



Seguridad en los Laboratorios Químicos Académicos

V O L U M E N 1

PREVENCIÓN DE
ACCIDENTES PARA
ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

7MA EDICIÓN

Una Publicación de la Sociedad Americana de Química

NÚMEROS DE TELÉFONO DE EMERGENCIA

(Llene los números adentro que faltan)

Cuerpo de bomberos _____

Ambulancia _____

Médico o enfermera _____

Policía _____

Centro de control de los envenenamientos _____

Oficina de seguridad _____

Instructor _____

Sociedad Americana de Química

Servicio de remisión de salud y seguridad

202-872-4513, 8:30 a.m.–5 p.m., Lunes-Viernes

(Para las preguntas de la no-emergencia sobre los productos químicos.)

CHEMTREC

Centro de la emergencia del transporte de sustancias químicas.

800-424-9300, 24 horas, gratis

(Solamente para los accidentes que implican las sustancias químicas que son transportadas en los caminos o los carriles, o en el agua o en el aire.)

Seguridad en los Laboratorios Químicos Académicos

VOLUMEN 1

**PREVENCIÓN DE ACCIDENTES
PARA ESTUDIANTES
UNIVERSITARIOS**

Mensaje del Presidente:

Cuando el Comité de Seguridad Química de la Sociedad Americana de Química (ACS) publicó la primera edición de *Seguridad en los Laboratorios Académicos de Química (SACL)* hace 30 años, había muy poco énfasis en la enseñanza de seguridad en los laboratorios. Durante estos 30 años, la distribución de las primeras seis ediciones fue de aproximadamente un millón de ejemplares. SACL es uno de los documentos impresos sobre la seguridad en los laboratorios más ampliamente utilizados. A pesar de que está redactado como una guía para las prácticas seguras en los laboratorios académicos, su aplicación no está limitada para las facilidades académicas. La información presentada en este manual puede ser adaptada para cualquier laboratorio o lugar de trabajo que se emplean sustancias químicas, incluyendo laboratorios de investigación, laboratorios analíticos, laboratorios de control de calidad, laboratorios clínicos y laboratorios de desarrollo de procesos.

En la medida en que aprendemos más sobre los peligros y riesgos que presentan las sustancias químicas que utilizamos en nuestro laboratorio, podemos compartir este conocimiento con nuestros colegas y con nuestros estudiantes. La División de Salud y Seguridad Química disemina su investigación y su desarrollo en el programa técnico que se lleva a cabo en las reuniones nacionales y a través de su revista, "*Chemical Health and Safety*". Los maestros de escuelas (K-12) han comenzado a incluir la seguridad química como parte de la educación en el salón de clases. El Comité de Seguridad Química ha preparado dos publicaciones para asistir en la educación de ciencias a nivel elemental y secundaria. Las copias de los manuales de Seguridad en los salones de ciencias a nivel elemental (*K-6*) y *Seguridad Química para Maestros y sus Supervisores: Grados 7-12* están disponibles a través de la Oficina de Servicios de la Sociedad Americana de Química.

Es para mí un placer presentarles la séptima edición de ésta publicación del comité. Quisiera agradecer a todos aquellos que generosamente contribuyeron dando de su tiempo y peritaje para hacer posibles esta y las previas ediciones. Su esfuerzo ha ayudado a lograr que los laboratorios académicos de química sean lugares más seguros y a disminuir los accidentes. Jay Young ha contribuido a varias ediciones de SACL, él no sólo ha dado una gran contribución sino que también, ha sido el Editor de esta edición. El que esta edición sea tan completa y clara es el resultado de su dedicación y de su compromiso. En el Prefacio del Editor se reconoce a todos aquellos que participaron en la revisión y en el desarrollo de esta séptima edición. El borrador final fue revisado por Dan McDonald, Russ Phifer y Rubye Torrey. Larry Funke coordinó todos los esfuerzos del personal de la Sociedad Americana de Química que participaron en la producción y en la distribución de actividades.

Todos sus comentarios acerca de este manual son bienvenidos. Favor de dirigirlos a Committee on Chemical Safety, American Chemical Society, 1155 16th St., NW, Washington, DC 20036.

Kenneth P. Fivizzani

Presidente, ACS Committee on Chemical Safety

Octubre 2002

Prefacio del Editor

La primera edición de este libro fue escrita en 1972 por miembros del Comité en Seguridad Química de la Sociedad Americana de Química bajo la dirección y petición de su presidente, Howard H. Fawcett (fallecido). Esta edición fue publicada como un documento de 11 páginas, mecanografiado a espacio doble y mimeografiado. Desde entonces, casi un millón de copias de ese documento original y de sus seis ediciones subsecuentes han sido distribuidas. El objetivo se ha mantenido y no ha sufrido cambio, pero los detalles y la información que se incluye se ha vuelto mucho más compleja.

Nuestro conocimiento de los peligros químicos ha avanzado; la seguridad química se ha convertido en un componente muy importante tanto en la enseñanza y en el currículo pre-universitario como en el universitario a nivel subgraduado. Seguridad en los Laboratorios Académicos se publica en tres partes: Seguridad en los salones de ciencias a nivel elemental (K-6), Seguridad Química para Maestros y sus Supervisores: Grados 7-12, y Seguridad en los Laboratorios Académicos (dos volúmenes diferentes- este volumen dedicado a los estudiantes que trabajan con sustancias químicas en laboratorios universitarios y el volumen dedicado a los Profesores, Estudiantes Graduados que son Ayudantes de Cátedra y administradores).

Estudiantes que cursan grados presecundarios y secundarios han comenzado a ser instruidos en el área. Según estos estudiantes van madurando, su instrucción es presentada de una manera menos pasiva y empiezan a tomar un rol más activo en su aprendizaje. Para el tiempo en que llegan a nivel universitario, la participación activa debe ser una parte esencial en el proceso de aprendizaje. Para reflejar la participación activa de un estudiante maduro, en esta edición se ha añadido el subtítulo de Prevención de Accidentes.

Quisiera agradecer a las contribuciones y las sugerencias que han aportado los miembros del Comité de Concejales en Aspectos de Seguridad Química asociado a la Junta de Directores de la Sociedad Americana de Química (ACS), en particular a Robert Alaimo, Charles Greenlief, Rubye Torrey y George Wahl, miembros del subcomité de revisión, y a Eileen Segal, Russell Phifer, Stephen Sichak, Dan McDonald y Bernard Blais.

Jay A. Young
Editor
Octubre 2002

Reconocimientos por la traducción al Español:

Traductor primario

Ingrid Montes

Traducción original

Rigoberto Blanco y sus estudiantes:

Jorge Campos

Luis Castro

Elaine Corella

Nils Ramírez

José Félix Rojas

Andrés Sánchez

Evaluadores

Edelberto J. Cabrera

Lourdes E. Cabrera

Grissell Carrero-Martínez

Marco DeJesús

Gelvina Rodriguez Stevenson

Colaboradores

Ken Fivizzani

Barbara Foster

Robert Rich

Comité Supervisor del Proyecto

Robert Alaimo

Barbara Foster

Dan McDonald

Erik Talley

COPYRIGHT 2003
ISBN 0-8412-7412-6

Renuncia por Traducción al Español:

El material de este manual fue compilado por autoridades reconocidas utilizando fuentes que son consideradas confiables y que representan la mejor opinión sobre el tema. Este manual se entiende que sirve como punto de partida para las buenas prácticas y no para estándares legales específicos o para representar la política de la Sociedad Americana de Química. La Sociedad Americana de Química no garantiza o representa que la información sea precisa o suficiente, y por lo tanto no asume ninguna responsabilidad en su conexión con el manual. Este manual se entiende que provee unas guías básicas para la prevención de accidentes. Sin embargo, no se puede presumir que todas las advertencias necesarias o medidas de precaución necesarias están incluidas en este documento y que cualquier otra información o medida no es necesaria. Los usuarios de este manual deben consultar las leyes pertinentes, locales, estatales y federales y tener una consejería legal previa a iniciar cualquier programa de prevención de accidentes.

A pesar de que este trabajo se ha hecho con mucho cuidado, para asegurarse que la traducción está libre de errores; bajo ninguna circunstancia el ACS será responsable de daños indirectos o a consecuencia de la traducción de este documento.

Los nombres registrados, las marcas registradas, etc., utilizados en esta publicación, aún sin indicaciones específicas, no deben ser considerados desprotegidos por las leyes.

Table of Contents

Introducción	1
1. Su Responsabilidad en la Prevención de Accidentes	3
Protección Personal	3
Protección de los ojos	3
Vestimenta	4
Guantes	4
Protocolo Del Laboratorio	5
Los visitantes en el laboratorio	5
Sobre el comportamiento en el laboratorio	5
Mantenimiento y limpieza del laboratorio	6
Limpieza de la cristalería	6
Inhalación de vapores químicos	6
Destilaciones	7
Extracciones	8
Refrigeradores	8
Disposición de los desechos	9
Guía general para el manejo de desechos	9
Equipo que se deja operando solo	9
2. Guía De Peligros Químicos	10
Toxicidad	11
Límites de exposición	11
Fuentes de información	12
Hojas de Seguridad (MSDS)	12
Entender una Hoja de Seguridad	13
Etiquetas	15
Leyendo Hojas de Seguridad y Etiquetas	16
Propiedades de Las Sustancias Químicas	20
Aprendiendo química de un MSDS	20
Clasificando sustancias químicas peligrosas	21
Disolventes y su peligrosidad	22
Ácidos y bases	22
Algunos ejemplos de materiales tóxicos.	24
Peróxidos orgánicos y precursores de peróxidos	25

3. Técnicas de Laboratorio Recomendadas .....	.27
Trabajando Con Sustancias Químicas Y Aparatos .....	.27
Uso de Equipo .....	.28
Capillas o extractores .....	.28
Precauciones en el uso de equipo eléctrico .....	.29
Centrífugas .....	.29
Uso de vapor .....	.30
Usando aire comprimido .....	.30
Lámparas UV .....	.30
Control de Temperatura .....	.31
Baños de aceite y arena .....	.31
Baños de enfriamiento y trampas frías .....	.32
Baños de enfriamiento de hielo seco y trampa fría .....	.32
Baños congelantes de líquidos criogénicos y trampas frías .....	.33
Trabajo A Presión Reducida .....	.33
4. Equipo de Seguridad Y Procedimientos de Emergencia .....	.35
Información General .....	.35
Incendios .....	.35
Prevención de incendios .....	.35
Enfrentando un incendio .....	.36
Lesiones personales al enfrentar un incendio .....	.36
Sustancias Químicas Sobre Piel, Ropa Y Ojos .....	.37
Otros Accidentes Personales .....	.38
Limpieza De Derrames .....	.38
Apéndice 1. La Red Cibernética como una fuente de información en seguridad. .....	.40
Apéndice 2. Sustancias químicas incompatibles. .....	.41
Index .....	.43

Introducción

El Comité de Concejales en Aspectos de Seguridad Química asociado a la Junta de Directores de la Sociedad Americana de Química (ACS por sus siglas en inglés) ha preparado este manual para ofrecer una guía que conduzca a la prevención de accidentes dentro de los laboratorios de química utilizados con fines académicos, ya sea que se encuentren en escuelas, colegios, o en instituciones de educación superior. Aún así, la información encontrada en este manual puede llegar a adaptarse a cualquier laboratorio en el cual se utilicen sustancias químicas, incluyendo laboratorios de investigación, laboratorios clínicos, laboratorios de control de calidad y otros lugares de trabajo. Las recomendaciones generales expuestas en este manual pueden servir como base para la elaboración de un plan de seguridad o instrucciones detalladas para los encargados de la prevención de accidentes en laboratorios de química.

La manera preferida de trabajar con sustancias químicas es aquella en la que se reduzca o minimice la probabilidad de que suceda un accidente o exposiciones a compuestos tóxicos, aún a bajas concentraciones. Para reducir la probabilidad de accidentes debe:

- Practicar el hábito de la prevención de accidentes.
- Utilizar equipo de protección personal (por ejemplo: lentes de protección, batas de seguridad) todo el tiempo que se esté en el laboratorio.
- Usar las menores cantidades de reactivos posibles para hacer los experimentos.
- Cuando sea posible sustituir los compuestos químicos peligrosos por otros de menor riesgo o toxicidad.
- Anticipar las posibles consecuencias del trabajo que se va a realizar en el laboratorio.

Antes de comenzar cualquier operación o hacer un experimento es importante preguntarse: “¿Qué pasaría si...?”. La respuesta a esta pregunta requiere el conocer los peligros de las sustancias químicas y el equipo que se va a utilizar. La reactividad, inflamabilidad, corrosividad y la toxicidad de los compuestos que van a utilizar son los que van a dictar las precauciones necesarias a tener en cuenta. Por esto, esa “información sobre precauciones a tomar” es indispensable que se encuentre en una sección introductoria o en el procedimiento escrito, que debe seguir al realizar cualquier experimento.

Para que un programa de seguridad sea efectivo, éste tiene que contar con el apoyo total de la administración a cargo, la facultad o la directiva y de los estudiantes que trabajen en el laboratorio. Un programa de prevención de accidentes, que esté dirigido a mantener un ambiente de trabajo seguro tanto para los estudiantes como para otros trabajadores en el laboratorio, debe contar con:

- Inspecciones de seguridad, en intervalos de no más de tres meses (o con mayor frecuencia para ciertos equipos como duchas y lavatorio de ojos).
- Un cotejo regular del funcionamiento de los sistemas de ventilación.
- Un plan formal y regular de capacitación para todo el personal que se encuentre a tiempo completo en las instalaciones, en el uso adecuado de los equipos y en los procedimientos de emergencia.
- Procedimientos que aseguren la adecuada disposición de los desechos.

Este volumen es principalmente para el uso de estudiantes de laboratorio en un

curso de química universitario y el volumen que los acompaña es dedicado a los Profesores, Estudiantes Graduados que son Ayudantes de Cátedra y administradores que desarrollan y planifican los programas de laboratorio. Este volumen enfatiza la importancia de conocer los peligros de antemano y la necesidad de tomar las debidas precauciones. Más tarde en sus carreras profesionales, como químicos o cualquier otra, los estudiantes pueden encontrar retos presentados por las regulaciones estatales o federales. Este volumen enfatiza ciertos aspectos del trabajo en laboratorios químicos que involucran regulaciones desarrolladas bajo el Acta de Conservación y Rescate de Recursos (Resource Conservation and Recovery Act-RCRA); Acta de la Respuesta Comprensiva del Medio Ambiente, de Compensación y de liabilidad (Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act-CERCLA); y el Acta de Salud y Seguridad Ocupacional (Occupational Safety and Health Act). Sin embargo, la prevención de accidentes, no las regulaciones, es el componente esencial en todas las operaciones que se lleven a cabo en un laboratorio.

“Realizar los procedimientos con seguridad no es solamente la manera correcta de trabajar, es la única manera de hacerlo”.

Este manual provee una base de la cual se pueden desarrollar procedimientos y políticas de seguridad individuales. Es un buen punto de comienzo para entender la prevención de accidentes; información más detallada puede encontrarse en las referencias que se encuentran en el Apéndice 1. La mayoría del material presentado es el resultado de muchos años de conocimiento práctico por parte de los miembros del Comité de Concejales en Aspectos de Seguridad Química asociado a la Junta de Directores de la Sociedad Americana de Química con la información que se encuentra en las fuentes reguladoras.

1. SU RESPONSABILIDAD EN LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

La prevención de accidentes es responsabilidad de todos los que trabajan en el laboratorio y por lo tanto es necesaria la cooperación activa de cada uno. La seguridad debe ser lo más importante para usted y para su instructor de laboratorio. Todos son responsables por la prevención de accidentes, especialmente usted, que es la persona que lleva a cabo los procedimientos de laboratorio. Los accidentes casi siempre ocurren debido a:

- Actitudes de indiferencia
- No utilizar el sentido común
- No seguir las instrucciones y como consecuencia cometer errores

Cualquiera puede llegar a ser víctima de sus propios errores o de errores cometidos por otros. Por esto, si algún compañero señala que usted está haciendo algo mal debería agradecerle, porque podría estar salvando su vida. Por lo tanto si alguna otra persona está cometiendo un error es su deber informarle de inmediato. La responsabilidad en el laboratorio también recae sobre el Asistente de Laboratorio, por lo que éste debe ser informado de cualquier irregularidad y estar al tanto de cualquier acción insegura.

Usted debe tomar un rol activo, participe en las prácticas para prevenir accidentes. Para que todos podamos prevenir accidentes en el laboratorio se deben seguir las siguientes reglas de seguridad:

- Seguir las reglas de seguridad minuciosamente
- No jugar bromas en el laboratorio
- Familiarizarse con la localización y con el uso del equipo de seguridad (salidas, duchas, lavatorio de ojos y otros)
- Antes de entrar al laboratorio debe estar familiarizado con los peligros de las sustancias químicas a utilizar. Asegúrese de que puede seguir las precauciones de seguridad que lo protegen a usted y a los demás de los peligros.
- Familiarizarse con los peligros de los aparatos que se van a utilizar y a las operaciones a desempeñar. Aprenda lo que se puede hacer y lo que debe evitar hacer. Siga siempre las siguientes precauciones de seguridad.

