



# Безпека у лабораторії

д.х.н. Волочнюк Д.М.

## По закінченні заняття студенти повинні уміти:

- Орієнтуватись у питаннях безпеки для працівників лабораторії.
- Визначати потенційну небезпеку, пов'язану з використанням хімічних речовин.
- Вибирати відповідні засоби індивідуального захисту під час роботи в лабораторії.
- Визначати класи пожеж та тип вогнегасників для кожної.
- Знати запобіжні заходи при роботі з електрообладнанням, криогенними матеріалами та стисненими газами, а також способи уникнення механічних небезпек, пов'язаних з лабораторним обладнанням.
- Вибирати правильні способи утилізації відходів, що утворюються в під час роботи в лабораторії.

## Міжнародні

**Occupational Safety and Health  
Administration (OSHA)**  
*(Адміністрація з питань безпеки  
та гігієни праці)*



OSHA офіційно заснована  
28 квітня 1971, США

## Україна

**МІНІСТЕРСТВО  
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ  
УКРАЇНИ  
НАКАЗ**

**11.09.2012 № 1192**

Зареєстровано в Міністерстві  
юстиції України  
25 вересня 2012 р.  
за № 1648/21960

**Про затвердження Правил  
охорони праці під час роботи в  
хімічних лабораторіях**

## Статистика США по 9 штатах (1999-2008)

Було зареєстровано **57975** інцидентів, пов'язаних з небезпечними хімічними речовинами, з них **4621** спричинили травму 15506 осіб. Понад 1/3 травм отримана у 5 Топ галузях промисловості та 30% інцидентів мали місце саме там. Найбільше постраждалих було у хімічній промисловості (**1773** особи). Однак, що було неочікувано, на другому місці (**1562** травмовані особи) були працівниками у закладах освіти. Причому у хімічній промисловості постраждали **407** студентів (**23%** з 1 753), а у освітніх закладах - **1092** студенти (**70%** з 1 562).

Людська недбалість була основним фактором, що впливає на цю кількість травм у освіті, другим - навмисні або неправомірні дії, а лише потім - несправності обладнання.



**Сьогоднішній цикл у академічній освіті, де відсутність викладання безпеки генерує нових випускників, які нею нехтують**

*Journal of Chemical Health & Safety, 2015,  
[dx.doi.org/10.1016/j.jchas.2015.10.017](https://doi.org/10.1016/j.jchas.2015.10.017)*

- **У**свідомлювати небезпеку
  - **О**цінити ризики небезпеки
  - **М**інімізувати ризики небезпеки
  - **П**ідготуватись до надзвичайних ситуацій
- **R**ecognize hazards
  - **A**ssess the risks of hazards
  - **M**inimize the risks of hazards
  - **P**repare for emergencies

*Hill, R. H.; Finster, D. C. Laboratory Safety for Chemistry Students; John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, NJ, 2010.*

# Небезпека vs Ризик

Тип небезпеки	Приклад	Можливе ушкодження
<b>Предмет</b>	Розбите скло	Порізи
<b>Речовина</b>	Натрій гідроксид	Опіки шкіри
<b>Джерело енергії</b>	Пальник Бунзена	Пожежа
<b>Умови</b>	Волога підлога	Втрата рівноваги та падіння, можливе трамвування

1. Удар електричним струмом
2. Токсичні пари та подразники
3. Стиснені гази
4. Легкозаймисті рідини
5. Їдкі речовини
6. Механічні травми
7. Отруйні речовини
8. Кріогенні матеріали



**Безпека починається з розпізнавання загрози та досягається завдяки застосуванню:**

- ✓ Здорового глузду
- ✓ Ставлення, орієнтованого на безпеку
- ✓ Правильної особистої поведінки / звичок
- ✓ Дотримання чистоти та порядку в лабораторії
- ✓ Постійної практики правильного та безпечного використання лабораторної техніки



