

Prepárese para responder a un incendio

Considere los tres componentes del triángulo de fuego: calor, combustible (material inflamable o combustible) y oxígeno (u otro oxidante). Los tres componentes deben estar presentes para que un incendio comience y continúe. Quitar uno de estos componentes evitará el incendio o extinguirá uno que haya comenzado.

Si se produce un incendio inesperadamente, podría ser que una respuesta rápida de su parte evitará que un pequeño incidente se convierta en un gran incidente. Tendrá que decidir si debe combatir el fuego o huir a un lugar seguro, pero siempre siga las instrucciones de su instructor. Si decide tratar de apagar el fuego, querrá estar seguro de que sus acciones no extenderán el fuego ni le pondrán a usted ni a otros en mayor peligro. Es la mejor práctica para su institución llevar a cabo su propio entrenamiento contra incendios como parte del entrenamiento de seguridad asociado con el laboratorio. Si es así, usted y sus compañeros deben saber qué se espera en una emergencia de incendio y seguir estas pautas.

Nunca debe levantar un envase o equipo que esté en llamas. El acto físico de arrojar agua sobre algunos tipos de incendios puede propagar el fuego. El mejor método para extinguir un incendio de laboratorio pequeño es sofocarlo. Considere tomar los siguientes pasos solo si está

■ Clases de incendios

La Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFA) identifica cuatro tipos principales de incendios:

Clase A: incendios que involucran combustibles ordinarios, como papel, madera y muebles;

Clase B: incendios que involucran líquidos y gases orgánicos inflamables;

Clase C: incendios que involucran electricidad viva; y

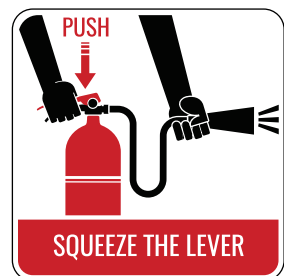
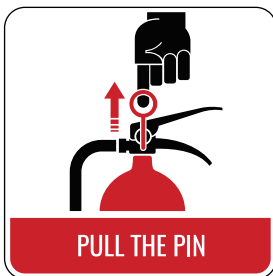
Clase D: incendios que involucran metales activos (que generalmente reaccionan con el agua).

La mayoría de los incendios son incendios de clase A. En algunos laboratorios de química donde se usan disolventes orgánicos, los incendios de Clase B son posibles y comunes. Algunos tipos de incendio de Clase A también son incendios de clase C, como una computadora en llamas. La clase de fuego ayuda a determinar qué tipo de extintor de fuego utilizar; de hecho, los extintores de incendios se etiquetan comúnmente como "A", "BC" o "ABC". El código de incendios requiere que los extintores portátiles disponibles en los pasillos (o en los laboratorios) sean del tipo adecuado para el tipo de incendio más probable. La mayoría de los laboratorios tienen extintores "ABC".

Los incendios de clase D son poco comunes en la mayoría de las oficinas y edificios, pero son posibles en laboratorios donde se utilizan metales activos. Por lo tanto, un extintor de clase D debe ser disponible en laboratorios donde son posibles incendios de clase D.

seguro de que puede hacerlo de manera segura mientras se prepara para responder a una emergencia de incendio.