Protección Personal

1.1.1 Protección de los ojos

Todos en el laboratorio, incluyendo a los visitantes, deben utilizar lentes de protección contra salpicaduras "splash goggles" (no usar lentes de seguridad inapropiados ni anteojos o espejuelos) todo el tiempo, sin importar que no estén realizando ninguna parte del procedimiento. Los lentes normales recetados proveen protección apropiada



para los ojos, a pesas de que cumplen con los estándares de la administración de drogas y Alimentos de los estados Unidos para la resistencia de impactos¹. Nunca confie en ese tipo de lentes como protección en un laboratorio. El tipo de lentes de seguridad utilizados va a depender de las circunstancias de trabajo. Los lentes de contacto no proveen ninguna

¹La prueba estándar para impacto-resistencia para los lentes recetados, que no son gafas de seguridad, se describe en 21 CFR (Code of Federal Regulation) 801.410(d)(2).

protección contra una salpicadura. En la figura se pueden observar un ejemplo de lentes de protección adecuados contra salpicaduras. Se deben usar los lentes de protección aún cuando se utilicen lentes de contacto.

Si se va a trabajar con sistemas de baja presión, cuando existe cualquier otro potencial de reacciones dinámicas, riesgo de implosión o salpicaduras frecuentes, se deben utilizar, además de los lentes de protección, una máscara protectora suficientemente grande para que cubra el cuello y las orejas.²

Vestimenta

La ropa utilizada en el laboratorio debe proteger tanto de salpicaduras como de derrames, debe ser fácilmente removible y resistente al fuego. Una opción que es barata pero satisfactoria es el uso de delantales "aprons" no inflamables y poco porosos. Si se utiliza una bata de laboratorio, ésta no deben tener botones sino cualquier tipo de broches fáciles de abrir para que pueda ser removible fácilmente. En el laboratorio se debe utilizar zapatos totalmente cerrados y que sean de cuero o cuero sintético. No se debe aceptar el uso de sandalias o cualquier zapato que deje piel al descubierto, zapatos hechos con tela en la parte superior o de tacón alto. Se deben usar pantalones largos. El uso de pantalones o faldas cortas es un riesgo de exposición a sustancias corrosivas innecesario. Debe utilizar el pelo largo recogido. No se debe usar joyería, ésta puede ser dañada por alguna salpicadura o por vapores corrosivos. Además, las sustancias químicas se pueden acumular entre la joyería y la piel por lo que el contacto se hace más prologado. También el uso de joyería puede incrementar el riesgo de contacto con alguna fuente de electricidad. Otro riesgo es que la joyería podría llegar a caer dentro de algún equipo provocando un accidente.

Guantes

Los guantes son una parte muy importante de la protección personal. Su instructor debe indicar cuando su uso es apropiado o necesario. Se pueden encontrar muchas variedades de guantes, en tamaños y en materiales de los que están hechos (látex, neopreno, caucho, etc.). Su selección va a depender del uso que se les va a dar, por ejemplo los guantes de tela son demasiado porosos y por eso no son adecuados para el uso de sustancias químicas. Las personas alérgicas al látex no deben utilizar estos guantes. Los de cuero pueden proteger contra objetos fríos o calientes, pero no protegen hacia las sustancias químicas peligrosas. Los guantes de cuero pueden contaminarse fácilmente con sustancias químicas.

Utilice los guantes correctamente; antes de colocarse unos guantes debe revisar que no tengan agujeros. Para evitar dispersar compuestos químicos inconscientemente, una vez terminado el trabajo deben remover los guantes antes de abandonar el área de trabajo y antes de sostener cualquier cosa tales como teléfonos, perillas de puertas, libros de texto, cuadernos de laboratorio, etc. que puedan contaminarse con las sustancias químicas utilizadas en el laboratorio.

Es importante estar consciente de que ningún material va a proveer una protección permanente. Eventualmente, los líquidos pueden percolarse al guante. Hay ciertos guantes que con algunos líquidos, pueden percolarse en pocos minutos. Por esto, es necesario conocer los valores de la permeabilidad del material respecto al compuesto

²La combinación de estos tres-protector para la mesa de laboratorio, lentes de seguridad y una máscara protectora para la cara-no proporciona suficiente protección para ninguna explosión, sólo para aquellas que son muy pequeñas.

tóxico que se va a manejar. Esto es Debido a que la permeabilidad del material con que está hecho el guante puede variar con el fabricante, debe referirse a la información provista por el fabricante del guante para guías específicas. Si la sustancia química se difunde a través del guante, ésta quedará entre su piel y el guante y usted puede recibir mayor exposición que si no utilizara guantes.

No deben reusar guantes que hayan sido contaminados ya que no se pueden limpiar de una forma total, deben desecharse de una forma adecuada como desechos peligrosos según le indique su instructor. Pero si el guante continúa limpio puede ser reutilizado.

Protocolo Del Laboratorio

Los laboratorios deben ser un lugar serio de estudio y de trabajo. Ni los juegos ni las bromas deben ser tolerados. Variaciones de los procedimientos, como el cambio de reactivos, como variar las cantidades de éstos, son peligrosas. Pregunte a su instructor antes de hacer algún cambio. Alteraciones al procedimiento sólo pueden hacerse bajo el conocimiento y con la aprobación de su instructor.

Los visitantes en el laboratorio

Todos los visitantes, sin importar la razón de su visita, deben utilizar lentes de protección. Todos los químicos o científicos que visiten un laboratorio deben acatar las normas de seguridad. Otros visitantes como los amigos, los familiares, particularmente niños, no están conscientes de los peligros y pueden cometer involuntariamente algún acto que atente contra la seguridad. Su instructor debe aprobar la visita antes de que ésta pueda entrar al laboratorio.

Sobre el comportamiento en el laboratorio

Como estudiante su labor para aprender incluye la tarea de prevenir accidentes cuando se trabaja en un laboratorio. Para cumplir con la responsabilidad de velar por su seguridad y con la de los demás en el laboratorio, hay una serie de normas a seguir:

- Siempre utilice los lentes de protección cuando se esté trabajando con sustancias químicas o equipo, sea usted el que esté trabajando o algún compañero que se encuentre cerca.
- Conozca de antemano los peligros de los compuestos con los que se va a trabajar.
- Vestimenta apropiada (utilice bata, no debe usar: pantalones o faldas cortas, zapatos de tacón, zapatos abiertos, sandalias o zapatos hechos de tela).
- Recoja el pelo largo y la ropa muy floja.
- Siempre lave las manos y los brazos con jabón al salir del laboratorio. No lave la ropa que pueda estar contaminada junto con ropa normal de vestir.
- Nunca trabaje solo en el laboratorio.
- No se puede preparar o almacenar bebidas o comida ni tan siquiera momentáneamente en el laboratorio. Nunca consuma ninguna bebida o alimento mientras está trabajando en el laboratorio.
- No se puede mascar chicle o tabaco. No se debe aplicar cosméticos o fumar en el laboratorio. Recuerde que los cosméticos y el tabaco que tengan su envoltura abierta pueden absorber sustancias químicas.
- No utilice las batas en áreas donde se esté consumiendo comida.
- Nunca pipetee con la boca. Utilice siempre una pipeta y un bulbo de succión.
- No puede manipular los lentes de contacto en el laboratorio, a no ser que sea para

removerlos y poder usar el lavatorio de ojos en caso de una emergencia.

- Nunca debe hacer experimentos no autorizados.
- Cuando se mueva dentro del laboratorio anticipe el movimiento de sus compañeros. Si se llega a tropezar o caer llevando cristalería o sustancias químicas trate de lanzarlas lejos de usted y de los demás.
- Nunca debe sacar sustancias químicas del laboratorio sin autorización.
- Mantenga los compuestos químicos y el equipo lejos del borde de la mesa de trabajo.
- No juegue o haga bromas en el laboratorio.
- Reporte a su instructor las violaciones de las normas de seguridad en el laboratorio. Con esto puede estar salvando su propia vida y la de sus compañeros.

Mantenimiento y limpieza del laboratorio

En los laboratorios y en todos sitios, el mantener las cosas limpias y organizadas generalmente determina un ambiente más seguro. Hay que evitar riesgos o peligros innecesarios dejando las gavetas cerradas mientras se esté trabajando. Nunca debe almacenar material, especialmente sustancias químicas en el piso, ni siquiera por un tiempo corto. Mantenga el espacio de trabajo y las áreas de almacenamiento libre de cristalería rota, sobrantes de sustancias químicas o papeles usados. Mantenga los pasillos libres de obstrucciones tales como sillas, cajas y envases de desechos químicos. Evite peligros de resbalar con derrames de líquidos, hielo, tapones, perlas de ebullición, agitadores de vidrio o cualquier otro objeto pequeño. Siga las instrucciones que se le indiquen para disponer de los desperdicios químicos.

Limpieza de la cristalería

Limpie la cristalería sucia en la pila del laboratorio o en el aparato para limpiar cristalería. Para la limpieza de la cristalería debe utilizar agentes limpiadores que sean amigables al ambiente, como jabones o detergentes. Utilice agua caliente si hay la posibilidad de hacerlo. Si es necesario, utilice para lavar algún material medianamente abrasivo. Cuando lave la cristalería use los guantes apropiados. Utilice cepillos de tamaño y flexibilidad adecuada. Debe evitar que se acumule cristalería en la pila. Por lo general el espacio alrededor de la pila es pequeño y el acumular cristalería en esa área puede provocar que se rompa o quiebre. Tenga en cuenta que si el agua en donde coloca la cristalería está turbia, puede estar escondiendo un vidrio quebrado. Si llegara a quebrarse algo en la pila vacíela completamente y remueva la cristalería con guantes anti cortaduras. Para evitar que la cristalería se rompa se debe tener una rejilla de plástico que cubra todo el fondo de la pila sin tapar los drenajes.

No debe utilizar agentes limpiadores fuertes como ácido nítrico, ácido crómico, ácido sulfúrico o agentes oxidantes fuertes a no ser que sea indicado por el instructor, y aún así, sólo si se cuenta con el equipo protector adecuado. Se han reportado muchos accidentes relacionados al uso de soluciones limpiadoras tales como mezclas de ácido crómico con ácido sulfúrico. No debe usar disolventes inflamables a no ser que el instructor se lo indique.

Inhalación de vapores químicos

Algunas personas piensan que si pueden oler una sustancia química ésta les va a generar un daño, pero esto no es necesariamente cierto. Pero sí, es cierto que si uno puede sentir el olor de una sustancia química quiere decir que la está inhalando, aunque hay sustancias peligrosas que no tienen olor, otras sustancias hacen que no

funcione el sentido del olfato y otras que no pueden ser detectadas por el olfato a las concentraciones que son nocivas y también hay algunas que aún con un olor fuerte no tienen ningún efecto tóxico si se inhalan. Por estas situaciones, la presencia de un olor no es indicador de que haya peligro y la ausencia de éste no indica tampoco que el ambiente sea completamente seguro.

Muchas sustancias que tengan o no olor pueden ser peligrosas si sus vapores, polvo o aerosol se inhala. Por esto es necesario que los reactivos estén bien etiquetados o rotulados ya que el fabricante debe especificar en la etiqueta que hay peligro si estos son inhalados, o más importante aún, el laboratorio debe contar con las respectivas Hojas de Seguridad (Más adelante se provee una descripción detallada sobre los mismos) de los reactivos donde esta información debe estar presente.

Si se conoce que los vapores o el polvo de la sustancia son nocivos por inhalación se debe usar la capilla o extractor (refiérase a la sección de capillas o extractores).

Destilaciones

Una destilación es un método de separación y de purificación utilizado en el laboratorio y en la industria. Presenta posibles peligros como elevaciones abruptas de la presión en el sistema (que pueden causar explosiones), uso de materiales inflamables, iniciación de reacciones exotérmicas descontroladas (que pueden llevar a explosiones) y el uso de fuentes de calor para vaporizar los líquidos. Hay aparatos diseñados para realizar diferentes tipos de destilación: a presión atmosférica, bajo atmósfera inerte, a presión reducida o por arrastre con vapor.

Es importante que el diseño y la construcción del sistema de destilación sean adecuados para poder realizar la separación efectivamente y evitar derrames que puedan iniciar fuegos o contaminar el área de trabajo. Es recomendable mantener burbujeo moderado durante la destilación y evitar que pueda salpicar o llegar a desajustar el equipo o causar cualquier otro daño, el uso de núcleos de ebullición o perlas de vidrio (cuando se trabaja a presión atmosférica) o utilizar una pastilla de agitación. La agitación magnética en la mezcla de destilación es una manera de prevenir salpicaduras.

También, los núcleos de ebullición o perlas de vidrio pueden ser efectivos para las destilaciones que se llevan a cabo a presión atmosférica. Utilice núcleos de ebullición o perlas de vidrio para hervir líquidos que no tienen agitación magnética. No añada núcleos de ebullición o perlas de vidrio mientras el líquido está en ebullición, esto provocaría un burbujeo muy fuerte que puede provocar salpicaduras peligrosas. Otra alternativa a los núcleos de ebullición o perlas de vidrio es utilizar tubos de vidrio cortos que tienen un extremo sellado. Antes de comenzar su destilación, coloque el tubo con el extremo abierto hacia abajo en una orientación vertical dentro del líquido a calentarse. Si la destilación se detiene y si posteriormente es necesario reiniciar la destilación, es necesario colocar otro tubo, o remover el original, drenar el líquido que tenga y colocarlo nuevamente en el líquido.

La fuente de calor es un factor importante en la prevención de accidentes cuando se está llevando a cabo una destilación. Se pueden usar calentadores de cerámica, agua caliente, un baño de algún líquido no inflamable o una manta eléctrica. Antes de destilar debe revisar que los calentadores o manta eléctrica no tenga roturas o distorsiones en el material que las recubre. No utilice mantas eléctricas que estén defectuosas. El aceite de silicón o cualquier otro aceite de alto punto de ebullición pueden ser utilizados para calentar en un calentador de cerámica.

Normalmente los calentadores de cerámica no son a prueba de chispas, asegúrese de que estén rotulados. Cuando destile un líquido inflamable, no utilice un calentador de cerámica, a menos de que esté seguro que sea a prueba de chispas. En ocasiones las destilaciones pueden salirse de control. Cuando ocurre esto debe removerse la fuente de calentamiento. Siempre sujete el aparato de destilación de un lugar separado a la fuente de calentamiento, de manera tal que la fuente de calor pueda ser removida fácilmente si fuera necesario .

Es importante controlar un termómetro en el centro del frasco de destilación para alertar de cualquier reacción exotérmica. Para prevenir estas reacciones debe limitar la temperatura a la indicada en el procedimiento que usted está siguiendo.

Nunca destile hasta sequedad a no ser que esté seguro que el líquido no contiene peróxidos. La mayoría de los éteres, incluyendo éteres cíclicos, forman peróxidos explosivos al exponerse al aire y a la luz. Muchos alcoholes, hidrocarburos insaturados y otros reactivos también tienden a formar peróxidos. Refiérase a la sección de formadores de peróxidos.

Extracciones

Las extracciones pueden presentar un riesgo debido a aumentos de presión al utilizar disolventes volátiles y una fase acuosa inmisible. Los embudos de separación que se utilizan en los procedimientos de laboratorio son particularmente susceptibles a problemas con los tapones o con las válvulas que pueden salirse y causar un derrame de líquidos. Si se genera mucha presión es posible que el embudo se quiebre.

Debe usar correctamente los embudos de separación, si tiene una llave de vidrio hay que asegurarse que se encuentre lubricada (si es de teflón no es necesario engrasar o lubricar la llave). Es importante que si la fase a extraer está caliente debe dejarse enfriar antes de proceder con la extracción.

Si va a utilizar un disolvente muy volátil (como por ejemplo éter), debe dejarlo un tiempo sin el tapón puesto antes de continuar, para que algo del disolvente se vaporice y expele al aire. Después de cerrar el embudo e invertirlo, sosteniendo adecuadamente el tapón, debe abrir inmediatamente la llave para que libere el aire y el vapor. Haga esto con sus manos y agarre firmemente entre sus dedos el extremo del tapón de modo tal que no se pueda salir.

No debe ventilar el embudo de separación cerca de una llama o cualquier fuente de ignición. Al abrir la llave del embudo nunca apunte hacia usted o hacia alguna persona, preferiblemente debe apuntar los vapores hacia la capilla o extractor. Luego cierre la válvula, invirtiendo el embudo de separación todo el tiempo, agite e inmediatamente abra la válvula para ventilar el aire y el vapor. Repita según sea necesario, siguiendo el procedimiento de ventilación. Si tiene que hacer una extracción con un embudo de 1 litro y un disolvente muy volátil la presión ejercida será mucha, por lo que probablemente no se pueda mantener el tapón cerrado. En este caso se debe considerar la opción de hacer varias extracciones utilizando un embudo pequeño.