## Правильна особиста поведінка/звички

- ✓ Користуватися спецодягом та іншими захисними засобами
- ✓ Прибирати довге волосся
- ✓ Не вживати їжу, напої та не палити у лабораторії
- ✓ Ніколи не всмоктувати рідину до піпетки ротом
- ✓ Часто мити руки





- ✓ Тримати робочу зону вільною від реактивів, брудного посуду тощо.
- ✓ Зберігати реактиви відповідним чином
- ✓ Підписувати реактиви та розчини
- ✓ Ставити попереджувальні позначки (знаки)

- ✓ Не використовувати нове або незнайоме обладнання, поки не отримаєте інструкції та дозвіл
- ✓ Уважно читати всі написи (етикетки) та інструкції
- ✓ Використовувати засоби індивідуального захисту, що надаються
- ✓ Для безпечного зберігання, використання та утилізації хімічних речовин вивчати їх властивості та застереження по роботі з ними
- ✓ Дізнатися про екстрені заходи безпеки та ознайомитися з розташуванням аптечки, пожежних виходів, вогнегасників, кошми тощо
- ✓ Бути обережними, переносячи реактиви з ємності у ємність, і повільно додавати кислоту до води.

**У більшості випадків, нещасні випадки відбуваються з двох основних причин:**

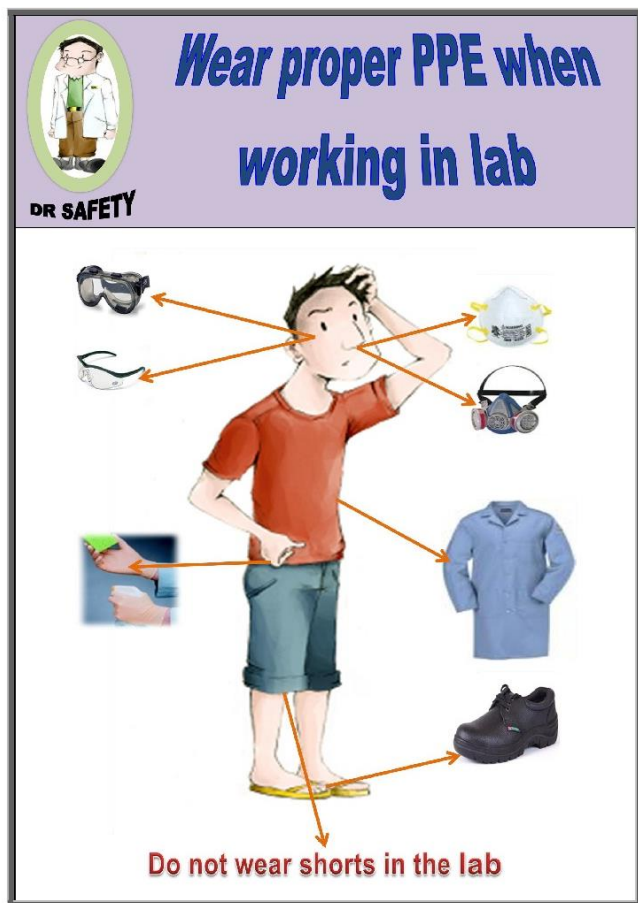
1. Небезпечні дії (ОСОБИСТІ)
2. Небезпечні умови (ОТОЧЕННЯ)

## Три стратегії запобігання ризикам:

1. Інженерний контроль
2. Засоби індивідуального захисту
3. Робочий (поточний) контроль

**Інженерний контроль** - це функції безпеки, що були закладені при проектуванні лабораторій

- ✓ Автоматичні вимикачі
- ✓ Ємності для відходів, що щільно закриваються
- ✓ Захист від розбризкування рідин
- ✓ Ємності для летких рідин
- ✓ Засоби безпеки для центрифуг
- ✓ Витяжні шафи
- ✓ Механічні пристрої для піпеток
- ✓ Мийки та крани з сенсорним або ножним контролем



**Засоби індивідуального захисту**, такі як рукавички та лицьові щитки, фізично відділяють користувача від джерела небезпеки

## Засоби Індивідуального Захисту (ЗІЗ)



## Захист очей





### Застереження з минулого



Мало хто знає, що я осліп на одне око внаслідок випадку у лабораторії у 1970, невдовзі після мого початку роботи у MIT як асистента. Я завжди надягав окуляри за робочим столом та сумлінно виконував всі заходи безпеки.