- Retire la fuente de calor apagando el suministro de gas si utiliza un mechero Bunsen o desconectando la fuente de calor eléctrica.
- Un incendio contenido en un recipiente pequeño a menudo puede ser sofocado al limitar el aire / oxígeno. Por ejemplo, un incendio en un vaso pequeño o en un matraz Erlenmeyer se puede sofocar con un elemento no combustible, como un reloj de vidrio con pinzas o el fondo plano de un vaso grande.
- NUNCA use toallas o paños secos para cubrir el fuego, ya que se quemarán para agregar combustible. Puede usar un material humedecido si está disponible. Para evitar la propagación del fuego, retire los materiales combustibles o inflamables cercanos, pero solo si es seguro hacerlo.
- Si los pasos enumerados anteriormente no son prácticos o no extinguen el fuego, posiblemente se pueda usar un extintor para extinguir el fuego. Si ha recibido capacitación en el uso de un extintor de incendios o se siente seguro usando uno, colóquese entre el fuego y una ruta de escape (por ejemplo, una puerta), y combata el fuego desde esta posición para asegurarse de que pueda escapar. Los incendios pequeños a menudo se pueden extinguir, pero no siempre es así. Es fácil subestimar un incendio. Si no se extingue, un incendio puede amenazar rápidamente su vida.
- Si el fuego está ardiendo sobre un área demasiado grande para que el fuego se extinga de manera rápida y sencilla, todos deben evacuar el área. Active la alarma de incendios y siga los procedimientos de evacuación establecidos por su institución. Una vez que esté seguro, asegúrese de que usted u otra persona llame al 911 (o al número de emergencia de su institución) para notificar la asistencia de emergencia adecuada. Aunque es difícil saber quién está dentro de un edificio universitario cuando se produce un incendio, es importante ubicar a otros estudiantes y profesores fuera del edificio para que sepan que está a salvo. Ofrezca asistencia a otras personas que puedan tener problemas de movilidad, si puede.



CUANDO ESTÁ EN LLAMAS

1 STOP 2 DROP 3 ROLL



Prepárese para responder a las lesiones personales que involucran los incendios

Si la ropa de alguien se incendia, será una situación aterradora, y la persona involucrada puede correr instintivamente. Correr empeorará la situación al avivar las llamas, y es probable que el calor y el producto gaseoso de la combustión sean inhalados por alguien que esté de pie, caminando o corriendo. Dígale firmemente a la persona **que pare, se caiga y ruede**. Esto puede sofocar las llamas. Puedes tratar de extinguir las llamas pequeñas y aún ardientes golpeándolas con una toalla o chaqueta. Después de hacer que la persona se acueste, comience en la cabeza y los hombros, y luego trabaje hacia los pies. Estas recomendaciones siguen los procedimientos descritos por la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA, por sus siglas en inglés), que supone que alguien se encuentra en un entorno ordinario que no es de laboratorio. Otra opción en el laboratorio es empapar a la persona debajo de una ducha de seguridad o con agua de una manguera en un fregadero de laboratorio, si estas son opciones convenientes. Tendrá que hacer un juicio sobre la mejor manera en que puede ayudar.

Nunca envuelva a una persona de pie en una manta contra incendios, ya que esto puede dirigir llamas y gases tóxicos al área de la cara en lo que se conoce como el efecto chimenea. Las mantas contra incendios se pueden usar como una cortina modesta mientras un individuo está en la ducha, para mantener a una persona herida caliente, como una

almohadilla para mantener a la persona fuera del piso, como una envoltura si no hay ropa de emergencia disponible, y una camilla. Si su institución tiene mantas contra incendios, debe seguir las instrucciones locales sobre cómo usarlas. Obtenga atención médica de inmediato llamando al 911 (o al número de emergencia de su institución). Cubrir a la víctima con una manta o chaqueta puede ayudar a evitar el shock y la exposición.



Contaminación química en la piel, ropa y ojos

Prevención de contacto químico

La exposición a productos químicos puede surgir del contacto incidental con la piel, salpicaduras y contacto con derrames. Los derrames, cómo prevenirlos y responder ante ellos se analizan a continuación. El Capítulo 2 cubrió reglas prácticas de laboratorio que lo ayudan a evitar el contacto químico, incluidas varias formas de equipo de protección personal (EPP). Es posible que desee revisar esas reglas prácticas, que pueden evitar incidentes.

Prepárese para responder al contacto químico

Una vez más, su instructor probablemente estará presente para ayudarlo a usted u otro estudiante en caso de un incidente. El consejo que se brinda aquí es general y lo ayudará a saber cómo responder a un incidente.