Refrigeradores

Los refrigeradores utilizados para almacenar compuestos químicos deben ser rotulados para ese uso y deben ser a prueba de explosiones. No se deben usar refrigeradores de casa para almacenar sustancias químicas.

Las sustancias químicas que se almacenan en un refrigerador deben ser colocados en

bandejas especiales para derrames, éstas deben tener bordes lo suficientemente altos como para contener posibles derrames. Los reactivos a ser guardados deben estar sellados y si es posible con doble empaque. Además deben estar adecuadamente etiquetados, de forma legible, con nombre de la sustancia, la fecha en que se puso en el refrigerador y el nombre de la persona que lo colocó. Así se pueden desechar las sustancias que se pueden considerar desechos después de un período determinado.

Se deben almacenar materiales radioactivos solamente en refrigeradores diseñados para este uso, que puedan ser asegurados e identificados para distinguirlos de los otros.

Bajo ninguna circunstancia debe almacenar comida en los refrigeradores para sustancias químicas o materiales radioactivos.

Disposición de los desechos

El manejo apropiado de subproductos de reacciones, de desechos químicos y de materiales contaminados (guantes, cristalería quebrada, batas contaminadas), es uno de los elementos más importantes en la prevención de accidentes. Cada estudiante es responsable de asegurarse que estos desechos sean manipulados de una forma que minimice los peligros personales y reconozca el potencial para contaminar el medio ambiente.

Usualmente como parte del procedimiento se indica las formas de cómo neutralizar o desactivar los productos secundarios o desechos químicos que se van a disponer. También su instructor le indicará las instrucciones a seguir para utilizar los contenedores que usualmente son específicos para los diferentes desechos. Siempre debe manejar los desechos siguiendo las indicaciones del instructor.

Guía general para el manejo de desechos

- Si se va a desechar algo, debe colocar cada tipo de desecho en su respectivo contenedor.
- Nunca debe desechar nada en la pila a no ser que el instructor lo autorice y esté permitido por las autoridades locales reguladoras. Por ejemplo: agua y disoluciones acuosas diluidas de cloruro de sodio, azúcar, jabón, podrán ser desechadas por la pila.
- Debe colocar el papel contaminado aparte del papel sin contaminar. El papel toalla utilizado para limpiar un derrame no debe ser desechado como papel normal, sino que debe ser tratado como desecho químico.
- La cristalería quebrada se deposita solamente en un contenedor específico. Los termómetros rotos que contengan mercurio deben ser desechados aparte.

Equipo que se deja operando solo

Las reacciones que se dejan sin atención durante toda la noche o a otro tiempo son posibles fuentes de fuegos, de derrames y de explosiones. No deben dejar equipos como agitadores magnéticos, plantillas, mantas o condensadores de agua en uso durante la noche sin tomar las debidas precauciones contra fallas y la autorización del instructor. Además deben cotejar estas reacciones periódicamente.

Debe colocar una nota donde se indique la reacción que se está llevando a cabo y sus condiciones (disolvente, temperatura máxima, reactivos, etc.).

Siempre se debe colocar una nota visible que indique los teléfonos dónde localizar al que está haciendo la reacción y al instructor. Esto es debido a que en la noche el personal de emergencias dependerá de instrucciones adecuadas e información provista.

2. Guía de Peligros Químicos

Las sustancias químicas pueden causar daño si no son manipuladas de forma adecuada. Por ejemplo, pueden ser tóxicas, *inflamables*, corrosivas o reactivas. Algunas sustancias químicas son peligrosas porque presentan una de las características descritas anteriormente, pero otras sustancias presentan más de un peligro. Cada sustancia química, incluyendo el agua³, es peligrosa por lo menos de una manera. El grado de peligrosidad varía; puede ser grande, pequeño o intermedio. Por ejemplo, tanto la gasolina como el alcohol son inflamables, pero la gasolina es mucho más inflamable que el alcohol, la gasolina presenta ignición más fácilmente y presenta mayor facilidad a quemarse violentamente o explotar que el alcohol. En todos los casos, se puede trabajar de forma segura siguiendo las medidas de precaución descritas en la etiqueta y en la hoja de seguridad. El instructor a cargo de su laboratorio puede explicar las precauciones que deben tomar en su trabajo de laboratorio.

Toxicidad

Esta discusión es una breve introducción sobre el tema de la toxicidad. Hace mucho tiempo se conoce que cualquier cosa que se ingiera en cantidades suficientes puede ser letal. En el siglo dieciséis, un cirujano militar y alquimista conocido como “Paracelso” (su nombre verdadero era Philippus Aureolus Theophrastus Bombast von Hohenheim) escribió: “¿Qué es lo que no es veneno? Todas las cosas son veneno y nada está libre de veneno. Es sólo la dosis lo que convierte algo en un no veneno.”

Cualquier sustancia puede ser dañina a los seres vivos. Pero existen relaciones complejas entre una sustancia y su efecto fisiológico en seres humanos. La mayoría de los factores incluyen la dosis (la cantidad de una sustancia a la que uno es expuesto y el tiempo de exposición), la ruta de exposición (por inhalación, ingestión, absorción a través de los ojos o la piel, o inyección) y otros factores que deben tomarse en cuenta, tales como el género, etapa del ciclo reproductivo, edad, estilo de vida, factores alérgicos, disposición genética y hasta si la víctima ha tenido un buen día o un mal día. Estos y otros factores pueden afectar la severidad de la exposición. Si no se conocen los detalles, como sucede generalmente, *es prudente actuar como si se fuera susceptible a consecuencias tóxicas serias y por lo tanto tomar las precauciones necesarias cuando se trabaja con sustancias químicas en el laboratorio.*

Los efectos tóxicos pueden ser inmediatos o retrasados, reversibles o irreversibles, locales o sistemáticos. Los efectos tóxicos varían entre leves y reversibles (un dolor de cabeza producto de una inhalación de vapores de acetato de etilo que desaparece

Sustancias Químicas Tóxicas pueden entrar al cuerpo por cuatro rutas:

Inhalación: A través del tracto respiratorio (pulmones) al respirar.

Ingestión: A través del tracto digestivo. Esto puede ocurrir por comer, masticar chicle; aplicarse cosméticos o fumar dentro del laboratorio, usar un beaker contaminado como taza para tomar café, o almorzar sin lavarse las manos después de trabajar en el laboratorio.

Absorción: A través de las aperturas del cuerpo como los oídos o los ojos, a través de heridas en la piel o hasta por piel intacta.

Inyección: A través de una cortadura con un objeto filoso contaminado. Las posibilidades incluyen mal manejo de un objeto filoso como un beaker quebrado contaminado, de un cuchillo o de una jeringa

³Desde un punto de vista, agua es el compuesto químico más peligroso que se conoce. Considerando todos los accidentes industriales conocidos que involucran reacciones químicas, aquellas que incluyen agua como un reactivo químico han causado más accidentes fatales que cualquier otra con otros compuestos químicos.

Cuando Trabaje con Sustancias Químicas en el Laboratorio

- Recuerde leer las etiquetas antes de utilizar alguna sustancia química
- Siga las precauciones recomendadas en las hojas de seguridad
- Siempre siga las instrucciones de su instructor

cuando la víctima inhala aire fresco) hasta serios e irreversibles (defectos de nacimiento producto de una exposición a un teratógeno durante el embarazo o cáncer por una exposición prolongada a una sustancia cancerígena).

Algunos detalles importantes sobre efectos tóxicos son:

- **Envenenamiento Agudo:** Caracterizado por una asimilación rápida de una sustancia⁴. Frecuentemente, pero no siempre, el efecto es repentino y doloroso o severo y fatal. Normalmente, se da por una única exposición. Ejemplos pueden ser el monóxido de carbono o el envenenamiento por cianuro.
- **Envenenamiento Crónico:** Caracterizado por una exposición repetida con una duración de meses o años. Los síntomas pueden no ser obvios de forma inmediata. Ejemplos son el envenenamiento por plomo o por mercurio o por exposiciones a pesticidas.
- **Combinación de Sustancias:** Se puede dar un efecto sinérgico. Cuando dos o más materiales peligrosos se encuentran presentes, el efecto resultante es mayor que el efecto de las sustancias individuales. Ejemplos: exposición a alcohol y a disolventes clorinados. Lo opuesto también es posible; dos sustancias venenosas pueden contrarrestar sus efectos, esto se conoce como el efecto antagonístico. Ejemplo: cianuro y nitrito de amilo.
- **Alergénico:** Son agentes que producen reacciones inmunológicas y se pueden encontrar en el laboratorio. Síntomas que se asemejan a los del asma o dermatitis son reacciones alérgicas típicas. No todos son susceptibles a los alérgicos. Un individuo susceptible puede no sufrir una reacción alérgica a menos que se haya sensibilizado por una exposición previa. Para algunos alérgicos, el individuo debe de ser expuesto varias veces antes de sufrir una respuesta alérgica. Comuníquese a su instructor si usted sabe o sospecha que es alérgico a una sustancia química.

Con la excepción de los alérgicos, los efectos tóxicos de la exposición a una sustancia química dependen de la severidad de la exposición. Generalmente, entre mayor sea o más frecuente la exposición, los resultados serán más severos. Como consecuencia, se puede reducir o evitar el daño si se mantiene la exposición a un mínimo. En la próxima sección se explica cómo.

Límites de exposición

Sustancias químicas tóxicas pueden causar daño si son ingeridas. Por lo tanto, no coma ni tome nada que se encuentre en el laboratorio y no ponga sus manos o dedos en la boca durante el tiempo que permanezca en el laboratorio. Una sustancia química tóxica también puede entrar al cuerpo por otras vías. Hasta que no se haya lavado las manos al abandonar el laboratorio, mantenga sus manos alejadas de sus ojos, orejas y nariz. Mantenga sus manos alejadas de cualquier herida, u otros lugares donde la piel se ha dañado. Si es necesario utilizar agujas o manipular vidrio quebrado, tenga mucho cuidado para evitar punzarse la piel o cortarse.

⁴Estrictamente, una exposición aguda es una exposición a una sustancia tóxica que dura 24 horas o menos; una exposición crónica es una exposición repetida que ocurre por un período de duración de tres meses o más. Exposiciones repetidas que ocurren por un período menor de un mes son llamadas exposiciones sub-agudas, y aquellas que duran de uno a tres meses se les llama exposiciones sub-crónicas.

Algunas sustancias químicas tóxicas pueden ser absorbidas directamente por medio de la piel intacta. Si éste es el caso, tanto la etiqueta como la Hoja de Seguridad advertirán sobre este riesgo. Para tales sustancias químicas, asegúrese de utilizar guantes que sean impermeables a la sustancia química, deseche los guantes en la forma en que su instructor lo indique después de haberlos usado. Lávese bien las manos después de haberlos desechado.

Si usted derrama una sustancia química sobre su piel o sobre su ropa, lávese con mucha agua de inmediato. Lávese siempre las manos antes de salir del laboratorio.

Sólo existe otra ruta en la que usted puede ser expuesto a una sustancia química tóxica: y ésta es respirándola. Todos nosotros respiramos y por lo tanto podríamos inhalar vapores, polvo y partículas que se encuentran en el aire del laboratorio. Usted se encuentra en el laboratorio sólo unas horas cada semana y si su instructor se asegura que las concentraciones de vapores tóxicos, polvo y partículas se mantengan por debajo del límite de exposición permisible (Permissible exposure limit-PEL) y valor límite del umbral (Threshold limit value-TLV), es muy posible que usted no se vea afectado por una exposición por inhalación. El significado de estos términos será explicado más adelante.

Fuentes de Información

Hojas de Seguridad (MSDS)

La administración de salud y seguridad ocupacional de los Estados Unidos (OSHA) ha definido una sustancia química peligrosa como cualquier químico que represente un peligro bajo uso normal o en una emergencia (casi todas las sustancias químicas han sido catalogadas como peligrosas por la OSHA). La Hoja de Seguridad (MSDS) para una sustancia química peligrosa describe su peligrosidad y las precauciones que se deben tomar para evitar algún daño. La OSHA exige que los empleadores o patronos suministren y tengan disponibles las Hojas de Seguridad de sustancias químicas peligrosas en las instalaciones para cualquier trabajador que las solicite. A pesar de que los estudiantes generalmente no son empleados, la mayoría de las instituciones educativas les proveen Hojas de Seguridad; una Hoja de Seguridad puede ser educativa, a pesar de que algunas son difíciles de entender⁵.

La OSHA no requiere o prefiere un formato particular o un orden de presentación de tópicos para una Hoja de Seguridad. OSHA sólo exige que la Hoja de Seguridad sea en inglés y que incluya:

- El nombre de la sustancia química peligrosa (si es una mezcla, los nombres de los componentes peligrosos presentes a 1% o niveles mayores-0.1% si el componente es cancerígeno)
- Algunas de las propiedades físicas y químicas de la sustancia química (presión de vapor, punto de ebullición, densidad)
- Los peligros físicos de la sustancia química (si puede incendiarse o explotar)
- Los peligros a la salud de la sustancia química (si es corrosivo, irritante, dañino para los riñones y cómo puede entrar al cuerpo [rutas de entrada como por ejemplo: inhalación o ingestión])
- Los PEL y TLV establecidos (ver la sección "entender una Hoja de Seguridad")

⁵Usted puede estudiar el Perfil de Información para el Laboratorio Químico (CLIP-Chemical Laboratory Information Profile) para un compuesto químico antes de tratar de entender la Hoja de Seguridad (MSDS) de ese compuesto químico. Los CLIP están redactados en Inglés sencillo y son publicados por el "Journal of Chemical Education"

- Si la sustancia química puede causar cáncer como lo determinan ciertas autoridades (Programa Nacional de Toxicología)
- Las precauciones a tomar cuando se esté utilizando la sustancia química
- Las medidas de control, prácticas laborales y equipo protector personal que se deben utilizar
- Procedimientos de emergencia y de primeros auxilios
- Fecha de preparación o la fecha de revisión
- El nombre y dirección de la casa que manufactura la sustancia química

Una hoja de seguridad se divide en diferentes secciones, en la cuales discute los tópicos que OSHA requiere. Estas secciones típicamente son: identificación del producto, componentes peligrosos, propiedades físicas, información sobre peligros a la salud, datos sobre peligros de fuego o explosión, datos sobre reactividad, equipo protector que debe utilizarse, procedimientos en caso de derrames o salpicaduras, información especial, o cualquier otra precaución o comentario. El orden de estas secciones y el contenido puede variar con el manufacturero. Algunos manufactureros de sustancias peligrosas utilizan el formato para la hoja de seguridad siguiendo el formato establecido por el Instituto Nacional Americano de Estándares (American National Standards Institute-ANSI), conocido como ANSI Z400.1, que es un estándar voluntario. Otros manufactureros prefieren diferentes formatos.

Entender una Hoja de Seguridad

Al intentar leer y entender una Hoja de Seguridad, usted podrá encontrar los siguientes comentarios útiles. Los términos dados a continuación se utilizan en muchas Hojas de Seguridad. El leer estas descripciones puede ayudarle a entender mejor una Hoja de Seguridad.

Número de registro CAS. El Servicio de Chemical Abstracts (CAS) de la Sociedad Americana de Química (ACS) le asigna un número único a cada sustancia química conocida, descubierta o sintetizada, llamado el número de registro CAS.

Límite de Techo (Ceiling limit). Algunas sustancias químicas muy peligrosas se caracterizan por un límite de techo además de su límite permitido de exposición (PEL) y el valor límite del umbral (TLV). El límite de techo es una concentración en partes por millón (ppm) o miligramos por metro cúbico (mg/m³) que no deben ser excedidos en un periodo específico de tiempo, generalmente 15 minutos.

Nombre Químico. Generalmente se proporciona el nombre dado por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) o el número químico CAS, pero se puede dar un nombre común para la sustancia química (como por ejemplo: glicol de etileno es aceptado en vez de su nombre IUPAC correcto; 1,2-etanodiol)

Composición de Mezclas. Incluye todos los componentes peligrosos en concentraciones mayores de 1% y todos los cancerígenos en concentraciones mayores a 0.1%.

Medidas de Control. Da una lista de ropa protectora, guantes y equipo protector respiratorio. Si el material debe ser manipulado en una capilla o extractor de laboratorio o con ventilación extra, todas estas recomendaciones vienen dadas en esta sección.

Datos sobre Peligro de Fuego y Explosión. La información en esta sección generalmente incluye lo siguiente:

Punto de ignición. La temperatura mínima a la que el vapor de una sustancia química sufre ignición por una llama cuando la sustancia química se calienta lentamente en un equipo especial. Existen varios métodos para establecer el punto de ignición; el método

utilizado debe ser especificado, pero generalmente esto no es así.

