

Información General sobre Materiales, Seguridad y Equipos para la Nanotecnología

ESC 211

Traducción: Prof. Mitk'El B. Santiago-Berríos – Universidad Metropolitana (Puerto Rico)

Unidad 1

Seguridad y el Medio Ambiente

Conferencia 1

Aspectos Generales de Seguridad, la Seguridad y las Preocupaciones Ambientales

Contenido

- Conciencia colectiva sobre Seguridad
- Seguridad en Reacciones Químicas
- Seguridad en el uso de Gases
- Seguridad Biológica
- Seguridad en los Nanomateriales
- Seguridad en el Área de Energía
- Preocupaciones sobre el Ambiente

Concencia colectiva sobre Seguridad



¡Un ambiente de laboratorio seguro comienza contigo!

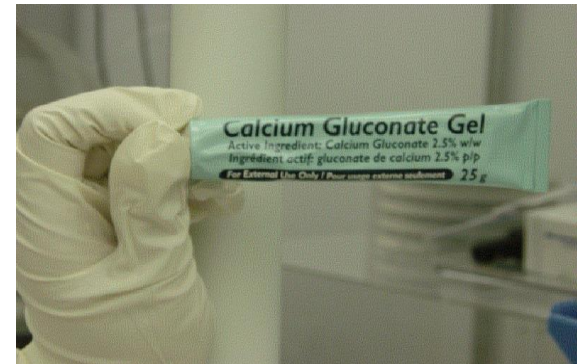
Equipo de Seguridad Personal Básico

- Un equipo de protección personal incluye gafas de seguridad, guantes y batas de laboratorio que deben ser utilizados en TODO momento.
- El entrenamiento sobre prácticas de laboratorio debe ser aplicado con toda la seriedad que corresponde y asegurarse que sean aplicados en el área de trabajo eficientemente.

Seguridad en las Facilidades

- Los siguientes equipos deben ser encontrados en el área del laboratorio:
 - Un equipo de Primeros Auxilios que incluyan un gel de gluconato de calcio
 - Extinguidores de Fuego
 - Duchas de seguridad
 - Estaciones de Lavado de Ojos
 - “Kits” de recogido y limpieza de derrames químicos
- Estos materiales deben ser colocados en un lugar de fácil acceso e identificados en el laboratorio en caso de una emergencia donde se necesiten.

Algunos de los Equipos Básicos de Seguridad



Materiales

- Muchos de los químicos (líquidos, gases, sólidos) que se utilizan en la nanosíntesis son peligrosos;
 - Tóxicos
 - Corrosivos
 - Irritantes
 - Inflamables
 - Pirofóricos
 - Explosivos
 - Asfixiantes

El “Right to Know Act” (La ley del Derecho a Conocer)

- Las industrias que suplen materiales deben proveer información de seguridad que se conocen como “Material Safety Data Sheet” (MSDS)
 - Como resultado de la ley de “Right to Know Act” las hojas del MSDS tienen que estar disponibles en el lugar donde se utilizan.

MSDS



Información Básica en los MSDS

- Identificación del Reactivo
 - Nombre del compuesto: el nombre químico y el común
 - Composición/información sobre los ingredientes que lo forman
- Identificación de Peligrosidades
 - Salud
 - Inflamabilidad
 - Clasificación de Reactividad
 - Reactividad al Contacto (advertencias adicionales)
- Límites de Exposición
 - Límites de exposición permitido
 - Valor de límite umbral
- Almacenaje y Manejo
- Equipo de Protección Personal (PPE, por sus siglas en inglés)

[http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10099#1910.1200\(g\)](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10099#1910.1200(g))

Continuación sobre la Información Básica en los MSDS

- Requerimientos sobre equipo preventivo en el manejo y el uso en las facilidades
- Control sobre la limpieza y exposición de derrames y fugas (Primeros Auxilios)
- Propiedades Físicas y Químicas
- Estabilidad y Reactividad
 - Materiales incompatibles
- Información Toxicológica
- Información Ecológica
- Consideraciones sobre la Disposición de Desperdicios
- Información sobre el transporte
- Información sobre Regulaciones Adicionales

[http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10099#1910.1200\(g\)](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10099#1910.1200(g))

Terminología de Impacto

- Interacciones adversas con materiales han sido definidas previamente. Las siguientes páginas resumirán este vocabulario para ayudar a entender la documentación de seguridad que aparece en la literatura.