Para un pequeño derrame o salpicadura de líquido que afecta solo un área pequeña de la piel, debe enjuagar la piel inmediatamente con agua corriente durante al menos 15 minutos (30 minutos para las bases). Debe quitarse las joyas para facilitar la eliminación de posibles líquidos residuales entre su piel y las joyas. Esta es una razón por la que se recomienda no usar joyas en el laboratorio. Después del enjuague inicial con agua, lave toda el área de la piel afectada con agua tibia y jabón. Usted o un compañero de estudios deben notificar a su instructor lo antes posible. Después de enjuagar su piel, revise la Hoja de Datos de Seguridad (SDS) para ver si se deben esperar efectos retardados. Es aconsejable buscar atención médica incluso para quemaduras químicas menores. Muchas instituciones requerirán que complete un breve formulario de notificación inicial de lesiones. Esto es para su protección en caso de que se desarrollen complicaciones por una exposición en el laboratorio.

Si usted derrama algún sólido en su piel, se recomienda que sacuda o raspe el sólido antes de aplicar agua (puede utilizar una tarjeta de crédito para raspar o sacudir el sólido). Quitar o raspar un sólido corrosivo por lo general se hace sin consecuencias adversas y hasta puede disminuir la exposición evitando un aumento de temperatura debido al calor de disolución (exotérmico) que es común cuando se añade agua. Luego que haya quitado el sólido de su piel, lave su piel con jabón y agua y notifique a su instructor el incidente.



El sólido (raspado o sacudido), por supuesto, debe colocarse en el contenedor de residuos apropiado, en lugar de bajarlo al fregadero o a la basura regular. En caso de contacto con un ácido, no coloque un compuesto químico neutralizante (como el bicarbonato de sodio) en su piel. El calor de la neutralización puede aumentar una lesión.

Si su piel o ropa está contaminada con derrames más grandes de un líquido, es posible que tenga más consecuencias graves. Debe ir a la ducha de seguridad más cercana de inmediato, abrir el agua y pasar rápidamente bajo el chorro de agua. Algunas duchas permanecerán encendidas hasta que se apaguen intencionalmente, pero otras pueden requerir que sostenga el mango en la posición de "encendido" para mantener el flujo de agua. Mientras se encuentre bajo el agua, quítese toda la ropa, zapatos y joyas contaminados. Cada segundo cuenta, así que no pierda el tiempo con pudor. Los retrasos debidos al pudor han resultado en exposiciones que se han convertido en lesiones graves. Evite contaminarse los ojos y la cara al permitir que otra persona le corte una camisa o un suéter con unas tijeras. Debe inundar el área del cuerpo afectada con agua durante al menos 15 minutos, pero continúe enjuagando el área con agua si el dolor regresa. Es poco probable que su instructor no esté al tanto de una situación que requiera el uso de una ducha de seguridad, pero notifique a su instructor lo antes posible. Después de enjuagar bien el área con agua, busque atención médica. Si es posible, su instructor llevará la SDS al centro médico, pero puede ser útil para identificar el nombre de la sustancia química. Muchas instituciones tendrán ropa adicional (como sudaderas y pantalones, o batas de hospital) para reemplazar inmediatamente su ropa contaminada. Como se indica en el Capítulo 2, lave la ropa contaminada por separado de otra ropa o deséchela, como se recomienda en la SDS.

Si recibe salpicaduras químicas en el ojo, los segundos cuentan. Vaya rápidamente a la estación de lavado ocular más cercana y enjuáguela durante al menos 15 minutos (30 minutos para las bases). Debe usar el pulgar y el índice para mantener los párpados alejados del globo ocular y mover el ojo continuamente, hacia arriba, hacia abajo y hacia los lados para enjuagar el área detrás del párpado. Si está ayudando a otra persona a la que le han salpicado sustancias químicas en los ojos, es posible que deba llevarlos a la estación de lavado de ojos. Vale la pena repetir aquí que el uso de gafas de protección contra las



salpicaduras químicas eliminará esencialmente cualquier posibilidad de que ocurra este tipo de incidente.