Temperatura de autoignición. La temperatura mínima a la que una sustancia química sufre ignición espontánea en el aire.

Límites de inflamabilidad. Todas las sustancias químicas inflamables poseen una concentración de vapor mínima y máxima en el aire, por debajo o por encima de la cuál no pueden sufrir ignición. Los límites de inflamabilidad son valores aproximados⁶ que se expresan como un porcentaje por volumen de aire, generalmente a presión atmosférica y a temperatura ambiente. Conforme la temperatura aumenta, el límite inferior de inflamabilidad decrece y el límite superior de inflamabilidad aumenta; aumentos en la presión también pueden producir una disminución en el límite inferior de inflamabilidad y un aumento en el límite superior de inflamabilidad.

Primeros Auxilios. Describe los procedimientos de emergencia para primeros auxilios. Debe asegurarse que pueda llevar a cabo los primeros auxilios en forma apropiada, de lo contrario, permita que una persona capacitada pueda proveer la ayuda necesaria. Mientras tanto, usted puede llamar a la ambulancia si es necesario.

Datos de Peligro a la Salud. Esta sección incluye uno de los siguientes enunciados:

LD50 (dosis letal cincuenta). Esta es la dosis sencilla que es letal (generalmente por ingestión) en miligramos de sustancia química por kilogramo (mg/kg) por peso animal de la sustancia química que se espera que mate a un 50% de la población animal en estudio en un período específico de tiempo.

LC50 (concentración letal cincuenta). Es la concentración de una sustancia química en el aire expresada como ppm para gases y para vapores o como miligramos de material por litro (mg/L) de aire para polvo y para partículas que se espera maten al 50% de una población animal por inhalación en estudio en un tiempo específico.

Límite de Exposición Permitido (PEL). Este número es la concentración de una sustancia química en el aire expresada en unidades de ppm o mg/m³. Este número es establecido por OSHA después de haber sido consultado con médicos, científicos, uniones laborales y manufactureros como la concentración máxima en el aire que se respira y que puede ser inhalado sin peligro por un trabajador adulto durante 8 horas al día, 40 horas a la semana, presumiendo que la persona con salud promedio.

Propiedades Químicas y Físicas. Esta sección generalmente incluye alguno de los siguientes términos:

Punto de Ebullición. Este valor se expresa tanto en grados Celsius o Fahrenheit, generalmente a presión atmosférica pero (de indicarse) puede ser a presión reducida.

Punto de Fusión. Puede estar dado en grados Celsius o Fahrenheit.

Presión de Vapor. Generalmente en Torr a una temperatura especificada o a temperatura ambiente si la temperatura no se especifica.

Gravedad Específica. Densidad con respecto al agua a una temperatura específica o (si no es especificada) temperatura ambiente.

Solubilidad. El valor dado es la solubilidad aproximada en agua y es a temperatura ambiente a menos que se indique lo contrario.

Apariencia y Olor. Líquido, sólido o gas (a temperatura ambiente); color, cristalino o amorfo, con olor o no y otras características.

Razón de Evaporación. Relativo a acetato de n-butilo u otras sustancias volátiles.

⁶Los límites de inflamabilidad son determinados por unas medidas en un laboratorio bajo condiciones controladas. Generalmente, las condiciones bajo las cuales se determinan estos valores de límites de inflamabilidad de un líquido sólo se aproximan al valor real de los límites de inflamabilidad bajo las condiciones de laboratorio existentes actualmente.

Precauciones para Derrames y su Limpieza. Esta sección describe los procedimientos para una limpieza apropiada de un derrame. En esta sección se describen métodos de disposición apropiados, incluyendo cuando un material puede ser enviado al rellenos sanitarios o a alguna otra facilidad aprobada por EPA.

Reactividad. Algunas sustancias químicas reaccionan de forma vigorosa con otras sustancias químicas, algunas son autorreactivas y otras son inestables y se descomponen vigorosamente al ser perturbadas. La reactividad incluye todas estas características. La reactividad de una sustancia química es especificada en su Hoja de Seguridad.

Límites de Exposición a Tiempo Corto (STEL). Este número es la concentración en ppm o mg/m³ que no deben de ser excedidos por más de un período de tiempo corto (usualmente 15 minutos). Si las medidas indican que la concentración de la sustancia química excede este límite por un período de tiempo mayor al especificado, la TWA no se puede utilizar y las PEL y TLV han sido violadas.⁷

Órgano Objetivo. El nombre de un órgano u órganos (riñones, hígado, piel, ojos, etc.) o sistema u sistemas (sistema respiratorio, sistema nervioso central, etc.) que pueden ser afectados por una sobre exposición a una sustancia química.

Promedio medido en el tiempo (TWA). En la práctica, la exposición de los trabajadores debe de ser medida y promediada durante un día de 8 horas. Si el TWA no excede los PEL y TLV para un trabajador, entonces el o ella no puede sufrir ningún daño. Es posible que para uno o más períodos cortos durante el día de trabajo, el PEL y el TLV pueden ser excedidos a pesar de que el TWA no es excedido; en tal caso es necesario revisar el STEL.

Valor límite del umbral (TLV). Este número es un límite de concentración. Es parecido al PEL, a pesar de que fue establecido por la Conferencia Americana Gubernamental de Higienistas Industriales (ACGIH) en lugar de la OSHA. La ACGIH renueva su lista de TLV cada año, mientras que el PEL raramente es revisado. La lista de sustancias químicas para las cuáles el TLV ha sido establecido incluye todas las sustancias químicas para las cuáles se ha establecido un PEL, además de algunos otros. Algunos de los límites de TLV para una misma sustancia química difieren numéricamente de los límites de PEL. El límite PEL es un límite legal; el TLV es un límite recomendado voluntariamente. Debido a que los límites de TLV son sujetos a una revisión frecuente, la mayoría de las autoridades opinan que para proteger contra la exposición, uno debería de apoyarse en los límites de TLV en lugar de los límites de PEL.

Peligro significa que los peligros pueden causar lesiones serias (ceguera, pérdida de una extremidad) o la muerte.

Advertencia significa que un peligro puede causar lesiones menos serias.

Precaución advierte al usuario las precauciones a seguir al utilizar, manipular o guardar las sustancias químicas.

Etiquetas o Rotulaciones

Casi todas las etiquetas que tienen las botellas de las sustancias químicas que usted utiliza cumplen con los requisitos de la edición actual voluntaria de Estándar para Sustancias Químicas Industriales Peligrosas ANSI-Rotulación sobre Precauciones, Z129.1. Este estándar requiere que la etiqueta contenga al menos la siguiente información:

- El nombre de la sustancia química en el contenedor
- Una de las tres señales, Peligro, Advertencia o Precaución, para indicar el grado relativo de severidad de las sustancias químicas peligrosas
- Los principales peligros predecibles que la sustancia química presenta cuando es uti-

⁷Otros detalles que no son pertinentes a esta discusión se describen en 29 CFR 1910.1000.

lizada en el lugar de trabajo industrial

- Las medidas de precaución que protegerán a los usuarios de los efectos dañinos
- Instrucciones de primeros auxilios si éstas pueden prevenir lesiones serias futuras antes de que una asistencia médica profesional pueda ser administrada
- Instrucciones en caso de incendio de ser aplicable
- Métodos para manipular un derrame si es apropiado
- Instrucciones si la sustancia química requiere procedimientos poco comunes para su manejo y su almacenamiento
- Nombre, dirección y número telefónico de la casa manufacturera o distribuidora

Leyendo Hojas de Seguridad y Etiquetas

Las Hojas de Seguridad y las etiquetas o rotulaciones utilizan palabras o frases como “evite el contacto”, “use con ventilación adecuada” y otras precauciones cuyo significado no siempre es obvio de forma inmediata. Vea lo siguiente para la descripción de muchas de estas frases y las precauciones que usted debe tomar.

Frases comunes utilizadas en la Hoja de Seguridad y en las Etiquetas		
Frase o Término	Descripción	Precauciones
(Puede causar) reacción alérgica en la piel	Contacto repetido y prolongado con la piel puede causar una reacción alérgica si usted es susceptible	Evite contacto prolongado y repetido. Lávese bien después de utilizar o manipular, hasta en casos en los que no hubo contacto con la piel.
(Puede causar) reacción alérgica respiratoria	Inhalación prolongada y repetida puede causar una reacción alérgica si usted es susceptible.	Use sólo en una capilla o extractor de laboratorio. No respire polvos, partículas o vapores. Mantenga el contenedor cerrado cuando no esté siendo utilizado.
Evite respirarlo (vapor, partículas, polvo)	Puede provocar daños si es inhalada.	Tenga mucho cuidado cuando utilice o manipule para evitar inhalar vapores, polvo o partículas. Mantenga el contenedor cerrado cuando no esté siendo utilizado.
Evite contacto con los ojos	Irrita los ojos y en algunos casos puede provocar ceguera. Utilice lentes de seguridad.	Si la sustancia química se introduce en los ojos, lávese inmediatamente con suficiente agua por 15 minutos mientras se llama a un médico. Si usted utiliza lentes de contacto, remuévalos mientras se lava los ojos.
Evite contacto con la piel o con la ropa	Contacto con la piel puede causar daños; si cae sobre la ropa, se puede transferir a la piel.	En caso de contacto, lávese la piel inmediatamente con agua. Remueva la ropa, zapatos, relojes, pulseras y todos los accesorios que hayan sido contaminados. Lave la ropa por separado de otras prendas de vestir, antes de volver a utilizarla. Deshágase de los zapatos contaminados, relojes o pulseras como material peligroso.
Carcinógeno	Se sospecha o se conoce que provoca cáncer.	Tenga mucho cuidado cuando use o manipule, y hágalo sólo en un lugar del laboratorio designado. No inhale los vapores y evite cualquier contacto con la piel, los ojos y la ropa utilizando equipo protector adecuado, además utilice los equipos apropiados.

Causa quemaduras (severas) en los ojos	Puede causar lesiones serias o ceguera si llega hasta los ojos.	Use lentes de seguridad y una máscara protectora. Si la sustancia química se introduce en los ojos, láveselos inmediatamente por al menos 15 minutos mientras se llama a un médico. Si se usan lentes de contacto, remuévalos mientras se lava los ojos.
Combustible	Despide vapores que se pueden incendiar bajo condiciones normales de trabajo	Mantenga el contenedor cerrado. Debido a que los vapores son invisibles y pueden viajar varios metros, mantenga a estos líquidos y sólidos alejados del calor, chispas, llamas y otras fuentes de ignición.
Corrosivo	El contacto puede destruir tejido vivo al igual que equipo.	Utilice lentes de seguridad. No respire los vapores y evite el contacto con la piel, los ojos y la ropa. Use otro equipo de protección, como una máscara protectora.
Peligro	Puede provocar efectos dañinos serios (pérdida de extremidades, ceguera, muerte) si no se toman las precauciones necesarias.	Siga las medidas de precaución especificadas en la Hoja de Seguridad y en la etiqueta. Use con mucho cuidado.
No coloque en los ojos	Puede causar irritación y hasta ceguera si llega a los ojos.	Utilice lentes de seguridad y una máscara protectora. Si la sustancia química llega hasta sus ojos, láveselos inmediatamente por al menos 15 minutos mientras se llama a un médico. Si se usan lentes de contacto, remuévalos mientras se lava los ojos.
No coloque en la piel	Puede causar daños a la piel dañada o penetrar la piel intacta.	Antes de utilizarlo, póngase guantes limpios de un material impermeable a la sustancia química. Recuerde que ningún material utilizado en la fabricación de guantes es impermeable a las sustancias químicas por períodos muy largos. Si la sustancia química logra llegar hasta su piel, lávese de inmediato.
Explosivo	Se sabe que explota bajo ciertas condiciones.	Use con cuidado. Evite impactarlo (golpearlo o botarlo), fricción, llamas y calor.
Extremadamente Inflamable	Despide vapores que se encienden muy rápidamente bajo condiciones normales de trabajo.	Mantenga los contenedores cerrados cuando no estén siendo utilizados. Debido a que los vapores son invisibles y que pueden viajar varios metros, mantenga estos líquidos y sólidos alejados del calor, chispas, llamas y otras fuentes de ignición.

(Puede ser) mortal si es inhalado.	Ha causado la muerte del 50% o más de una población de animales en estudio que han inhalado esta sustancia.	No respire el aire que contenga sus vapores, polvo o partículas de esta sustancia química. Use sólo en una capilla o extractor de laboratorio. Si usted ha sido certificado por un médico a utilizar un respirador y ha sido entrenado en su uso adecuado y mantenimiento, puede utilizar un respirador apropiado para esta sustancia química.
(Puede ser) Mortal si se ingiere	Causa la muerte si una cantidad suficiente es ingerida. Para algunas sustancias químicas muy tóxicas, menos de un gramo es una cantidad suficiente.	Manipule con mucho cuidado. Lávese las manos y limpie debajo de sus uñas antes de salir del laboratorio. Si se ingiere o si se sospecha que se pudo haber ingerido, llame a un médico de inmediato. No induzca el vómito a menos de que un médico lo indique.
Inflamable	Despide vapores que se pueden incendiarse bajo condiciones de trabajo normales.	Mantenga el contenedor cerrado cuando no lo esté utilizando. Debido a que los vapores son invisibles y pueden viajar varios metros, mantenga estos líquidos y sólidos alejados del calor, chispas, llamas y otras fuentes de ignición.
Dañino si se inhala	Ha provocado daño a animales en estudio que han sido expuestos a esta sustancia en el aire que respiran.	Evite respirar el aire que contenga esta sustancia.
Dañino si se ingiere	Puede causar náuseas, desmayos y otros daños si se ingiere	Manipule con cuidado. Lávese las manos antes de salir del laboratorio. Si se ingiere o si se sospecha que ha sido ingerido, llame a un médico. No induzca vómito a menos que el médico lo indique
Irritante	Posee un efecto irritante sobre la piel, los ojos, el tracto respiratorio, etc.	No respire los vapores, polvo, partículas y evite el contacto con la piel y con los ojos.
Mantenga alejado del calor, chispas y llamas.	Los vapores pueden explotar o incendiarse.	Mantenga el contenedor cerrado. Elimine todas las fuentes de ignición que se encuentran dentro de un radio de varios metros ante de usar o manipular esta sustancia química.
Lacrimógeno	Tiene un efecto irritante sobre los ojos y es peligroso en cantidades y pequeñas (el sólo abrir la tapa puede causar lágrimas de forma inmediata).	Sólo abra esta sustancia dentro de una capilla o extractor de laboratorio. No respire los vapores. Evite el contacto con la piel y con los ojos. Evite calentarlo.

Mutagénico	Causa daños a los cromosomas.	Maneje con mucho cuidado cuando utilice o manipule esta sustancia, además, sólo hágalo en un área designada del laboratorio. No respire los vapores y evite el contacto con la piel, los ojos, y la ropa, utilice equipo protector adecuado y los aparatos necesarios.
Oxidante	Oxida cualquier sustancia oxidable, o sea cualquier sustancia que se puede quemar, como un agente reductor, y puede provocar que se incendie.	Evite el contacto con la ropa o con los agentes reductores. Mantenga el contenedor cerrado cuando no lo esté utilizando.
Formador de Peróxidos	Forma peróxidos o hidroperóxidos cuando se encuentra en reposo, o cuando se encuentra en contacto con el aire	Muchos peróxidos son explosivos. No abra un contenedor de un formador de peróxido sin el permiso y conocimiento de su instructor. Al abrir el contenedor puede causar que el contenido del mismo explote.
Veneno	Posee efectos tóxicos muy serios en el cuerpo y en algunas ocasiones son irreversibles. Estas sustancias son peligrosas al ser inhaladas, ingeridas, o por contacto con la piel, y una cantidad suficiente puede causar la muerte. Generalmente, pero no siempre, en la etiqueta se encuentra una calavera y huesos.	Evite todo contacto con esta sustancia. Emplee cuidado extremo cuando utilice o cuando manipule y hágalo sólo en un área designada del laboratorio. No respire los vapores, y evite todo contacto con la piel, los ojos y la ropa, utilizando el equipo protector adecuado y los aparatos necesarios.
Pirofórico	Puede incendiarse espontáneamente por el contacto con el aire.	Sólo lo esponga al aire si se han tomado las medidas preventivas.
Peligro Reproductivo	Es un teratogénico o mutagénico.	Evite todo contacto con esta sustancia. Emplee cuidado extremo cuando utilice o manipule y hágalo solo en un área designada del laboratorio. No respire los vapores, y evite todo contacto con la piel, ojos y ropa, utilizando el equipo protector adecuado y los aparatos necesarios.
Sensitizador	Puede causar una reacción alérgica en una segunda, tercera o exposición posterior.	Evite la primera exposición
Piel	Una descripción de sustancias que se pueden absorber directamente a través de la piel intacta y producir efectos tóxicos.	No permita el contacto con la piel, los ojos o la ropa. En caso de contacto con la piel, lávese con agua de inmediato.