Irritante

- Una sustancia química que causa inflamación reversible al tejido orgánico en el sitio de contacto.
- Las sustancias irritantes pueden afectar la piel, ojos, membranas mucosas y/o el tracto respiratorio.
- La exposición a sustancias irritantes puede no causar una inflamación instantánea.

Mutágeno

- Cualquier sustancia que puede causar un aumento en la rapidez de cambio de genes.
- Mutaciones pueden pasar de una célula a otra en el momento que se reproducen.
- Estas líneas de células que contienen mutaciones pueden resultar en el crecimiento de tumores y en cáncer.

Teratógeno

- Cualquier tipo de sustancia que previene el crecimiento normal de un embrión.
- Los virus, radiación y sustancias químicas pueden ser teratógenos.
- Teratógenos pueden hacer daño al sistema reproductivo y al sistema endócrino.

Carcinógenos

- Una sustancia que causa la proliferación incontrolada de células en un tejido.
- Algunos carcinógenos pueden ser mutágenos o teratógenos.

Sensibilizadores

- Una sustancia química que puede causar que una persona desarrolle una reacción alérgica luego de varias exposiciones.
- *Hipersensibilidad Química* es el término que se utiliza para describir la condición de ser expuesto a un sensibilizador.

Gabinetes de Almacenaje de Sustancias Químicas

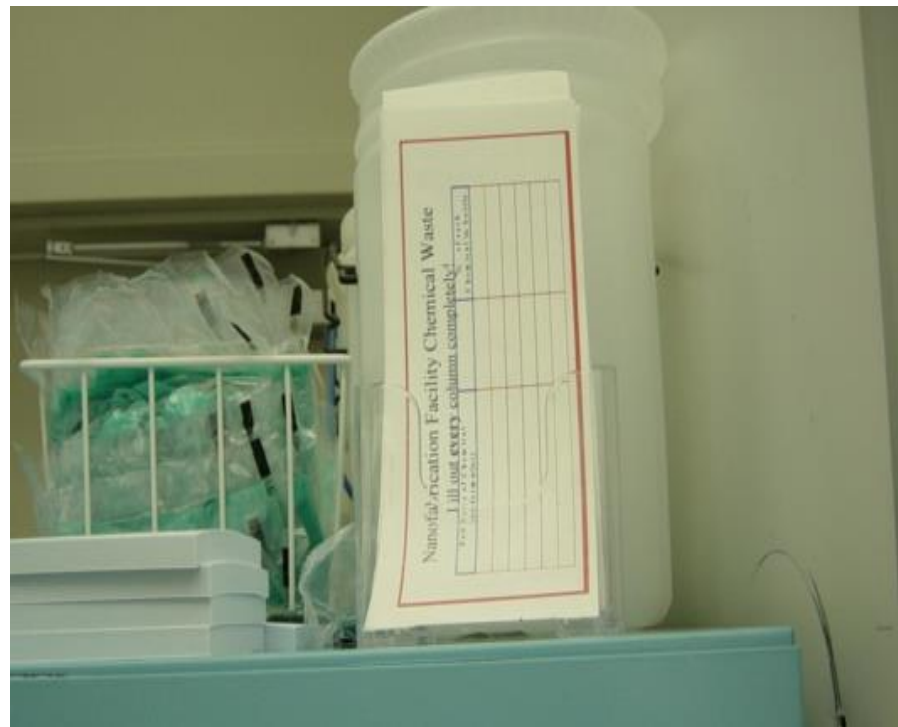


Compatibilidad Química

- Aunque algunos materiales pueden ser considerados como seguros, pueden ser considerados como peligrosos, si se combinan con otro tipos de materiales o si sus propiedades pueden cambiar si hay algún cambio en tamaño.
- Es importante entender la compatibilidad química y a que nivel de exposición al material es considerado seguro.

Disposición de Desperdicios Químicos

- El nombre completo de la sustancia química debe ser escrito en una etiqueta así como sus proporciones relativas.