Si no hay una fuente de lavado de ojos disponible, debe usar la fuente de agua corriente más cercana y hacer que el agua esté lo más cerca posible de la temperatura ambiente. Alternativamente, podría ayudar a una persona lesionada a ponerse boca arriba y verter agua suavemente en las esquinas del ojo afectado durante al menos 15 minutos. Si es posible, quítese las lentes de contacto. Su instructor debe ser notificado lo antes posible. Después de enjuagar el ojo afectado, busque atención médica. Si es posible, identifique el contaminante químico para que su instructor pueda llevar una copia de la SDS al centro médico.

NOTA: Aunque las mejores prácticas actuales exigen que se dispense agua tibia de las fuentes de lavado de ojos y duchas de seguridad, es probable que este no sea el caso en todas partes. Si la persona expuesta comienza a temblar o se queja de tener demasiado frío, utilice su mejor criterio sobre el tiempo de enjuague. No desea inducir hipotermia en una persona con exposición química.

■ EN SU FUTURO: Tratamiento de la exposición al HF

Como se mencionó en el Capítulo 3, los peligros del ácido fluorhídrico (HF) hacen que su uso sea de muy alto riesgo. Las exposiciones a HF son extremadamente peligrosas y requieren un tratamiento especial; un gel o crema de gluconato de calcio siempre debe estar disponible cuando se usa HF. Si la piel está contaminada con HF, debe aplicar este gel e inmediatamente buscar tratamiento médico de emergencia. No debe trabajar con HF sin capacitación y supervisión especiales.



Otras lesiones personales

Prevención de otras lesiones personales

Otros tipos de lesiones personales incluyen resbalones, tropiezos, caídas, descargas eléctricas, ingestión química, inhalación y cortes. Debe revisar las reglas generales en el Capítulo 2 y el uso de campanas químicas y equipos eléctricos en el Capítulo 4 para evitar estos incidentes.

Prepárese para responder a otros incidentes de lesiones personales

Aunque los incendios y los derrames son los tipos más comunes de incidentes de laboratorio, debe pensar en cómo respondería a otras posibilidades, incluyendo la inhalación química, la ingestión química, las descargas eléctricas y las cortaduras.

Si usted u otra persona en el laboratorio se ve sofocado por el humo, los vapores o los “fumes”, aléjese y mueva a otros del área a una zona de aire libre. Debe advertir a otras personas en el área de la posibilidad de daños y buscar asistencia médica de inmediato. Si sospecha que alguien ha ingerido productos químicos peligrosos, llame al 911 (o al número de emergencia de su institución) y siga el tratamiento de primeros auxilios que se muestra en la etiqueta o en la SDS. Es posible que se le solicite que ayude a su instructor con el tratamiento de primeros auxilios. Nunca debe dar nada por boca a una persona inconsciente. Su instructor se asegurará de que el centro médico cuente con una copia de la SDS, pero es posible que necesite identificar qué sustancia química está involucrada.

No debe tocar a alguien que esté en contacto con un circuito eléctrico con corriente. El circuito debe desconectarse desenchufando el dispositivo o apagando el disyuntor, o también recibirá una descarga eléctrica.

Si la persona lesionada no respira y no tiene pulso, debe proporcionar reanimación cardiopulmonar (RCP) si está capacitado para hacerlo, o usar un desfibrilador externo automático (DEA) si hay uno disponible. Debe llamar al 911 (o al número de emergencia de su institución) de inmediato, o decirle a otra persona que lo haga mientras atiende a la víctima. Debido a que es probable que en los laboratorios académicos haya varias personas presentes, es mejor que una persona llame al 911 y otra persona ubique a un instructor de laboratorio u otra persona con autoridad, llame a la seguridad del campus y ayude con la RCP.