Teratógeno	Produce defectos de nacimiento y muerte fetal, puede afectar el desarrollo del feto.	Evite todo contacto con esta sustancia. Emplee cuidado extremo cuando utilice o manipule y hágalo solo en un área designada del laboratorio. No respire los vapores, y evite todo contacto con la piel, ojos y ropa, utilizando el equipo protector adecuado y los aparatos necesarios. Evite todo contacto con el cuerpo. No respire los vapores, polvo o partículas. Cuando lo utilice o lo manipule, use equipo protector adecuado.
Tóxico	Dañino para la salud cuando se inhala, se ingiere, se inyecta o está en contacto con la piel. Puede causar daño severo en un periodo corto de tiempo de exposición.	Evite todo contacto con esta sustancia. No aspire vapores, partículas o polvo. Emplee cuidado extremo cuando utilice o manipule y utilice equipo protector
Use con ventilación	Inhalar los vapores, polvo o partículas de esta sustancia química puede ser perjudicial	Mantenga la concentración de esta sustancia química en el aire que respira por debajo del PEL o el TLV (el que sea más bajo). Utilice esta sustancia química en una capilla o extractor de laboratorio, al menos que la ventilación le permita mantener la concentración de la sustancia en el aire por debajo del PEL o TLV. Si usted ha sido autorizado por un médico a utilizar un respirador y ha sido entrenado en su uso y mantenimiento adecuado, puede utilizar un respirador apropiado.

Propiedades de las Sustancias Químicas

Además de información sobre aspectos de seguridad, las Hojas de Seguridad brindan otra información útil. Usted puede aprender sobre solubilidad, volatilidad, y otras propiedades y sobre cómo los fabricantes clasifican las sustancias químicas. Las posibilidades sólo son limitadas por el tiempo y por la energía que usted desee gastar en estudiar los detalles que contiene una Hoja de Seguridad.

Aprendiendo química de una Hoja de Seguridad (MSDS)

La información práctica encontrada en la sección de reactividad en un MSDS puede ser útil cuando se planifica un procedimiento experimental. Por ejemplo se puede usar la sección de un MSDS que describe la reactividad química, la cual incluye información sobre la incompatibilidad de sustancias químicas como base para tomar decisiones prácticas sobre el manejo de sustancias químicas.

Esto es, si se planea añadir ácido acético a óxido crómico, ácido nítrico, ácido perclórico, permanganato de potasio o algún otro agente oxidante como parte de un procedimiento experimental, se puede aprender del MSDS que para el ácido acético y para otras sustancias químicas, la reacción puede ser vigorosa y si las cantidades no son minimizadas el vigor de la reacción puede ser desastroso. Se puede descubrir que no se

puede mezclar un desecho que contenga ácido acético con otro que contenga ácido nítrico. Si se tiene que reaccionar ácido acético con cualquier otro de estos compuestos incompatibles, ahora se sabe que es importante el cuidado que hay que tomar con respecto a las condiciones experimentales. También contiene información con respecto al almacenaje que sea seguro, se aprende de la sección de reactividad que el ácido acético no debe almacenarse cerca de agentes oxidantes tales como: óxido crómico, ácido nítrico, ácido perclórico o permanganato de potasio.

Otro ejemplo: Diferentes solubilidades en agua. Contiene, además información de cuál sustancia química es soluble en agua. Todos los nitratos pero sólo algunos cloruros y sulfuros. Algunos de los cloruros insolubles son ligeramente solubles en agua caliente, otros no. La solubilidad de algunos sulfuros varía dependiendo del pH. El conocimiento de las diferentes solubilidades en agua y en otros disolventes es importante para los químicos analíticos.

Algunas sales son neutrales, otras son ácidas o básicas. Usted puede obtener esos y otros detalles en el MSDS de las sustancias químicas que se usan. Las propiedades de las sustancias químicas son únicas y diferentes por muchas razones. Recordar estas razones es importante para todos los estudiantes de química.

Clasificando sustancias químicas peligrosas

Hay millones de sustancias químicas individuales y cada uno de éstos tiene sus propias características de peligrosidad. Si se intenta prevenir accidentes cuando se trabaja con químicos en el laboratorio, se necesita conocer las características de peligrosidad de las sustancias químicas con las cuales se trabajará. Como estudiante usted podrá trabajar con más de una docena de sustancias químicas diferentes. ¿Cómo puede saber las características peligrosas de tantas sustancias químicas diferentes?

La respuesta es: MEDIANTE SU CLASIFICACIÓN. Las características peligrosas de todas las sustancias químicas pueden ser separadas en algunas clases. Las clases son importantes a considerar para la prevención de accidentes, se incluye la lista en el siguiente cuadro:

Clase	Ejemplos
Agente oxidante	Ácido nítrico, permanganatos, dicromatos
Agentes reductores	Hidrógeno, Hidrocarburos, ácidos orgánicos
Sustancias químicas corrosivos	Ácidos fuerte y algunos débiles y bases, halógenos
Sustancias químicas reactivas al agua	Metales alcalinos, hidruros, fosfuros, carbonos
Sustancias químicas reactivas al aire	Metales alcalinos
Sustancias químicas altamente tóxicos	Carcinógenos, cianuros, fenol
Sustancias químicas menos tóxicos	Etanol, n-hexano, ácido acético
Sustancias químicas que reaccionan solos	Ácido pícrico, TNT, compuestos diazo
Pares incompatibles*	Ácidos versus. bases, agentes oxidantes versus agentes reductores

El Apéndice 2 le ofrece una lista de algunos ejemplos de pares de compuestos que son incompatibles, y algunos ejemplos de pares de compuestos que si se mezclan hay reacción entre ellos, dan como productos, compuestos que son sumamente tóxicos. Para obtener una lista completa de combinaciones de compuestos como estas, puede referirse a Bretherick's Handbook of Reactive Chemical Hazards; Urban, P.G.; 6th ed; Butterworth-Heinemann: London, 200; book and CD-ROM.

Disolventes y su peligrosidad

Por supuesto el agua es el disolvente más común. Como nota previa, muchas sustancias químicas pueden reaccionar con el agua, algunos muy violentamente. Disolventes orgánicos (ejemplo: acetona, hexano, éter de petróleo, cloroformo) son también muy usados en el laboratorio, muchos de ellos presentan peligro de inflamabilidad. Es interesante notar que un líquido inflamable no se incendia por sí mismo, el vapor del líquido es el que se incendia. La velocidad a la cual un líquido produce vapores inflamables depende de su velocidad de vaporización, la cual aumenta conforme aumenta la temperatura. En consecuencia, un líquido inflamable es más peligroso a elevadas temperaturas que a temperatura normal. Todos los líquidos inflamables deben mantenerse lejos de oxidantes y sin ningún contacto con fuentes de ignición.

Algunos disolventes orgánicos pueden penetrar la piel. Al estar en contacto con la piel todos los disolventes orgánicos causan sequedad y agrietamiento. Los vapores de todos los disolventes orgánicos son tóxicos, algunos más que otros. Signos típicos de sobre exposición a vapores de disolventes orgánicos, incluyen vértigo, lenguaje poco claro, inconsciencia y rara vez muerte. Típicamente afectan el sistema nervioso central, el hígado y los riñones. Evite el contacto de la piel con esos líquidos. Cuando están presentes en el aire que respira, sus vapores deben estar a una concentración menor que PEL o TLV, el que tenga el valor más bajo.

Algunos disolventes orgánicos (ejemplo: éteres, algunos hidrocarburos cíclicos insaturados no aromáticos) pueden formar peróxidos explosivos. Esos disolventes son particularmente peligrosos si son evaporados hasta sequedad. Su instructor debe indicarle los detalles. Siempre consulte la Hoja de Seguridad (MSDS) antes de proceder con algún trabajo de laboratorio que involucre disolventes orgánicos.

Ácidos y bases

Todos los ácidos y las bases fuertes, y algunos débiles y bases ligeramente solubles son corrosivos (ácido acético glacial, ácido fluorhídrico, ácido bromhídrico e hidróxido de calcio). Cuando entran en contacto con los ojos o la piel, irreversiblemente destruyen tejidos vivos. Mientras más concentrado el ácido o la base y/o mientras más prolongado sea el contacto, mayor es el daño causado. Algunos ácidos o bases empiezan a causar daño después de 15 segundos de contacto.

Todos los haluros de hidrógeno son ácidos, sus disoluciones acuosas son tóxicas, y sus vapores son serios irritantes respiratorios. El fluoruro de hidrógeno posee una peligrosidad especial.

Ambos, el fluoruro de hidrógeno gaseoso y su disolución acuosa, ácido fluorhídrico, son tóxicos y son absorbidos rápidamente a través de la piel, penetrando profundamente y destruyendo tejidos internos. El contacto con una disolución diluida de ácido fluorhídrico es usualmente doloroso por algunas horas, pero las quemaduras serias aparecen luego con efectos internos adversos y dolores extremadamente fuertes. Los primeros auxilios para la exposición a HF son complejos, requiere de preparación anticipada de un equipo especial y de otras medidas. Los detalles se describen en el MSDS para el ácido fluorhídrico. Antes de usar o manipular este ácido, debe asegurarse de estar familiarizado con la información provista en un MSDS para este ácido. El instructor deberá saber el número de la sala de emergencia, del hospital o del médico preparado en tratamiento avanzado para las quemaduras con ácido fluorhídrico.

El ácido sulfúrico es un agente fuertemente deshidratante. Todas, excepto solu-

ciones muy diluidas, son agentes oxidantes. El ácido sulfúrico, también está disponible como ácido sulfúrico fumante. En esta forma, la cual contiene SO_3 "extra", que es un fuerte agente oxidante. Cuando se prepara una solución acuosa, siempre agregue lentamente el ácido al agua mientras se agita la mezcla. Recuerde que el calor de disolución puede aumentar grandemente la temperatura; algunas veces causando la ebullición y salpicaduras.

El ácido nítrico también es un oxidante fuerte. Este generalmente reacciona más rápidamente que el ácido sulfúrico. Si cae ácido nítrico diluido en la piel y no se lava completamente, causa la aparición de un color café-amarillento en la piel expuesta como consecuencia de la reacción de desnaturalización de proteínas que ocurre.

El ácido fosfórico es un ácido débil. Este ácido concentrado es un líquido viscoso y al igual que el ácido sulfúrico es un fuerte deshidratante. Cuando prepare una disolución acuosa, siempre agregue lentamente el ácido al agua mientras agita la mezcla. A diferencia de la mayoría de los ácidos los cuáles tiene un sabor agrio, la disolución diluida de ácido fosfórico tiene un sabor dulce. De hecho se utiliza como edulzador en muchos refrescos gaseosos. Nunca pruebe el ácido fosfórico que esté disponible en su laboratorio.

El ácido perclórico es un agente oxidante poderoso, particularmente a temperaturas elevadas. Este puede reaccionar explosivamente con compuestos orgánicos y otros agentes reductores. El ácido perclórico debe ser utilizado únicamente en una capilla o extractor diseñado para este propósito. Nunca trabaje ácido perclórico en bancos de madera ni de ningún otro material combustible. Mantenga las botellas de ácido perclórico en contenedores secundarios de vidrio o cerámica tratados, con bordes lo suficientemente alto para contener todo el ácido en caso de que la botella se quiebre. Siempre digiera materia orgánica con ácido nítrico antes de agregar ácido perclórico. Note que si se agrega ácido sulfúrico se puede deshidratar el ácido perclórico y producir ácido perclórico anhídrido; el cuál es explosivo a temperatura ambiente. No mezcle ácido sulfúrico o fosfórico con ácido perclórico. Los ésteres perclóricos tienen el mismo efecto explosivo que la nitroglicerina. Los percloratos de los metales de transición también tienden a explotar.

El ácido pícrico seco, es altamente explosivo; se debe utilizar sólo en casos necesarios y si se posee buen conocimiento de su peligrosidad. Aunque el ácido pícrico no es explosivo cuando está hidratado, el agua puede evaporarse y dejarlo seco, como un sólido peligroso. Asegúrese que el ácido pícrico contenido en una botella nueva está húmedo, es de particular interés la posibilidad de que se hayan formado peróxidos explosivos en la tapa. Si existen dudas en la peligrosidad al abrir una botella vieja de ácido pícrico, suméjrala en agua y gire la tapa lentamente para permitir que el agua disuelva cualquier cristal. Luego se puede agregar el agua con mucha precaución para humedecer el ácido pícrico.

Las bases más comunes utilizadas en laboratorios de enseñanza son los hidróxidos de metales alcalinos y disoluciones acuosas de amoníaco. Los hidróxidos de sodio y de potasio son bases fuertes y extremadamente destructivas para los ojos y para la piel. Sea precavido cuando prepare disoluciones concentradas de estas bases. El alto calor de disolución puede elevar la temperatura a niveles peligrosos, lo suficiente para que pueda hervir y salpicar. El amoníaco en solución acuosa es una base débil, algunas veces llamada erróneamente "hidróxido de amonio". Los vapores de las disoluciones acuosas de amoníaco son irritantes y tóxicos.

Algunos ejemplos de materiales tóxicos.

Halógenos: Todos los halógenos son agentes oxidantes tóxicos, especialmente el flúor. Este es muy reactivo para ser utilizado en laboratorios académicos. El cloro también es un agente oxidante fuerte, se puede trabajar con éste sólo en caso de haber recibido todas las instrucciones necesarias. El bromo es un líquido volátil y corrosivo que causa serias quemaduras al contacto con la piel, es lacrimógeno y debe utilizarse sólo en la capilla o extractor.

Mercurio: El mercurio derramado se evapora, llenando el aire con vapores tóxicos. Los vapores de mercurio son un veneno acumulativo. Si se derrama mercurio, rodará al golpearse con una superficie dura, usualmente rompiéndose en gotas, algunas de ellas demasiado pequeñas para ser vistas. Aún las gotas grandes pueden adherirse a superficies verticales suaves; por eso se debe hacer una limpieza completa.

Los derrames de mercurio deben ser limpiados inmediata y completamente, usando un bulbo aspirador o un aparato especial de vacío. No utilice un limpiador de vacío normal, el vapor de mercurio pasa a través de la bolsa de papel o tela. Los vapores de mercurio redispersados o aerosol de mercurio podrían esparcirse más lejos. Acuda a su instructor y pida ayuda, para limpiar el derrame apropiadamente, se requiere una unidad especial de limpieza. Las gotas de mercurio en las ranuras del piso pueden hacerse no volátiles mediante amalgamación con polvo de zinc, o con polvo fino de estaño; esto es si usted está seguro de que las partículas de metal pueden penetrar lo suficiente en las ranuras como para llegar a las pequeñas gotas de mercurio.

Bases Fuertes: Estas sustancias son todas corrosivas y pueden causar quemaduras químicas severas y destructivas incluyendo la ceguera. Las bases fuertes son penetrantes, aún una disolución concentrada de una base fuerte puede no causar dolor hasta que el daño corrosivo sea severo. Aunque se clasifiquen correctamente como diluidas, las disoluciones saturadas de bases fuerte como el hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$, también son extremadamente corrosivas.

Formaldehído: El formaldehído es un gas incoloro, soluble en agua, de olor penetrante e irritante. Este se encuentra disponible típicamente como “formalina”, una disolución acuosa de formaldehído a una concentración variante desde 37 a 56 % y que con frecuencia también contiene alrededor de un 15% de metanol. El formaldehído también se vende como un polímero llamado “paraformaldehído”. Este se descompone en el monómero por calentamiento. La inhalación de vapores de formaldehído, de formalina o de paraformaldehído puede provocar irritaciones severas, principalmente al tracto respiratorio superior y producir edema.

No respire vapores de formaldehído; se sospecha que es un carcinógeno y un irritante severo para los ojos, causando efectos que no pueden detenerse al lavar los ojos. La sensibilidad de la piel puede resultar de la exposición repetida de la solución líquida. Para evitar alergias en la piel por el contacto repetido al formaldehído, utilice guantes de neopreno, de hule de butilo o de cloruro de polivinilo. Note que estos guantes tienen sólo una resistencia limitada a este líquido. Use el formaldehído solamente en la capilla o extractor del laboratorio.

Cianuros y nitrilos: Los cianuros y nitrilos actúan rápidamente como sustancias tóxicas. La sobre exposición puede ser fatal. Los síntomas de la toxicidad aparecen si el material se ha ingerido, inhalado o absorbido a través de la piel. Unas pocas inhalaciones de HCN, pueden causar deterioro mental; unas pocas más pueden

causar la muerte. Algunos cianuros metálicos pueden hidrolizarse en disoluciones acuosas y formar HCN, todos se convierten en HCN en medio ácido. Cuando trabaje con cianuros asegúrese tener a la mano perlas de nitrito de amilo o algún antídoto a la mano, también asegúrese que su instructor tenga a la mano el nombre del médico que trate sobre exposiciones a cianuros, y pueda administrar nitrito de sodio y tiosulfato de sodio, apropiadamente.