Disposición de Desperdicios Químicos

- La etiqueta debe ser llenada correctamente y colocada sobre la etiqueta original del envase para evitar que ocurran mezclas innecesarias.
- El envase que se utilizará para desperdicios debe ser lavado al menos tres veces con agua deionizada.
- La tapa del envase debe ser sustituida por una tapa ventilada para que no haya ningún tipo de presión debido a la formación de gases, evitando que ocurra una explosión.

Full Name of Chemical (no formulas)	% of each Chemical in bottle
Hydrochloric Acid	< 1%
Water	99%

J. T. Baker
A Division of Waterscott Baker Inc.
Piquette, NJ 07986-0001
PH: (609) 884-2700

Disposición de Desperdicios Químicos

- El envase de desperdicios debe ser colocado en un envase secundario.
- Esto previene de serios daños en el evento que el envase se rompa y ocurra un derrame.
- Ácidos, bases y disolventes deben tener un envase secundario en TODO momento.



Disposición de Desperdicios en el Estado Sólido

- Cristal roto y algún otro tipo de material en el estado sólido deben ser colocados en un envase provisto para ese tipo de material.
- Residuos de materiales en el estado sólido deben ser recogidos, guardados y dispuestos de forma correcta.

Contenido

- Conciencia colectiva sobre Seguridad
- Seguridad en Reacciones Químicas
- Seguridad en el uso de Gases
- Seguridad Biológica
- Seguridad en los Nanomateriales
- Seguridad en el Área de Energía
- Preocupaciones sobre el Ambiente

Guías de seguridad cuando se trabaja en el Banco de Trabajo

- Utilice gafas de seguridad en todo momento.
- Escudo de cara, batas de laboratorio y guantes de nitrilo deben ser utilizados en caso de que se esté trabajando con sustancias corrosivas.
- Mantenga los ácidos, bases y disolventes en áreas de almacenaje diferentes.

Ropa de Seguridad para trabajar en el Banco de Trabajo

Escudo de Cara



**Bata de laboratorio
o Delantal**



Guantes de Nitrilo



Guías de Seguridad

- Siempre agregue la sustancia química al agua, no de forma inversa.
- Descarte soluciones químicas utilizadas en el envase de desperdicios de plástico correspondiente.
- Antes de utilizar un envase de desperdicio nuevo, asegúrese de que haya sido enjuagado tres veces con agua deionizada.