Si usted u otra persona está sangrando severamente, intente controlar el sangrado colocando un paño sobre la herida y aplicando presión firme. Si es posible, eleve la lesión por encima del nivel del corazón. ***Debe tomar precauciones razonables para evitar el contacto con la sangre de otra persona.*** Hay guantes disponibles en la mayoría de los laboratorios de química. Excepto en el caso de una herida trivial, envuelva a la persona lesionada en una manta o abrigo para evitar un shock y obtenga atención médica inmediata. ***No limpie un derrame biológico que pueda contener patógenos transmitidos por la sangre a menos que esté capacitado para hacerlo.***

Derrames de sustancias químicas

Prevención de derrames químicos

Los derrames químicos son probablemente los incidentes de laboratorio más comunes. Los buenos hábitos de limpieza lo ayudarán a evitar derramar sustancias químicas. Mantenga los artículos de laboratorio lejos del borde de su banco de laboratorio u otro espacio de trabajo. Debe medir las cantidades de productos químicos de acuerdo con el procedimiento de laboratorio y evitar tomar reactivos químicos en exceso. Regrese las botellas de reactivo a su ubicación adecuada una vez que haya adquirido la cantidad mínima necesaria para su experimento. Notifique a su instructor si observa obstrucciones en los pasillos o pasillos del espacio del laboratorio. Camine despacio y con cuidado en el laboratorio. Correr puede hacer que se tropiece con otros estudiantes o con gabinetes y muebles de laboratorio.

Si debe transportar muestras o soluciones de una parte del laboratorio a otra, sostenga el vaso de precipitados o el matraz con una mano debajo del contenedor. Alerta a otros de su presencia si es necesario. El transporte de productos químicos fuera del laboratorio a un instrumento o área de almacenamiento requiere una contención secundaria con un balde de goma o una bolsa de plástico.

Prepárese para responder a un derrame químico

Si usted o alguien cerca de su área de trabajo tiene un derrame químico, usted y otros estudiantes en el área deben alejarse del derrame. Si se derrama un líquido inflamable, advierta a otros estudiantes en el área para extinguir todas las llamas y apagar el equipo eléctrico, si puede hacerlo sin ponerse en peligro. Si el derrame ocurre en una campana química, cierre la faja de la campana para permitir que los vapores se eliminen de manera más efectiva. Debe informar el derrame a su instructor de inmediato. Su instructor debe saber cómo manejar el derrame. Si una cantidad significativa de sustancias inflamables, tóxicas o volátiles es derramada, puede ser necesario desocupar todo el laboratorio o edificio.

Si ocurre un pequeño derrame de un material sólido, su instructor puede indicarle a usted u a otras personas que usen un recogedor y un cepillo, generalmente almacenados en el laboratorio, para limpiar el material. Si un pequeño derrame de un material líquido ocurre, su instructor puede indicarle a usted u otras personas que usen toallas de papel u otro absorbente para absorber el líquido. Para recoger vidrios rotos, use pinzas o use guantes de cuero o resistentes a cortes.



El vidrio roto también se puede barrer con un cepillo pequeño y un recogedor. Lo más probable es que un instructor limpie los vidrios rotos, o se le puede pedir que lo haga bajo estrecha supervisión. Debe disponer del material, incluyendo toallas de papel, según las indicaciones del instructor.

Si ocurre un derrame grande de algún material o si el material es tóxico, o inflamable, su institución tendrá un procedimiento formal para manejar el derrame. Siga las instrucciones que le dé su instructor. Estos derrames no son manejados por estudiantes en laboratorios de introducción.

Su instructor u otro personal capacitado pueden contener derrames de líquidos más grandes en el piso al rodear el área involucrada con un material de retención absorbente. El material absorbente utilizado puede ser uno que neutralice el material derramado (piedra caliza o carbonato de sodio para ácidos, solución de tiosulfato de sodio para bromo, etc.). Existen kits absorbentes comerciales (por ejemplo, Oil-Dri y Zorb-All), pero otros absorbentes fácilmente disponibles, como vermiculita o partículas pequeñas (aproximadamente 30 “mesh”) de arena para gatos a base de arcilla, también se pueden usar de manera efectiva. Cuando se le indique que regrese al área, asegúrese de que el piso no le parezca resbaladizo. Informe al instructor si el área parece insegura por alguna razón.