Peróxidos orgánicos y precursores de peróxidos

Los peróxidos orgánicos son una clase especial de compuestos que poseen problemas con su inusual estabilidad. Estos peróxidos son las sustancias químicas más peligrosas usadas normalmente en los laboratorios de química y en la manufactura. Como un grupo funcional, los peróxidos orgánicos tienen bajo poder explosivo. Ellos son peligrosos debido su extrema sensibilidad a explosión mediante golpes, calor u otra forma de iniciación accidental. Muchos de los peróxidos utilizados en los laboratorios son tan sensibles a los golpes que explotan primero que el TNT. Los peróxidos tienen una vida media específica, o una velocidad de descomposición, bajo una serie de condiciones dadas. Una velocidad baja de descomposición puede auto acelerarse y causar una explosión violenta, especialmente en cantidades grandes de la sustancia. Ellos son sensibles al calor, la fricción, los impactos, la luz, los oxidantes fuertes y a los agentes reductores. Nunca abra un recipiente si sospecha que el contenido puede estar contaminado con peróxidos, el contenido puede explotar. Todos los peróxidos orgánicos son inflamables, aquellos incendios que involucran grandes cantidades de peróxidos deben ser tratados con extrema precaución. Un peróxido presente como un contaminante en un disolvente puede cambiar el rumbo de la reacción planeada.

Los siguientes compuestos forman peróxidos:

- Aldehídos
- Éteres, especialmente los cíclicos, y éteres derivados de alcoholes primarios y secundarios. Es de especial importancia ponerle una etiqueta a los contenedores de éter etílico e isopropílico con la fecha en que fueron recibidos, y anotar que el contenido sea destruido dentro de los tres meses siguientes después de recibirlos. Nunca debe destilar un éter a menos que se sepa que está libre de peróxidos, y mucho menos destilarlo a sequedad.
- Compuestos que contengan hidrógenos bencílicos. Estos compuestos son especialmente sensibles a la formación de peróxidos, si los hidrógenos se encuentran en un átomo de carbono terciario (por ejemplo: el cumeno).
- Compuestos que contengan estructura alílica, ($\text{CH}_2=\text{CHCH}_2-$) incluyendo la mayoría de alquenos.
- Cetonas, especialmente cetonas cíclicas.
- Compuestos vinílicos y vinilidénicos. (eg: acetato vinílico, cloruros de vinilos)

Ejemplos de compuestos que forman concentraciones peligrosas de peróxidos:

- Ciclohexeno
- Cicloocteno
- Decalina
- p-Dioxano
- Eter etílico

- Eter isopropílico
- Tetrahidrofurano (THF)
- Tetrahidronaftaleno (Tetralina)

Asegúrese que su instructor conozca con anticipación si usted debe trabajar con alguno de estos compuestos.

3. Técnicas de Laboratorio Recomendadas

Trabajando con Sustancias Químicas y Aparatos

Las siguientes recomendaciones le ayudarán a hacer su trabajo más fácil y su equipo más seguro:

- Planee su trabajo antes de comenzar su procedimiento de laboratorio. Asegúrese de saber qué hacer, si usted u otro compañero de laboratorio tiene un accidente.
- Mantenga su lugar de trabajo libre de obstáculos.
- Mantenga limpio y seco su equipo, colóquelo en un lugar firme y lejos de la orilla de la mesa de laboratorio. Ponga atención a la proximidad de las botellas de reactivos a quemadores, a compañeros y a sus equipos. Escoja tamaños en los que se pueda acomodar apropiadamente la operación a realizar, dejando al menos 20% de espacio libre.
- Excepto por la tubería de vidrio, agitadores de vidrio y cristalería graduada, use sólo cristalería de borosilicatos (por ejemplo, Pyrex). Examine su cristalería detalladamente, para ver defectos como fracturas o agrietamientos. La cristalería dañada puede ser reparada o descartada en un basurero designado y rotulado para cristalería quebrada.
- Cualquier otro equipo también debe estar libre de defectos, como quebraduras, agrietamientos, rajaduras y otros defectos obvios. Consulte con el instructor si tiene dudas.
- Un platillo apropiado bajo el frasco de reacción o contenedor puede actuar como un contenedor secundario para confinar líquidos derramados en el caso de ruptura de alguna cristalería.
- Use un escudo de protección cuando trabaje con mezclas reactivas. Coloque el escudo de protección en una posición conveniente para protegerse usted y a otros compañeros. Asegúrese que el escudo de protección sea del alto y del grueso adecuado para que no pueda ser atravesado. Además use lentes de seguridad y máscara cuando use el escudo de protección.
- Cuando trabaje con líquidos o vapores inflamables:
 - No tenga quemadores u otra fuente de ignición en las cercanías al menos que el instructor dé la orden.
 - Use trampas apropiadas, condensadores o extractores para minimizar el escape del material al ambiente.
 - Si está utilizando calentadores o mantas de calentamiento, no empiece con el trabajo de laboratorio hasta que sepa las temperaturas de auto ignición de las sustancias químicas que utilizará y que pueda asegurarse que todas las superficies expuestas están a una temperatura menor a la de autoignición.
 - Asegúrese de que los controles de temperatura y los motores de los agitadores/calentadores no agitan chispa.
- En la medida en que sea posible, utilice un calentador eléctrico que sea encerrado y no provoque una chispa o use baño de vapor en vez de un quemador de gas. Cuando trabaje con sustancias inflamables en el laboratorio, use sólo motores que no produzcan chispas. .
- Sujete y oriente los embudos de separación de tamaño grande de tal manera que su válvula no se abrirá por la gravedad. Utilice los anillos de hierro o grapas para sujetarlos firmemente. Utilice grapas en posiciones que le den seguridad y firmeza a los condensadores, asegure las salidas o entradas de agua con algún alambre o grapa.

- Asegure los agitadores y los frascos de reacción para que se mantengan alineados apropiadamente. Los agitadores magnéticos son preferibles excepto para sustancias viscosas.
- Posicione cualquier aparato que esté sujetado por un soporte de metal de manera que su centro de gravedad caiga sobre la base y no sobre algún extremo. Sujete el aparato de manera tal que los quemadores o baños de calentamiento puedan ser removidos fácilmente. Equipo que sea pesado debe ser firmemente sujetado a la mesa de trabajo.
- Nunca coloque ningún aparato, equipo, cajas (llenas o vacías), contenedores de sustancias u otro objeto en el suelo.
- Nunca caliente equipos sellados. Asegúrese que el equipo de calentamiento esté ventilado.
- Antes de calentar sin agitación, aunque sea algunos mililitros de líquido, coloque núcleos de ebullición o un tubo corto de vidrio con un extremo cerrado (refiérase a la sección de "Destilaciones"). Sí, como en algunas destilaciones, se tiene la posibilidad de una reacción exotérmica peligrosa o descomposición coloque un termómetro con el bulbo sumergido en el líquido. Esto es una buena precaución y permitirá remover a tiempo el calor y proveer un enfriamiento externo.
- Cuando se puedan producir gases o vapores peligrosos, use una trampa apropiada para gases.
- Las capillas o extractores de laboratorio son recomendadas para toda operación que involucre sustancias tóxicas o vapores inflamables. La mayoría de los vapores tienen una densidad mayor a la del aire y se depositarán en lo alto de la mesa de trabajo o en el suelo donde podrá difundirse hacia un quemador cercano o hacia alguna fuente de ignición y por lo tanto podrán explotar. Sí los vapores inflamables no son controlados -adentro de una capilla o extractor por ejemplo- pueden expandirse y salirse del frasco de reacción. Ellos pueden viajar a nivel del suelo y a través de grandes distancias sin ser detectados. Si una fuente de ignición se encuentra en algún punto distante, éste puede incendiarse desde la fuente por todo el camino hasta el líquido y causar una explosión.
- Utilice la capilla o extractor cuando trabaje con sistemas a presión reducida (estos pueden implotar). Cierre la ventana de la capilla o extractor para que ésta funcione como un escudo. Note que a menos que esté diseñada y construida para tal propósito una capilla o extractor *no provee una protección* real contra una explosión.

USO DE EQUIPO

Capillas o extractores

Las capillas o extractores controlan exposiciones a vapores tóxicos, ofensivos o inflamables, protege a los usuarios de implosiones pero no de explosiones. Si es necesario empezar un procedimiento que puede llevar a una explosión, realice el trabajo detrás de una barrera fuerte que esté diseñada para este propósito. Ordinariamente las capillas o extractores no son suficientemente fuertes para soportar la fuerza de ninguna explosión, excepto las explosiones más débiles.

Antes de cada uso, asegúrese que la capilla o extractor se encuentra en condiciones adecuadas de trabajo. Si tiene dudas consulte con el instructor. No se confíe en ningún cotejo mecánico, como el colocar una tira de papel dentro de la capilla o extractor para que sea aspirada por la brisa. Este mecanismo sólo indica que el abanico

de la capilla o extractor está aspirando un poco de aire del ducto. Una capilla o extractor que esté trabajando adecuadamente requiere un adecuado flujo de aire y la ausencia de excesiva turbulencia.

Nunca obstaculice, ni tan siquiera parcialmente, el canal de escape o ranuras en la parte posterior de la pared y del techo de la capilla o extractor, no cambie el tamaño de la abertura de la ventana en la parte posterior ni en la parte superior de la capilla o extractor. Nunca altere el flujo del aire ventilado en el cuarto, principalmente el aire que se ventila en la parte alta del cuarto cercano a la capilla o extractor. El flujo de aire de la capilla puede cambiarse abriendo y cerrando ventanas y puertas y hasta por el cambio de posición del usuario. Por eso cuando trabaje en la capilla o extractor mantenga el bastidor cerrado o ábrola lo mínimo necesario.

Mantenga su cara fuera de la capilla o extractor. Mantenga su equipo y trabaje dentro de la capilla o extractor al menos a 15 cm (6 pulgadas) de la parte frontal de la capilla o extractor. Esto es trabajar lo más al fondo de la capilla como se pueda sin obstruir la ventilación abierta de la parte posterior.

Cuando sea necesario contener o recolectar desechos de disolventes o vapores tóxicos, los aparatos usados dentro de la capilla o extractor deben ser equipados con condensadores, trampas o filtros apropiados. Las capillas o extractores no son el medio adecuado para disponer de desechos peligrosos o evaporar disolventes. Sólo las capillas o extractores diseñados para este propósito pueden ser usados para ácido perclórico.

Una capilla o extractor no es un lugar de almacenamiento. Las sustancias químicas almacenados en la capilla o extractores pueden interferir con la eficiencia de éste, y pueden ocasionar un accidente o incendio en el cuál la capilla o extractor esté involucrado.

Precauciones en el uso de equipo eléctrico.

Corrientes eléctricas de bajo amperaje y voltaje bajo ciertas circunstancias pueden resultar en un choque eléctrico fatal. Voltajes tan bajos como 24V AC, pueden ser peligrosos y representan una amenaza letal. Comparando circuitos de bajo voltaje DC, normalmente no presentan peligrosidad para la vida humana, pero quemaduras serias son posibles. Mientras más prolongado sea el contacto con un circuito vivo, peor será el daño, especialmente para quemaduras. Siga las siguientes recomendaciones:

- Sólo individuos cualificados por entrenamiento o experiencia pueden reparar equipo eléctrico o electrónico.
- No use cables eléctricos como soporte.
- Reporte inmediatamente cualquier falla eléctrica o evidencia de equipo sobrecalentado.
- Inspeccione periódicamente todo el equipo eléctrico para estar seguros que el aislante en el cable no esté deteriorado, roto, fracturado o dañado. Asegúrese que vayan 3 cables a tierra, o se usen cables doblemente asilados y cables aislados para las aplicaciones de 110-115V AC.

Centrifugas

Las centrifugas deben estar ancladas con seguridad en las mesas de trabajo, por si ocurrieran vibraciones, para que ésta no “camine” hacia la orilla o golpee botellas u otro equipo. Para el uso seguro de centrifugas se aplican las siguientes reglas:

- Si ocurre vibración, detenga la centrífuga inmediatamente y verifique el contrapeso de la carga.
- Siempre cierre la centrífuga antes de que empiece a funcionar y manténgala cerrada mientras esté funcionando.
- Nunca desatienda una centrífuga hasta que se asegure de que esté funcionando a la velocidad completa y aparente estar funcionando correctamente y sin vibración.
- Si la centrífuga no tiene freno, permita que ésta siga girando hasta que se detenga; si tiene freno use el freno y no su mano para detenerla.
- Si su instructor de laboratorio lo solicita, limpie el rotor y los orificios de la centrífuga sólo con un limpiador anticorrosivo.

Uso de vapor

Algunos laboratorios están equipados con salidas de vapor en las mesas; en otros, los estudiantes deben ensamblar su propio equipo para la generación de vapor: el vapor es muy caliente y puede generar quemaduras severas en la piel y en los tejidos internos. Use ropa apropiada, guantes de cuero, lentes de seguridad, un escudo de protección para la cara y vestimenta apropiada cuando trabaje con vapor. Nunca dirija el vapor hacia otra persona.

Cuando lleve a cabo una destilación, minimice la acumulación de condensado en el frasco de destilación. Recuerde que el calor de condensación del vapor es muy alto. Para evitar el sobre llenar el matraz si ocurre condensación del vapor que está entrando por la línea, debe calentar el matraz o insularlo. No sature el condensador por un paso muy rápido de vapor.

Usando aire comprimido

Muchos laboratorios están equipados con salidas de aire comprimido. El aire comprimido disponible en el laboratorio es un material peligroso. Si se dirige aire comprimido directamente hacia la piel, puede penetrar sin aperturas visibles y expandir las áreas cercanas de la piel como un globo. El dolor causado por esto es severo y el daño requiere de hospitalización. Nunca dirija el aire comprimido hacia usted u otra persona.

Lámparas UV

En el uso de lámparas UV se involucran dos peligros: Uno inherente a su propia radiación y el otro asociado con el manejo de la lámpara.

Toda radiación cuya longitud de onda sea menor a 250 nm debe considerarse peligrosa. Opere sistemas de radiación UV sólo en cajas para radiación completamente cerradas. Use lentes de seguridad con protección contra UV, sus ojos pueden exponerse accidentalmente a la luz con radiación en esta región. Use bata y camisa de manga larga para proteger su piel, las áreas expuestas a ésta radiación pueden quemarse dolorosamente, similar a las quemaduras por exposición al sol.

Las lámparas de mercurio deben ser enfriadas adecuadamente y operadas dentro de una cubierta designada para prevenir daño por explosión de fragmentos de vidrio o de derrames de vapor de mercurio, asegúrese que la lámpara que utiliza tenga ese equipo.

No maneje lámparas de mercurio con sus manos. Depósito de aceite de su piel pueden dañar la superficie externa del cristal. Si este residuo aceitoso no se remueve completamente, éste se quemará en el cristal, causando un aumento en el calor cuan-

do la lámpara esté operando, la lámpara puede sobrecalentarse y la cubierta externa puede afectarse.

La vida útil de una lámpara de mercurio, con las paredes de vidrio interiores construida de láminas absorbentes de UV, pueden causar que la temperatura aumente sobre el punto seguro de operación. Por lo tanto asegúrese que el metro para medir el tiempo funcione, de modo tal que usted pueda saber el tiempo que la lámpara ha estado operando.

CONTROL DE TEMPERATURA

Muchas de las reacciones deben ser iniciadas por calor, porque la velocidad de la mayor parte de las reacciones incrementa con un aumento en la temperatura. Reacciones altamente exotérmicas son peligrosas y violentas si no se toman medidas de enfriamiento adecuadas. Algunas reacciones exotérmicas tienen un periodo de inducción. En tales reacciones, si una cantidad abundante de reactivo fue añadida inicialmente, las reacciones procederán muy vigorosas para lograr una condensación efectiva de vapores una vez que el periodo de inducción se ha completado, un baño de enfriamiento debe ser preparado de antemano y debe estar listo para ser aplicado rápidamente al recipiente de reacción. Recuerde que los líquidos viscosos transfieren pobremente el calor y requiere precauciones especiales.

Muchas reacciones requieren control de temperatura. Ensamble su sistema de tal manera que ambos; calentamiento y enfriamiento puedan ser controlados, esto es, aplicado o removido. Por ejemplo, cuando caliente el contenido de un tubo de ensayo en un mechero, esto puede sobrecalentarse fácilmente y causar que el contenido hierva y salpique hacia afuera. Para prevenir esto, tome el tubo de ensayo con una prensa y caliente suavemente a lo largo del lado del tubo de ensayo, no en el fondo. O caliente el contenido del tubo de ensayo colocándolo en un baño con agua. Cuando caliente, nunca apunte el tubo de ensayo hacia usted u hacia otra persona.