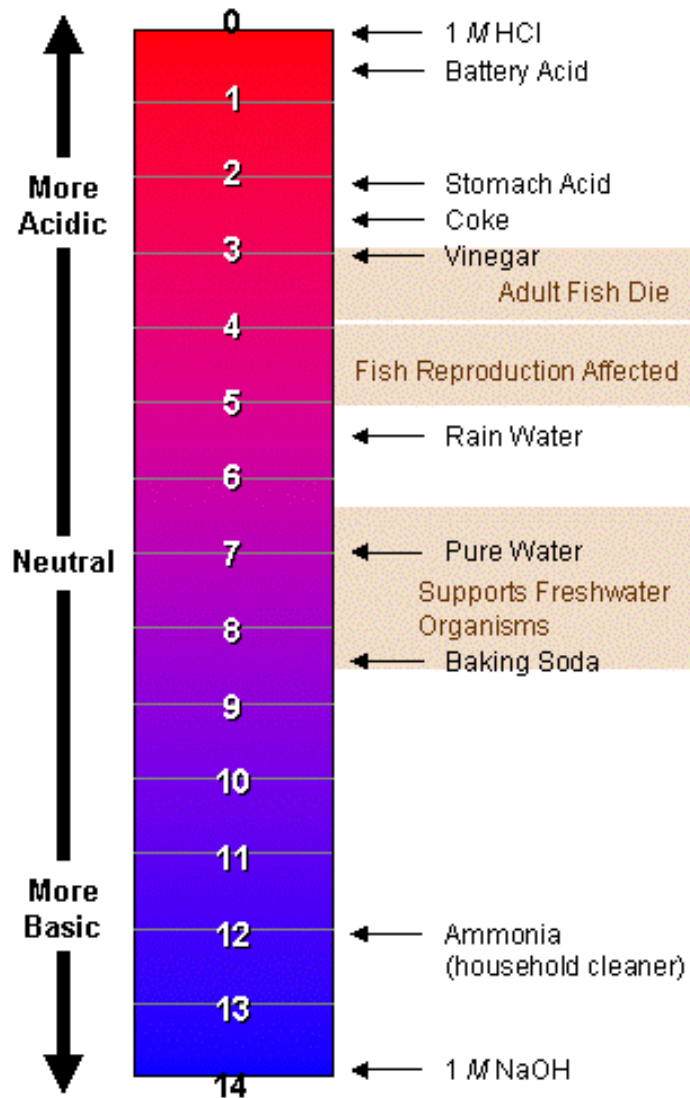
Materiales Corrosivos

- Ácidos y bases fuertes son corrosivos fuertes y potencialmente causan quemaduras serias y daños a los ojos.
- Corrosivos puede ser ácidos o básicos e incluyen, pero no son limitados a:
 - Ácido hidrofúrico (extremadamente peligroso)
 - Ácido sulfúrico
 - Ácido nítrico
 - Ácido hidrocloreico
 - Hidróxido de sodio
 - Hidróxido de amonio

pH

- Es la medida de la concentración de H^+ en solución.
- Es el negativo del \log_{10} de la concentración de H^+
- $\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = \log (1/[\text{H}^+])$
- Hay un cambio en el orden de magnitud para cada valor en la escala de pH.

Escala de pH



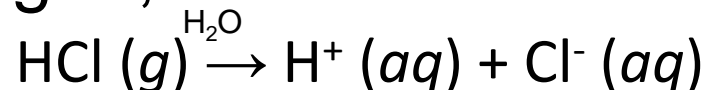
Ácidos

- Compuestos que pueden aumentar la concentración de hidronio en una solución acuosa.
- Una sustancia con un pH menor de 7 es considerado como un ácido.
- La definición de ácido de Brønsted-Lowery nos dice que un ácido es una sustancia que es capaz de donar un protón.

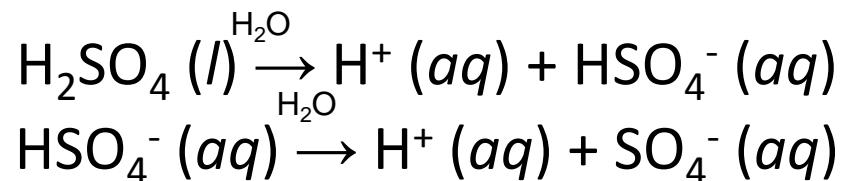
Brow, T. LeMay, H. *Chemistry The Central Science*. New Jersey 1988

Ácidos

- Cuando cloruro de hidrógeno (HCl) gaseoso es disuelto en agua, se disocia en H^+ y Cl^-



- Algunos ácidos como ácido sulfúrico son líquidos. Disolver H_2SO_4 en agua se puede disociar en 2H^+ y SO_4^{2-}