RESUMEN

Las situaciones de emergencia más probables que pueden surgir en un laboratorio de química orgánica o introductoria son la ignición de un disolvente inflamable, exposición química en la piel o en los ojos, cortes con cristalería rota y derrames químicos. Es más probable que responda apropiadamente, minimizando así las lesiones y daños, si ha considerado su respuesta de antemano.

Aprender a trabajar de manera segura en un laboratorio es un componente importante de la educación química de pregrado. Reconocer los peligros y evaluar y minimizar los riesgos son hábitos que deben continuar desarrollándose a lo largo de su educación y su carrera. Este capítulo ha presentado información sobre cómo prevenir un incidente o derrame. La educación preventiva es importante, pero prepararse para responder en una emergencia es igual de importante y también debe ser parte de su educación.

■ Derrames químicos: ¿menores o mayores?

Determinar si está calificado para limpiar un derrame requiere comprender las variables. Considere lo siguiente.

Derrame menor o simple:

- *Un derrame que puede ser manejado por una persona*
- *Un derrame que no se propaga rápidamente excepto por contacto directo*
- *Un derrame que no representa un peligro inmediato para el medio ambiente*
- *Los peligros (físicos, de salud y ambientales) son entendidos por los trabajadores (toxicidad, inflamabilidad, corrosividad y reactividad)*
- *Se dispone de equipo de protección personal (EPP) y un kit para derrames.*

Derrame mayor o complejo:

- *Un derrame que también implica una lesión*
- *Un derrame de un material altamente tóxico o inflamable que requiere una evacuación inmediata del área*
- *Un derrame en una escalera u otra área de alto tráfico*
- *Un derrame que tiene un gran potencial de impacto en el medio ambiente.*

APÉNDICE

La web como fuente de información de seguridad

El Internet ofrece una multitud de recursos sobre seguridad química. Muchos de estos sitios web contienen una mezcla de información precisa e inexacta. Algunos no son confiables, siendo poco más que expresiones de opiniones infundadas sobre asuntos de seguridad química y del medio ambiente. A continuación se presentan algunos sitios web recomendados donde se puede encontrar información precisa.

Sitios web recomendados

La American Chemical Society ofrece información autorizada sobre seguridad química en varios sitios web.

- El Comité de Seguridad Química (CCS) de la ACS facilita la promoción de la seguridad química de varias maneras, como la publicación de este folleto. El sitio web de CCS ofrece numerosos recursos para ayudar a los instructores y a los estudiantes a enseñar y a practicar la química de manera segura.
www.acs.org/content/acs/en/about/governance/committees/chemicalsafety.html
- El sitio web de la División de Salud y Seguridad Química de ACS (CHAS) ofrece información emergente sobre todos los aspectos de la seguridad química y de laboratorio.
www.dchas.org

Otros sitios útiles

- La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los EE. UU. (OSHA) tiene información relevante a todos los aspectos de la seguridad de los trabajadores, incluidas las estadísticas, una descripción de la agencia, su sala de redacción (discursos, comunicados de prensa, testimonios y publicaciones) y los reglamentos de OSHA.
www.osha.gov
- De especial interés son los Estándares en 29 CFR (que indican que fueron publicados en el Volumen 29 del Código de Regulaciones Federales). La Sección 1910.1450, titulada "Exposición ocupacional a químicos peligrosos en laboratorios", es el "Estándar de Laboratorio", y es de particular relevancia para quienes trabajan en laboratorios académicos.
www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10106
- Además, en las páginas web de "Temas de seguridad y salud" de OSHA, puede encontrar enlaces posteriores para obtener información más específica sobre seguridad química, incluido un enlace a una lista alfabética de una amplia variedad de temas en OSHA
www.osha.gov/SLTC/index.html
www.osha.gov/SLTC/text_index.html
- La mayoría de estos elementos no están relacionados con la seguridad química, pero la lista puede permitir una búsqueda más específica de un tema químico o químico específico.
- Una Guía del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA) explica el SGA en una versión condensada.
www.osha.gov/dsg/hazcom/ghsguideoct05.pdf
- La Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. tiene información sobre desechos peligrosos y temas ambientales. En la página "Ciencia y tecnología", puede ver una lista de subtemas de posible interés, incluido el sitio web sobre residuos peligrosos y gestión de residuos.