Baños de aceite y de arena

Cuando usted utilice aceite caliente o arena para calentar, tenga cuidado y evite el peligro de que vaya a salpicar el agua o cualquier otro líquido orgánico y éste pueda caer dentro del aceite caliente o de la arena.

Evite el sobrecalentamiento del baño de aceite. Vigile si en el baño se observan vapores, si es así, éste puede estar tan caliente que podría quemarse y generar llamas en un instante. Si un baño de aceite genera humo o vapores, apague la fuente de calor inmediatamente y llame a su instructor. Si deja un baño de aceite o arena funcionando es importante que el equipo cuente con sistema de apagado en caso de emergencia y una etiqueta de prevención que diga "Aceite caliente" o "Arena caliente".

Asegúrese de que el recipiente de vidrio que utilice en estos baños esté libre de roturas u otras imperfecciones. No utilice el baño de arena o de aceite a menos que se utilice un termómetro u otro dispositivo que indique la temperatura del baño. En resumen, un baño de aceite debe ser etiquetado con el nombre del aceite y con su temperatura máxima para trabajar de forma segura. Debe tomar precauciones cuando haya derrames de aceite o de baños de arena calientes causados por roturas o por el sobrecalentamiento de los baños mencionados.

Baños de enfriamiento y trampas frías

Cuando el baño de agua-hielo no enfría lo suficiente para ser usado como baño o trampa fría, un baño de hielo y de sal puede ser utilizado. Para temperaturas más bajas, hielo seco o hielo seco con un líquido orgánico también, podría ser utilizado. Para temperaturas más bajas se requieren líquidos criogénicos.

Baños de enfriamiento de hielo seco y trampa fría

Siga estas precauciones cuando use hielo seco. Con frecuencia pero incorrectamente se dice que el hielo seco puede "quemar" la piel. La forma de decir correcta: es que a menos que las precauciones sean tomadas, el hielo seco dañará dedos o manos, por ejemplo, por congelamiento de ellos. No maneje hielo seco sin proteger las manos; si su piel está ligeramente humedecida, podría ocurrir congelamiento severo. Use tenazas, mantas o paños plegados, guantes de cuero o criogantes. Nunca coloque el hielo seco en su boca. Use lentes de seguridad mientras parte el hielo seco en pedazos. El hielo seco sublima, formando una capa de dióxido de carbono asfixiante. Debe estar seguro que usted está protegido por un sistema de ventilación adecuado cuando use o manipule hielo seco. No acerque su cabeza dentro de un bloque de hielo seco; no hay oxígeno presente en esa área y puede causar sofocación.

Algunas veces es conveniente usar baños de enfriamiento de hielo seco con algún líquido orgánico. Para esto es importante tomar ciertas precauciones específicas. Por ejemplo, para usar el hielo seco con seguridad, el líquido orgánico idealmente debería tener las siguientes cinco características:

1. Vapores no tóxicos
2. Viscosidad baja
3. No ser inflamable
4. Baja volatilidad
5. Punto de congelación conveniente

La selección final de un líquido también dependerá de la temperatura del baño requerida. No todos los líquidos cumplen todos los criterios mencionados. Los siguientes son algunos ejemplos de líquidos que nunca deberían ser usados (el número entre paréntesis significa cuáles de los criterios de arriba con los cuales no cumple); ellos son también demasiado inflamables y volátiles.

- Etil éter (3 y 4)
- Acetona (3 y 4)
- Butanona (3 y 4)

Claro, otros líquidos que son inflamables y volátiles (3 y 4) son considerados adecuados para ser usados como líquidos en baños de enfriamiento. Una buena elección puede ser:

- 60 % etilenglicol-40% agua (2)
- 60 % propilenglicol-40 % agua (2)
- Alcohol isopropílico (3)
- Etanol (1 y 4)

Después de seleccionar un líquido, añada un poco de hielo seco en piezas pequeñas de una en una o añada el líquido poco a poco al hielo. Otra manera, es esperar que la espuma se disipe antes de hacer la adición siguiente.

Baños congelantes de líquidos criogénicos y trampas frías

Proceda con precaución cuando use líquidos criogénicos congelantes. Cuando utilice líquidos criogénicos, siga las precauciones descritas en las Hojas de Seguridad MSDS. Con líquidos congelantes, tal como el nitrógeno líquido, condensará oxígeno del aire y podría causar una explosión si estuviera en contacto con materiales combustibles. Las siguientes precauciones son esenciales:

- Use guantes y un protector para la cara. Sumerja el objeto para ser enfriado lentamente, evite también ebullición vigorosa y el exceso del agente congelante.
- Utilice contenedores apropiadamente ventilados cuando maneje líquidos criogénicos.
- Frascos de Dewar de vidrio deben ser fabricados de vidrio de borosilicato y protegidos por un cobertor, cinta aislante adhesiva o por medio de un enrejado metálico para contener pedazos que se lanzan en caso de implosión.
- El borde de un frasco de Dewar es frágil. Evite el vertir el líquido frío en el filo del frasco cuando lo está llenando, porque el frasco podría romperse e implotar. Por la misma razón, evite vertir el líquido congelante fuera del frasco de Dewar: debe utilizar un sifón. Para eliminar este problema considere utilizar Dewars metálicos o plásticos..
- Nunca use termos caseros o algún otro contenedor aislado que sean diseñados para guardar líquidos fríos comestibles; éstos no son suficientemente fuertes para ser utilizados en el laboratorio.

Trabajo a Presión Reducida

Los desecadores para vacío deben contar con protección adecuada para restringir fragmentos que volarán en caso de una implosión. Mantenga en el desecador solamente sustancias químicas que han sido deshidratadas o para protegerlas de la humedad. Antes de abrir un desecador que está bajo presión reducida, debe asegurarse de que llegue a presión atmosférica. Generalmente, una tapa de un desecador al vacío será encontrada “congelada” después que ha llegado a la presión atmosférica. Con mucho cuidado, trate de utilizar algún objeto filoso para poder abrirlo.

Equipos que se encuentran bajo presión reducida deben contar con un escudo de protección. Si usted utiliza bombas de vacío, coloque una trampa de frío entre el aparato y la bomba de vacío de forma tal que sustancias volátiles de la reacción o de la destilación no lleguen a la bomba de aceite o a la atmósfera del laboratorio. Cuando sea posible, la salida de la bomba debe ser hacia a una capilla o extractor. Las bombas de vacío deben ser aseguradas con cinturones de seguridad.

Aspiradores de agua para presión reducida son utilizados para propósitos de filtración y para algunos rotavapores. Utilice solamente equipo que sea aprobado para estos propósitos. Por ejemplo, utilice solamente un frasco filtrante de cristal reforzado para esta actividad, nunca aplique presión reducida en otros frascos que no sean apropiados para esto. Cuando usted usa un aspirador de agua para generar presión reducida, coloque una trampa y una válvula de seguridad entre el aspirador y el aparato de forma tal que el agua no pueda ser succionada de vuelta al sistema si la presión de agua cambia repentinamente mientras se filtra.

El sobre calentamiento y consecuente burbujeo (ebullición repentina) frecuentemente ocurre cuando usted utiliza una destilación a presión reducida. Sin embargo, es importante que el aparato ensamblado sea seguro y que el calor sea distribuido uni-

formemente con una llama. Utilice una manta de calentamiento siempre que sea posible. Ver la sección "Destilaciones". Debe evacuar el sistema gradualmente para minimizar la posibilidad de ebullición repentina. Agite o utilice nitrógeno u otro gas inerte (nunca usar aire) para alimentar el tubo continuamente, esto puede prevenir vaporización o sobre calentamiento y descomposición. Coloque escudos de protección alrededor del sistema para protegerse en caso de implosión. Después que usted finalice una destilación a presión reducida, permita que el sistema se enfríe lentamente antes de alimentar con aire; el oxígeno del aire que ha introducido dentro del aparato aún caliente podría inducir una explosión. Nitrógeno puro u otros gases inertes son preferibles al aire para llevar a cabo una destilación y al enfriar el sistema.

4. Equipo de Seguridad y Procedimientos de Emergencia

Información General

Los laboratorios químicos deben estar equipados con uno o más fuentes de lavaojos y con duchas de seguridad. Cada persona que usa tales laboratorios debe estar familiarizada con la ubicación de estos equipos y conocer cómo usarlos. Los laboratorios equipados adecuadamente tendrán extintores para fuego, no utilice un extintor a menos que usted haya sido entrenado por una persona cualificada en el uso de extintores.

Cada laboratorio debe tener un plan para seguir en caso de que una evacuación sea necesaria. Asegúrese que usted conoce ambas: la ruta principal y la alterna al igual que todos los procedimientos para reunirse en algún lugar fuera del edificio y poder contabilizar cada persona que estaba en el laboratorio.

En caso de una emergencia, siempre que sea posible, siga los procedimientos que han sido establecidos y que usted ha practicado. El primer paso y el más importante para proceder en caso de una emergencia es:

Antes de que usted ayude a otra persona, evalúe el peligro potencial que se presenta para usted. Si usted trata de ayudar a otra persona y puede lesionarse, usted no puede ser de mucha ayuda para los demás.

Cuando ocurre una emergencia, las siguientes acciones son recomendadas:

- Reporte la naturaleza y la localización de la emergencia a su instructor y si es necesario, informe también, a los responsables para apagar incendios y a las facilidades de atención médica. Diga su nombre, localización y el número de teléfono de dónde está llamando. Indique dónde usted se moverá para localizar el vehículo de emergencia. Si hay individuos involucrados, reporte cuántos son; si éstos se encuentran inconscientes, quemados o atrapados; si ha ocurrido alguna explosión; y si hay o ha habido un fuego de tipo químico o de tipo eléctrico.
- Comunique a otros acerca de la naturaleza de la emergencia.
- No mueva los heridos a menos que ellos estén realmente en peligro de exposición a sustancias químicas o a fuego. Manténgalos a una temperatura caliente. Movimientos innecesarios pueden complicar severamente lesiones del cuello o fracturas.
- Localice la ambulancia o cuadrillas de fuego en el lugar que usted indicó. Envíe a otra persona si usted no puede hacerlo.
- No haga ninguna otra llamada telefónica a menos que sea necesaria y relacionada al control de la emergencia.

Incendios

4.2.1 Prevención de incendios

La mejor manera para luchar contra un incendio es prevenirlo. Usted puede prevenir un incendio y reducir su gravedad tomando en cuenta su sentido común y su reflexión acerca de lo que está llevando a cabo en el laboratorio. Esto incluye:

- Mantenga sin obstáculos las salidas y los pasillos
- Almacene solamente una cantidad limitada de material inflamable

- Disponga de los desechos diligentemente, y
- Aleje los líquidos inflamables de los materiales combustibles tales como cajas de cartón o papeles absorbentes

Retroceda, mire y hágase la siguientes preguntas:

- ¿Hay cables eléctricos descubiertos?
- ¿Está un motor que esté echando chispas siendo usado para agitar un líquido inflamable?
- ¿Hay botellas cerca de la orilla de la mesa de trabajo?
- ¿Entiendo y conozco el potencial peligroso de cada una de las cosas que utilizo?
- ¿Estoy yo preparado de antemano para llevar a cabo los pasos preventivos?

Enfrentando un incendio

Las siguientes acciones son recomendadas cuando ocurre un incendio:

- Un incendio que se mantiene en un pequeño recipiente con frecuencia puede ser sofocado. Por ejemplo, puede utilizar un cristal de reloj para sofocar un incendio que ocurra en un beaker, cubriendo la boca de éste. No coja en sus manos un recipiente que esté en fuego. No cubra con una toalla o ropa seca; tiene que utilizar un material húmedo. Remueva materiales inflamables que se encuentren cerca para evitar la propagación del incendio.
- Active la alarma de incendios. Notifique a los colaboradores y a sus instructores. Llame al departamento de incendios.
- Si el fuego está quemando un área extensa, o el fuego no puede ser sofocado rápidamente y sencillamente, todos deben evacuar el área excepto los bomberos o aquellas personas que están entrenadas y equipadas para extinguir el incendio. Utilice las escaleras para salir del edificio, no utilice ascensores. Siga los procedimientos de evacuación que han sido establecidos y usted ha practicado durante previos simulacros de incendio.
- Es fácil subestimar un incendio. Nunca utilice un extintor a menos que haya sido entrenado en su uso y conoce acerca como este extingue el fuego. Si usted ha sido entrenado en el uso de extintores, ubíquese entre el fuego y la salida de escape (por ejemplo, la puerta) y combata el fuego desde su posición, pero asegúrese que usted puede salir del área. Pequeños incendios al inicio con frecuencia pueden ser apagados, pero no siempre. Si no se apaga, un incendio rápidamente puede atentar contra su vida y contra la de sus colaboradores.

Lesiones personales al enfrentar un incendio

Cuando la ropa de una persona está incendiándose, usted podría necesitar llevarla a él o a ella a la ducha de seguridad. Algunas personas instintivamente corren si sus ropas se están quemando, lo cual aviva más aún las llamas y aumenta las posibles lesiones. Si es posible, detenga al individuo para que no corra.

Si la ducha nos está disponible, rocíe al individuo con agua. Detenga al individuo y ayúdelo a que caiga al suelo y hágalo rodar en el suelo; esto es, para apagar el fuego. Luego, trate de apagar cualquier llama pequeña con palmadas. Apague primero las llamas alrededor de la cabeza y de los hombros, entonces continúe hacia abajo hasta llegar a los pies. Después, cubra a la víctima con un abrigo, manta o cualquier otra cosa que esté disponible pero deje la cabeza sin cubrir. No utilice la manta contra incendios

hasta que el fuego se haya extinguido del cuerpo.⁸ Utilice guantes, si es necesario, para remover algunas ropas que estén contaminadas con sustancias químicas. Para prevenir que pueda haber alguna contaminación en los ojos, use tijeras para remover la camisa o abrigo. Coloque ropa limpia, húmeda y fría sobre áreas quemadas. Cubra la víctima para evitar el choque térmico y la exposición de las áreas quemadas. Busque atención médica lo más pronto que pueda.

Sustancias Químicas Sobre la Piel, la Ropa y los Ojos

Para pequeños derrames químicos que solamente afectan una pequeña área, inmediatamente lave con flujo de agua al menos por 15 minutos. Remueva las joyas para facilitar remover posibles residuos líquidos. Si no hay daño visible, lave toda el área con agua tibia y con jabón. Revise la Hoja de Seguridad "MSDS" para ver si puede esperarse algún efecto posterior a la exposición. Se recomienda que sea visto por el médico siempre que ocurra alguna quemadura por sustancia química aunque ésta sea menor. Derrame de ácido fluorhídrico requieren especial tratamiento, refiérase a la sección de "Ácidos y Bases".

Sustancias químicas sólidas que son derramadas sobre la piel pueden generalmente ser removidas sin consecuencias adversas. El sólido removido, claro está, es colocado dentro de un contenedor apropiado para desechos peligrosos. Si el sólido se adhiere a su piel llame a su instructor.

Derrames grandes de líquidos sobre la piel y algunos derrames de líquidos sobre la ropa pueden tener serias consecuencias. No pierda tiempo en querer remover o eliminar el derrame utilice la ducha de seguridad inmediatamente. Rápidamente coloque la cabeza en la caída de agua; remueva toda la ropa contaminada, zapatos, joyas mientras se mantiene debajo de la ducha abierta. Los segundos cuentan, no pierda tiempo pensando en que no debe quitarse la ropa. Trate de evitar la exposición de la sustancia química sobre su piel, especialmente sobre sus ojos. No contamine sus ojos al quitarse su camisa o abrigo. Otra persona debe cortar la prenda de vestir con tijeras mientras usted está aún en la ducha. Lave la zona afectada por al menos 15 minutos con agua abundante a temperatura ambiente. Debe repetirlo si el dolor aparece nuevamente. No utilice cremas, lociones o pomadas. Busque atención médica inmediatamente.

Lave la ropa contaminada separada de otras prendas de vestir o descártelas, como se recomienda en la Hoja de Seguridad "MSDS".

Nunca trabaje con sustancias químicas en el laboratorio si éste no se encuentra equipado con ducha que ha sido probada en los últimos seis semanas. Recuerde, pegar una etiqueta a la ducha que indique la última fecha de revisión y las iniciales de quién la revisó.

Si ocurre una salpicadura en el ojo, inmediatamente haga fluir agua potable a temperatura ambiente de una fuente en el ojo por al menos 15 minutos. Utilice su pulgar e índice para mantener sus párpados fuera del ojo, mueva sus ojos continuamente hacia arriba, hacia abajo y hacia los lados-para que el agua fluya atrás de los párpados y atrás del ojo. Debería utilizar una fuente de lavaojos, pero si no se dispone de una, las personas lesionadas deben ser colocadas sobre sus espaldas y hacerle fluir agua suavemente a través de las esquinas de sus ojos por al menos 15 minutos. Después de que se ha dado los primeros auxilios a sus ojos, rápidamente visite un miembro del equipo

⁸Si la víctima está de pie, envolver el cuerpo con la manta de incendio o cualquier otro material puede forzar las llamas hacia la cara y el cuello. Si la manta de incendio se envuelve ajustada, puede ocasionar que parte de la fibra de la frazada se derrita y aumente en la víctima la severidad de la lesión.

médico o a un oftalmólogo quien conoce sobre el manejo de lesiones de sustancias químicas en los ojos.