Ранком дня, коли стався цей випадок, я вже збирався іти додому з лабораторії. Я поглянув у прохід, що роблять мої колеги, повернувся до свого столу, зняв окуляри та поклав у халат. Ідучи до дверей, я проходив повз стіл, де аспірант першого року запаював ампулу для ЯМР. Я спитав що сталося, та він відповів: “Все добре, я її запаяв”.

Я зупинився біля його столу, витяг ампулу з бані та підніс її до світла. Ампула почала відразу ж обмерзати і, як тільки я протер її, щоб краще побачити вміст, помітив, що рівень розчинника був надзвичайно високим. Раптом рівень розчинника знизився на кілька сантиметрів. Хоча я відразу зрозумів, що зріджений кисень був у ампулі, але буквально не міг поворухнутись до вибуху. Малесенькі друзки пошкодили мою рогівку, проникли в райдужну оболонку та викликали часткову втрату функції одного ока. Іншими ушкодженнями були поверхневі подряпини обличчя.

***K. Barry Sharpless, | Professor March 11, 1992 MIT Tech Talk (Vol. 36, # 23)***



## Рукавички



Нітрилові



Латексні



Гумові

# Засоби індивідуального захисту

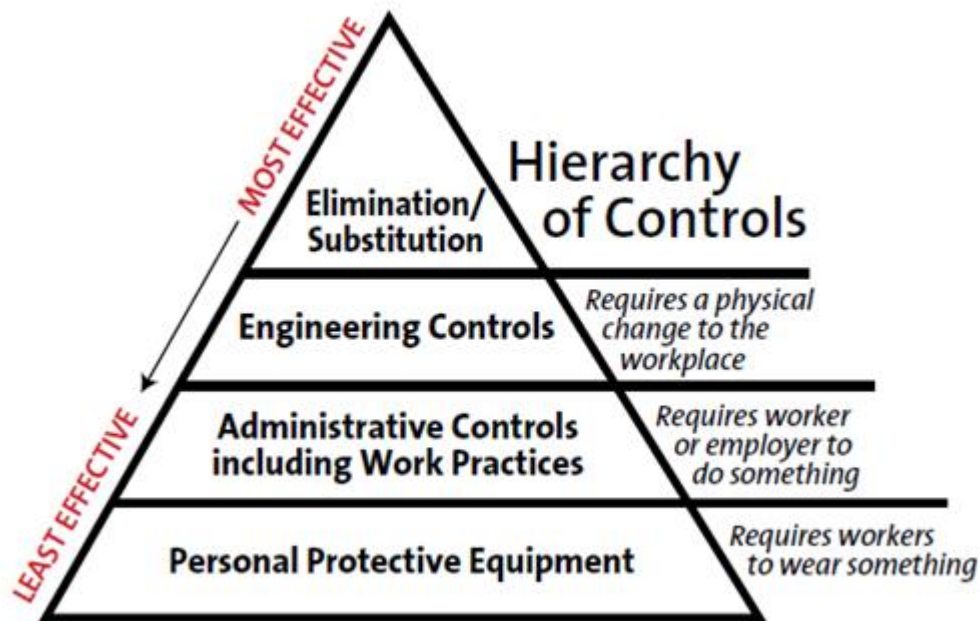


## Одяг



**Контроль на робочому місці** включає загальні процедури та запобіжні заходи, які зменшують або усувають можливі ризики

- ✓ Миття рук
- ✓ Підтримання чистоти робочих поверхонь
- ✓ Уникання непотрібних дій
- ✓ Використання необхідних ємностей для відходів
- ✓ Настанови, навчання та інструктажі на робочому місці
- ✓ Не вживати їжу, напої та не палити на робочому місці
- ✓ Попереджувальні знаки та написи



**Запобігання:** початкове планування обладнання, устаткування, використання реактивів або процесів для попередження небезпек.