www.epa.gov

www.epa.gov/science-and-technology

- En "Leyes y reglamentos", puede encontrar más enlaces a subtemas de interés para los químicos. De particular interés para los químicos interesados en la química verde y la química de la sostenibilidad son los enlaces en la página web "Ciencias de prácticas sostenibles".

www.epa.gov/laws-regulations

www.epa.gov/science-and-technology/sustainable-practices-science

- El Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) proporciona mucha información, incluida la Guía de bolsillo de NIOSH sobre riesgos químicos, que brinda información de incompatibilidad sobre unos 700 productos químicos. Esta publicación puede leerse en línea o solicitarse gratuitamente a NIOSH.

www.cdc.gov/niosh/homepage.html

www.cdc.gov/niosh/npg

- La Biblioteca Nacional de Medicina es parte de TOXNET y alberga muchas de las bases de datos más autorizadas de información específica sobre productos químicos, como ChemIDplus Advanced, PubMed y el Banco de Datos de Sustancias Peligrosas.

www.nlm.nih.gov

- Las hojas de datos de seguridad (SDS) pueden brindarle información importante sobre los peligros de una sustancia química. La SDS del fabricante debe usarse para un producto químico comprado. Para información general, MilliporeSigma (formalmente Sigma-Aldrich, tiene SDS bien desarrolladas que cualquiera puede navegar en línea. Simplemente escriba un nombre químico o un Número de registro del Servicio de resúmenes químicos (CAS) en el área de búsqueda principal en la parte superior de la página de inicio y seleccione el enlace SDS para un producto.

www.sigmaaldrich.com/united-states.html

Si necesita información sobre cómo interpretar un SDS, pruebe el MS-Demystifier.

www.ilpi.com/msds/ref/demystify.html

- Prácticas prudentes en el laboratorio: manejo y gestión de riesgos químicos, versión actualizada (2011), publicada por la National Academies Press, se puede descargar o leer en línea de forma gratuita.

www.nap.edu/read/12654/chapter/1

- La tabla de compatibilidad de la Guardia Costera de EE. UU. y los códigos de almacenamiento que se encuentran en el Capítulo 7 del Manual del Sistema de Información de Respuesta a Peligros Químicos (CHRIS) ofrecen incompatibilidades basadas en amplias clases químicas.

www.uscg.mil/hq/nswfweb/foscr/ASTFOSCRSeminar/References/CHRISManualIntro.pdf

- La base de datos de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) conocida como CAMEO (Administración asistida por computadora de operaciones de emergencia) Químicos ofrece la capacidad de "mezclar" sustancias químicas "in vitro" para predecir la reactividad. El software se puede descargar o usar en línea.

www.cameochemicals.noaa.gov

Existen muchos otros sitios web de buena reputación que contienen información de seguridad. Por ejemplo, la mayoría de las universidades y colegios, así como varias otras asociaciones y organizaciones de espíritu público mantienen sitios web. Hasta que haya desarrollado una sólida base de conocimiento, es posible que desee confiar en las recomendaciones personales de sus profesionales e instructores de seguridad para obtener ayuda en la evaluación de la confiabilidad de los recursos de Internet.

NÚMEROS DE TELÉFONO DE EMERGENCIA

Departamento de bomberos/ambulancia/policía en EE. UU. : **911**

Centro de control de venenos: _____

Centro de salud del campus: _____

Oficina de seguridad: _____

Asesor de Facultad / Director de Investigación: _____

Seguridad en Laboratorios Académicos de Química

8a EDICIÓN

**MEJORES PRÁCTICAS PARA
ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE
PRIMER Y SEGUNDO AÑO**

**Una publicación de la American
Chemical Society Joint Board–
Council Committee on Chemical
Safety**