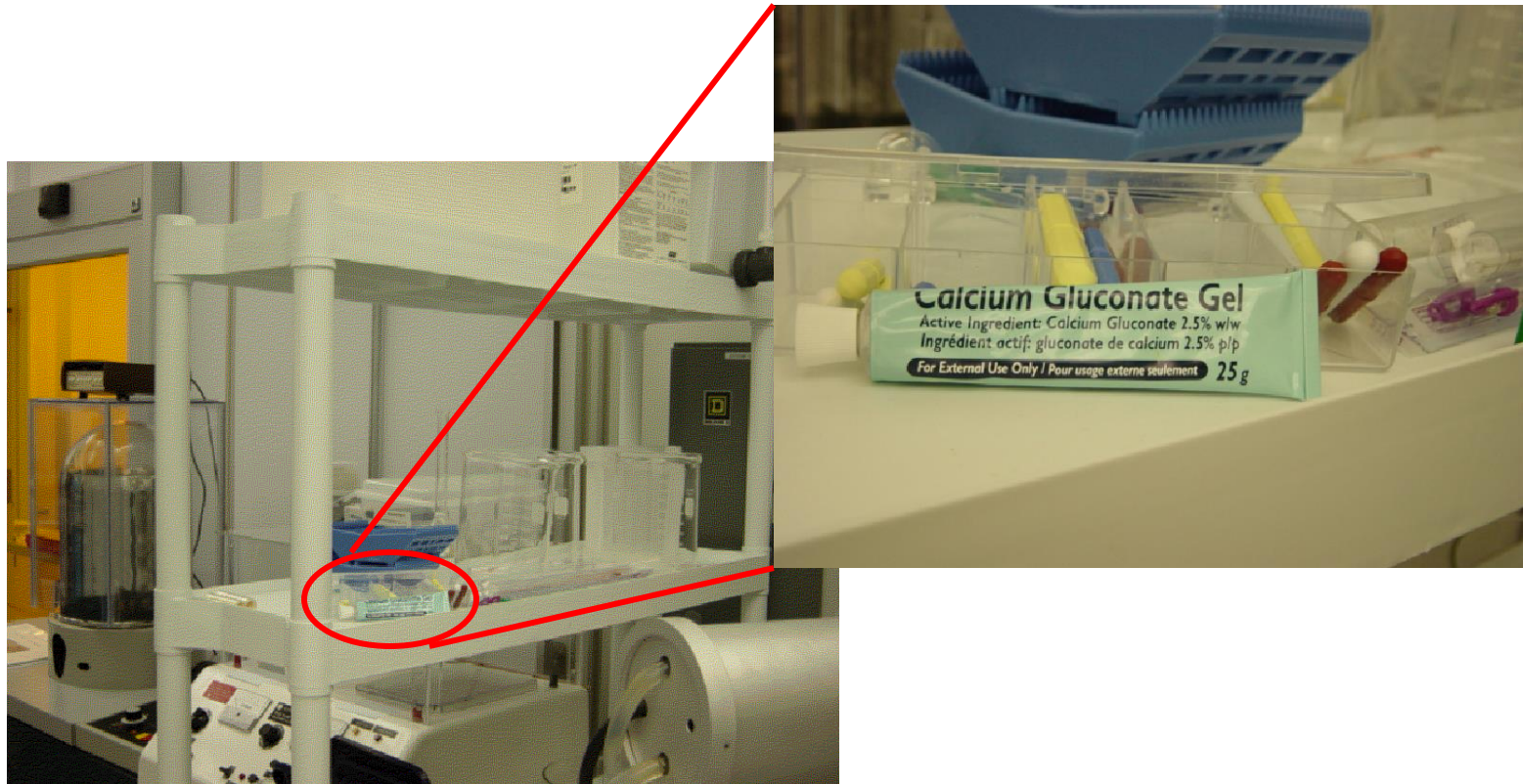
Ácido hidrofluorico (HF)

- HF es utilizado comúnmente para fucionalizar y/o limpiar dióxido de silicio (ej. Cristal) durante nanofabricación.
 - Debe ser guardado y dispuesto en envases de plástico.
- Si una exposición ocurriese, HF reacciona violentamente con el calcio del cuerpo y daña las terminaciones del sistema nervioso.

Exposición al ácido hidrofúórico

- En el evento de exposición a HF, lave el área con agua y aplique el gel de gluconato de calcio, que se coloca cercano al banco de trabajo.
- Exposición requiere una visita al hospital.

Gel de Gluconato de Calcio

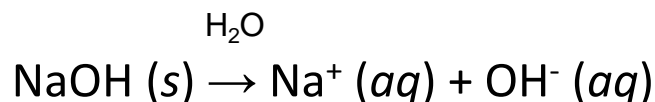


Bases

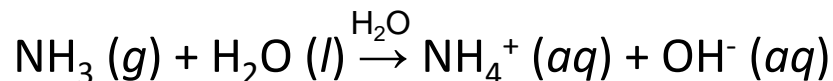
- Sustancias que aumentan la concentración de iones de OH^- en soluciones acuosas.
- Cualquier tipo de sustancia con un pH mayor de 7 es considerado como una base.
- Según la definición ácido-base de Brønsted-Lowery una base es una sustancia que es capaz de aceptar un protón.

Bases

- Algunas bases consisten de compuestos iónicos como NaOH, que se disocian en agua formando Na^+ y OH^- :



- Algunas bases como amoniaco (NH_3) son bases, aún cuando OH^- no se encuentre presente:



- Debido a que el amoniaco aumenta la concentración de OH^- en una solución acuosa, es una base. Una solución acuosa de hidróxido de amonio (NH_4OH), nos recuerda que es una base.