**Заміна:** використання менш небезпечних речовин або процесів; вибір іншого розчинника, що дозволяє знизити температуру або тиск реакції, менш токсичні реагенти і т. п.

**Техніка:** лабораторні витяжні шафи, рукавички, біобезпечні приміщення, трубки, безпечні з'єднання, свинцеве екранування, інертні атмосфери тощо.

**Адміністрування:** реалізація процедур та політик (стандартні операційні процедури), навчання, зменшення часу впливу небезпечного фактору, увага до працюючих поряд співробітників чи інших студентів, вивіски тощо. Найкраща практика роботи - не працювати поодинці.

## Основні принципи:

1. Паління, вживання їжі та застосування косметики заборонено.
2. Захисне спорядження повинно носитись над повсякденним одягом .
3. Взуття має бути виготовлене з непористого матеріалу з закритими пальцями та п`яткою, на низькому ході.
4. Носіння контактних лінз є небажаним .
5. Якщо контактні лінзи носяться, рекомендується використовувати окуляри або лицьові щитки .
6. Висячі ювелірні вироби, довге волосся та бороди не допускаються .
7. Суворо заборонено всмоктувати рідину до піпетки ротом.

## Позначення та написи:

- ✓ Всі ємності з реактивами повинні бути чітко позначені.
- ✓ Відповідні **позначення небезпеки** є обов'язковими.
- ✓ Площі, де зберігаються або використовуються вогнебезпечні речовини, шкідливі або токсичні реагенти та канцерогени, повинні бути чітко позначені.