Nunca trabaje con sustancias químicas en un laboratorio a menos que éste esté equipado con fuentes de lavar ojos que han sido probadas en las últimas seis semanas. Una nota de registro, generalmente una etiqueta es pegada a la tubería, debe indicar cuál fue la última fecha de revisión y las iniciales de quién lo revisó.

Otros Accidentes Personales

Alguien que esté afectado por inhalación de humo o de vapores de sustancias químicas debe ser llevado a un área donde haya aire fresco y ser tratado por trauma “shock”. Recuerde evaluar y describir al rescatador la posibilidad del daño antes de que él entre al área o continúe hacia un ambiente que sea aún tóxico.

Si las sustancias químicas peligrosas han sido ingeridas, siga las instrucciones de primeros auxilios que aparecen en la etiqueta o en la Hoja de Seguridad MSDS. No debe dar nada por boca si la persona está inconsciente. Trate de averiguar la sustancia que fue ingerida para que lo pueda comunicar al equipo médico de inmediato (quizás mientras la víctima está en camino al hospital). Refiérase a las Hojas de Seguridad MSDS para información acerca del tratamiento.

Si la persona lastimada no está respirando, provea resucitación boca a boca. Si no hay pulso, debe dar resucitación cardiopulmonar (RCP).

Si un individuo está sangrando copiosamente, debe controlar el sangrado por compresión sobre la herida con un paño o con lo que haya disponible. Si es posible, eleve la herida arriba del nivel del corazón. Si la sangre está brotando, coloque un parcho directamente sobre la herida y haga presión firme. Tome todas las precauciones razonables para evitar el contacto con la sangre. Cobije a la persona herida para evitar trauma “shock” y busque atención médica inmediata. En el caso de una cortadura menos severa, cobije a la persona herida para evitar “shock” (excepto para el caso una cortadura trivial), y busque atención médica. Aplique presión firmemente sobre el parcho que coloca sobre la herida. Solamente individuos entrenados en primeros auxilios deberían realizar torniquetes.

No toque a una persona que esté en contacto con un circuito eléctrico vivo. Primero debe desconectar la fuente de electricidad. De otra manera usted podría ser seriamente afectado.

Limpieza de Derrames

Limpie todos los derrames inmediata, eficiente y apropiadamente. Llame a su instructor y pida ayuda. Alerta a todos los individuos que podría estar en riesgo para evitar que ellos se expongan al peligro y así minimizar su propagación. Con frecuencia la toxicidad de una sustancia es más importante que el volumen derramado.

Si un material inflamable es derramado, inmediatamente alerte a cada uno para poder extinguir las llamas, apague el equipo que produzca chispas tales como motores tipo cepillo, y abandone el área. Si usted tiene que realizar trabajos con material tóxico inflamables utilice la capilla o extractor del laboratorio, si un derrame ocurre dentro del mismo, cierre la pantalla de la capilla o extractor y llame a su instructor.

Rápidamente trate de controlar el derrame sobre las mesas de laboratorio y en el piso. Mientras más pequeñas sea el área afectada, menor será el daño y más fácil de limpiar. Siga las direcciones que le indique su instructor.

Pequeños derrames de líquidos sobre el piso o sobre las mesas de laboratorio (por

ejemplo, menos de 200 mL) pueden ser absorbidos con papel toalla, arena o algún absorbente especial. Claro está, cualquier cosa que se use para absorber un derrame es considerada contaminante y debe ser manejado como un desecho peligroso. Sea particularmente cuidadoso con líquidos inflamables absorbidos durante la limpieza para que no presenten un peligro de fuego. La mayor parte de los derrames de sólidos pueden ser barridos y dispuestos en contenedores apropiados para desechos, pero evite combinaciones reactivas con sustancias químicas que han sido desechadas anteriormente. No deje materiales que hayan sido utilizados en recogidos de derrames en envases de basura abiertos. Siga siempre las indicaciones del instructor al llevar a cabo las operaciones necesarias para recoger el derrame.

Si ha ocurrido un derrame grande de líquido, haga una barrera en el suelo con un material absorbente y un retenedor. Este material está disponible comercialmente o también, algún otro material casero puede ser usado. Si es posible, utilice material absorbente que neutralice los líquidos (piedra caliza o carbonato de sodio para ácidos, solución de tiosulfato de sodio para bromo, etc.). Absorbentes comerciales (por ejemplo, Oil-Dri y Zorb-All), vermiculita, o partículas pequeñas (cerca de 30 mesh), material que se utiliza como absorbente en excrementos de gatos o cualquier otro absorbente. La arena seca es menos efectiva.

Utilice un recogedor y una escoba, y también debe usar guantes protectores para limpiar derrames secos y derrames de líquidos que han sido absorbidos por un absorbente. Utilice guantes de cuero u otros guantes de protección cuando limpie vidrio roto. Entonces, mientras utilice los guantes protectores, limpie el área contaminada con jabón y agua, y séquelo con un paño, mapo o frega pisos. Coloque una señal de advertencia que diga "Piso mojado y resbaloso", o salpique algún absorbente sobre el punto del derrame. Sin embargo, debe tener cuidado porque la vermiculita, así como los demás absorbentes pueden crear el peligro de resbalar si éste está disperso sobre una superficie húmeda.

Apéndice 1. La Red cibernética como una fuente de información en seguridad.

La red cibernética ofrece muchas fuentes de seguridad. Desafortunadamente, muchas contienen una mezcla de información exacta e inexacta. Algunas fuentes no son confiables, siendo más que todo expresiones incorrectas concernientes a materia de seguridad de sustancias químicas y del ambiente.

Portales Recomendados

El portal electrónico de la división del ACS de Seguridad y Salud de sustancias químicas (CHAS, siglas en inglés) es accesible a través del portal electrónico del ACS en chemistry.org (presione sobre Divisiones Técnicas, después de presionar el portal de las Divisiones). Este portal provee enlaces o conectores a otros portales de seguridad que han sido evaluados y encontrados como confiables por miembros de CHAS quienes han revisado cada uno de ellos y han encontrado que la información de seguridad química es confiable. Este lugar enlaza o conecta a la agencia federal que promulgan las regulaciones relacionadas con seguridad y con fundaciones, compañías y otras sociedades que tienen un interés en aspectos de seguridad en química.

Presione sobre el enlace o conector de la OSHA o vaya directamente a www.osha.gov para el bosquejo de qué es lo que está llevando a cabo en OSHA, incluyendo estadísticas, descripción de la agencia, sus Noticias "Newsroom" (exposiciones, noticias, testimonios, publicaciones), y las regulaciones de la OSHA. De especial interés son los Estándares -29 "Standards-29 CFR" (indicando que ellos fueron publicados en el volumen 29 del Code of Federal Regulations. Sección "1910.1450-Exposición Ocupacional en Laboratorios a Sustancias Químicas, conocidos más comúnmente como Procedimientos Estándares de laboratorio "Laboratory Standards", son de particular importancia. Para encontrar esta información, entre a: "1910.1450" en la opción de búsqueda.

Otros sitios útiles son:

- The Canadian Centre for Occupational Health and Safety, www.ccohs.ca
- The U.S. Environmental Protection Agency, www.epa.gov
- The National Institute for Occupational Safety and Health, www.cdc.gov/niosh/homepage.html
- The National Library of Medicine, www.nlm.nih.gov

Existen otros sitios confiables, por ejemplo, aquellos de algunas universidades y colegios y varios otros bajo el patrocinio de asociaciones públicas y de otras organizaciones; sin embargo, es posible encontrar algunas no confiables. Usted debe contar con recomendaciones personales para el uso de otras fuentes.

Apéndice 2. Sustancias químicas incompatibles.

Use esta tabla sólo como una guía. Incompatibilidades específicas se detallan en las Hojas de Seguridad MSDS. Consulte en Bretherick's Handbook of Reactive Chemical Hazards (Urben, P.G.; Butterworth-Heinemann: London, 2000; book and CD-ROM) para una lista extensiva y una discusión profunda de las incompatibilidades químicas.

Sustancia Química	Incompatible con
Ácido acético	Agentes oxidantes, por ejemplo, ácido crómico, ácido nítrico, compuestos hidroxílicos, glicol de etileno, ácido perclórico, peróxidos, permanganatos
Acetona	Ácido nítrico, ácido sulfúrico, otros agentes oxidantes
Acetileno	Cloro, bromo, cobre, flúor, plata, mercurio
Metales alcalinos y alcalinotérreos	Agua, tetracloruro de carbono, otros compuestos hidrocarburos clorinados, dióxido de carbono, halógenos
Amoniaco (anhidro)	Mercurio (por ejemplo, en manómetros), cloro, hipoclorito de calcio, yodo, bromo, ácido fluorhídrico
Nitrato de amonio	Ácidos, metales pulverizados, líquidos inflamables, cloratos, nitritos, azufre, materiales orgánicos finamente divididos o combustibles
Anilina	Ácido nítrico, peróxido de hidrógeno
Materiales arseniosos	Agentes reductores
Azuros	Ácidos
Bromo	Ver cloro
Óxido de calcio	Agua
Carbón (activado)	Hipoclorito de calcio, otros agentes oxidantes
Cloratos	Sales de amonio, ácidos, metales pulverizados, azufre, materiales orgánicos finamente divididos o combustibles
Cloro	Amoniaco, acetileno, butadieno, butano, metano, propano (o otros gases de petróleo), hidrógeno, carburo de sodio, benceno, metales finamente divididos, turpentino
Dióxido de cloro	Amoniaco, metano, fosfina, sulfuro de hidrógeno
Trióxido de cromo (Ácido crómico)	Ácido acético, naftaleno, alcanfor, glicerol, alcohol, líquidos inflamables
Cobre	Acetileno, peróxido de hidrógeno
Cianuros	Ácidos

Líquidos inflamables	Nitrato de amonio, ácido crómico, peróxido de hidrógeno, ácido nítrico, peróxido de sodio, halógenos
Hidrocarburos (por ejemplo, butano, propano, benceno)	Flúor, cloro, bromo, ácido crómico, peróxido de sodio, otros agentes oxidantes
Ácido cianhídrico	Álcalinos
Ácido fluorhídrico	Permanganato de potasio, ácido sulfúrico
Sulfuro de hidrógeno	Óxidos de metales, cobre pulverizado, gases oxidantes
Hipocloritos	Ácidos, carbón activado, amoniaco
Yodo	Acetileno, amoniaco (acuoso o anhidro), hidrógeno
Mercurio	Acetileno, ácido fulmínico, amoniaco
Nitratos	Metales y no metales pulverizados, sulfuros de metales, líquidos inflamables/combustibles
Ácido nítrico	Ácido acético, anilina, ácido sulfúrico, ácido crómico, ácido cianhídrico, sulfuro de hidrógeno, líquidos y gases inflamables/combustibles, cobre, bronce, metales pesados, álcalinos
Nitritos	Sales de amonio, amidas, fosfuros, agentes reductores
Nitroparafinas	Ácidos, bases, aminas, haluros
Ácido oxálico	Plata, cloritos, urea
Oxígeno	Aceites, grasa, hidrógeno, y otros agentes reductores, incluyendo líquidos, sólidos y gases
Percloratos	Ver cloratos
Ácido perclórico	Agentes reductores como anhídrido acético, bismuto y sus aleaciones, alcoholes, papel, madera, grasa, aceites
Fósforo (blanco)	Aire, oxígeno, álcalinos, halógenos, óxidos de halógenos, agentes oxidantes
Potasio	Tetracloruro de carbono, dióxido de carbono, agua
Permanganato de potasio	Glicerol, glicol de etileno, benzaldehido, otros agentes reductores, ácido sulfúrico
Sodio	Tetracloruro de carbono, dióxido de carbono, agua
Peróxido de sodio	Alcohol etílico y metílico, ácido acético glacial, anhídrido acético, benzaldehido, disulfuro de carbono, glicerina, glicol de etileno, acetato de etilo, acetato de metilo, furfural
Sulfuros	Ácidos
Ácido sulfúrico	Permanganatos, agua, disoluciones acuosas, agentes reductores, cloratos, percloratos, ácido nítrico

Índice

- Absorción de sustancias químicas tóxicas, 10-12
- Ácidos, 22-23
- Aire comprimido, 30
- Alergénicos, 11
- Ascensores, 36
- Baños de aceite, 31
- Baños de arena, 31
- Baños de enfriamiento, 31-33
- Bases, 22-23
- Batas de laboratorio, 4, 5, 30
- Calentadores de cerámica, 8, 9, 27
- Capillas de laboratorio, 7-8, 13, 16-18, 20, 22-25, 28-29, 34, 38-39
- Centrifugas, 29-30
- Chicle en los laboratorios, 5
- Comida o bebidas en los laboratorios, 5, 8, 9
- Comportamiento, 5-6
- Concentración y dosis letales, 14
- Control de temperatura, 31-33
- Cosméticos en los laboratorios, 5
- Cristalería, 5-8, 27-33, 36, 38-39
- Delantales, 4
- Destilaciones, 7, 30, 33-34
- Disolventes, 22
- Disposición, 1, 9, 15, 16, 27, 29, 38-39
- Divulgación de problemas de seguridad, 3, 6, 35
- Duchas de seguridad, 1, 3, 5, 35-38
- Efecto antagonístico, 11
- Efecto sinérgico, 11
- Equipo de seguridad, 1, 3, 35-39
- Equipo eléctrico, 29, 38-39
- Equipo que se deja operando solo, 9
- Etiquetas, 10-12, 15-20, 31
- Evacuación, 35, 36
- Extintores para fuego, 35-37
- Extracciones, 8
- Guantes, 4-6, 12, 13, 17, 25, 33
- Hojas de Seguridad (MSDS), 7, 33, 37, 38
- Incendios, 7-9, 25, 35-37
- Ingestión de la sustancias químicas tóxicas, 10, 11
- Ingestión de sustancias químicas tóxicas, 10-12
- Inhalación de vapores químicos, 6-7, 10, 12
- Joyería, 4, 37
- La administración de salud y seguridad (OSHA), 12-14, 40
- La red cibernética, 40
- Lámparas de mercurio, 30-31
- Lámparas UV, 30-31
- Lavado batas de laboratorio, 5
- Lavado de las manos, 5, 12, 18
- Lavatorio de ojos, 1, 3, 5, 35, 37-38
- Lentes de contacto, 3, 5, 16, 17
- Lentes de seguridad, 1, 3-4, 16, 17, 30, 32
- Límite de exposición permisible (PEL), 12-14, 20-22
- Límite de techo, 13
- Límites de exposición a tiempo corto (STEL), 15
- Límites de inflamabilidad, 14
- Mantenimiento y limpieza del laboratorio, 6, 34-37
- Máscaras protectoras, 4, 17, 27, 30, 33
- Materiales radiactivos, 9
- Materiales tóxicos, 24-26
- Núcleos de ebullición, 7, 28
- Número de registro CAS, 13
- Pelo, 4, 5
- Peróxidos orgánicos y precursores de peróxidos, 8, 19, 22, 25-26
- Pipeta, 5
- Presión reducida, 7-8, 28, 33-34
- Prevención de accidentes, 1-9, 35-37
- Primeros auxilios, 14-15, 22-25, 38, 39
- Procedimientos de emergencia, 9, 35-39
- Promedio medido en el tiempo (TWA), 15
- Protección de ojos, 3-5
- Protección personal, 1, 3-5
- Protocolo, 5-9
- Punto de ignición, 13
- Refrigeradores, 8-9
- resucitación boca a boca, 38-39
- Resucitación cardiopulmonar (RCP), 38
- Sangrante, 38
- Sitios web, 40
- Sustancias químicas
 - peligros, 10-26
 - tabla, 16-20
 - derrames, 38-39
- Sustancias químicas incompatibles, 20-21, 41-42
- Sustancias químicas peligrosas, 3-5, 20-26
- Tabaco en los laboratorios, 5
- Técnicas de laboratorio, 27-34
- Teléfonos, 4, 35
- Temperatura de autoignición, 14, 27
- Torniquetes, 38
- Toxicidad, 10-12
- Trabajando solo, 5
- Trampas frías, 32
- Trauma "shock", 38
- Valor límite del umbral (TLV), 12, 13, 15, 20, 22
- Vapor, 6-8, 30
- Venenos, 10-12
- Vesimenta, 4, 5, 16, 18, 37, 38
- Vidrio quebrado, 6, 9, 11, 27, 39
- Violaciones de las normas de seguridad, 6
- Visitantes, 5
- Zapatos, 4, 5, 16, 37