Disolvente

- Es un compuesto que al combinarse con otro forma una sola fase, lo que llamamos una solución.
- Una sustancia en la cual un soluto se disuelve.
- Los disolventes se almacenan en lugares comunes. Deben ser manejados con cuidado, debido a que muchos son inflamables, volátiles y son potencialmente explosivos.

Disolventes

- Algunos disolventes comunes
 - Agua deionizada (DI)
 - Acetona
 - Isopropanol (IPA)
 - Tricloroetileno (TCE)
 - Acetato metil glicol de etileno éter (EGMEA)

Agua Deionizada

- Agua DI es agua ultra purificada utilizando nanotecnología
 - Una serie de resinas de intercambio iónico se utilizan para remover sales electroactivos que se encuentran en el agua potable.
- El agua es transformado de un medio conductivo a un medio que demuestra resistencia eléctrica. Su resistividad es de 18 megaohm-cm a 25 °C.
- Agua DI se considera como un disolvente universal, es decir, muchos solutos pueden ser disueltos en el.

Agua Deionizada

- La pureza del agua DI se mantiene asegurando que la resistividad se mantenga relativamente constante a 18M Ω -cm.
- El agua DI utilizado en nanotecnología se le nombra como el agua **18 mega-ohm**.
- Es importante recordar que el agua DI es el resultado de un proceso químico. Se debe manejar con cuidado como cualquier reactivo que se encuentre en el “cleanroom” (cuarto limpio)
 - El ingerir agua DI resultará que las sales salgan del cuerpo, lo cual resultaría fatal.

Acetona

- Químicamente clasificada como una cetona
- Es un disolvente de limpieza de propósito general
- Es un limpiador orgánico
- Extremadamente volátil
- Inflamable
- Irritante

Acetona

- Si inhala vapores, el tracto respiratorio se verá afectado y los síntomas van desde tos, mareos hasta dolor de cabeza.
- Exposición a altas concentraciones de vapores puede causar narcosis y desmayos.
- Exposición prolongada puede causar daño al sistema nervioso central, hígado y a los riñones.

Isopropanol (IPA)

- Químicamente clasificado como un alcohol
- Es un disolvente de limpieza de propósito general
- Es un limpiador orgánico
- Extremadamente volátil
- Inflamable
- Irritante

Isopropanol (IPA)

- Si inhala vapores, el tracto respiratorio se verá afectado y los síntomas van desde tos, mareos hasta dolor de cabeza.
- Exposición a altas concentraciones de vapores puede causar narcosis y desmayos.
- Exposición prolongada puede causar daño al sistema nervioso central.

Tricloroetileno (TCE)

- Químicamente clasificado como un hidrocarburo clorinado
- Es un disolvente de limpieza para propósitos generales
- No es inflamable
- Carcinógeno

Tricloroetileno (TCE)

- Si inhala vapores, el tracto respiratorio se verá irritado e inflamado.
- Exposición a altas concentraciones de vapores puede causar daños al sistema nervioso central, confusión mental, euforia y la muerte.
- Exposición prolongada puede causar problemas al corazón, pulmones y riñones. También puede causar cáncer.

Acetato metil glicol de etileno éter (EGMEA)

- Químicamente clasificado como un éter
- Es un disolvente para disolver resinas
- Inflamable
- Irritante
- Teratógeno

Acetato metil glicol de etileno éter (EGMEA)

- Irritante al sistema respiratorio y al sistema nervioso.
- Puede causar defectos de nacimiento y a los embriones
 - Causa mutaciones a los órganos reproductivos.
- Exposición prolongada causa daño al hígado, testículos, riñones y a la médula ósea.

Ejemplo de una Reacción simple tipo “Wet Chemistry”

Limpieza utilizando una solución Piraña

- Una mezcla de ácido sulfúrico y peróxido de hidrógeno a una razón de 70:30 reacciona vigorosamente desalojando material orgánico e inorgánico de la superficie de un sustrato.
 - Disuelve efectivamente compuestos orgánicos
- Cuando se mezclan estas dos sustancias, una reacción exotérmica ocurre elevando la temperatura de 110 °C a 130 °C.

Ejemplo de una Reacción simple tipo “Wet Chemistry”

- Cuando es colocado en un contenedor cerrado, vapores pueden acumularse de modo tal que el potencial de una explosión es alta.
- Debido a este potencial de peligro, su uso es restringido a miembros del staff solamente.