Легкозаймистий



Шкідливий / подразнюючий



Їдкий



Отруйний/токсичний



Вибухонебезпечний



Біонебезпечний



Окисник



Шкідливий для навколишнього  
середовища

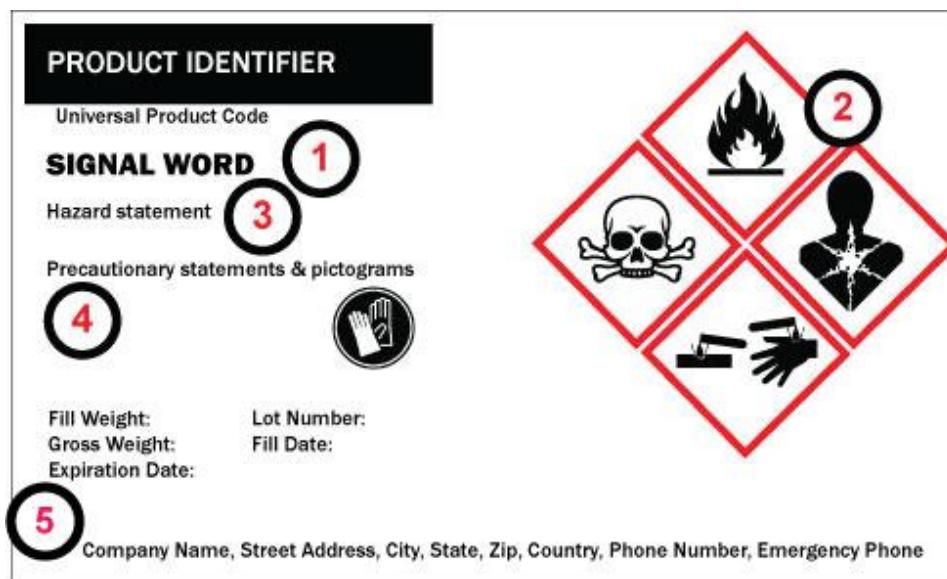
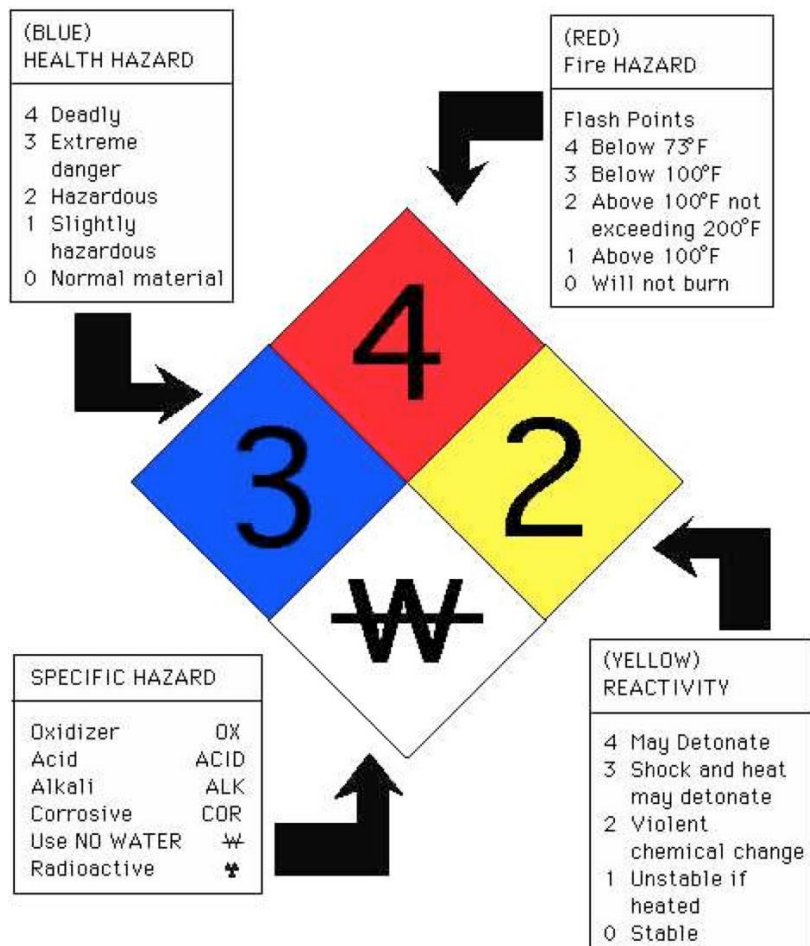


Радіоактивний




## Глобальна гармонізована система (GHS)

### NFPA



## NFPA

Methanol



See Material  
Safety Data  
Sheet for more  
detailed  
information

**Health Hazard:** Ingestion may cause blindness. Prolonged exposure to skin can result in drying and irritation. Inhalation of vapors can lead to narcotic effects.


**Fire Hazard:** Keep away from heat and other sources of ignition. Burns with a clear almost invisible flame. Extinguish with alcohol foam, dry chemical or carbon dioxide extinguisher.

## GHS


**Methanol**

---


DANGER



Highly flammable liquid and vapor. Toxic if swallowed, in contact with skin or if inhaled. Causes damage to eyes by ingestion.



**PREVENTION**  
Keep away from heat, sparks, and open flames. — No smoking. Keep container tightly closed.



Do not breathe vapors. Do not eat, drink or smoke when using this product. Wear protective gloves and clothing. Wash hands thoroughly after handling. Use only outdoors or in a well-ventilated area.

**RESPONSE**

**If swallowed:** Immediately call a poison center. Rinse mouth. **If inhaled:** Remove victim to fresh air and keep at rest in a position comfortable for breathing. Immediately call a poison center. **If on skin (or hair):** Wash with plenty of water, and soap if available. Call a poison center if you feel unwell.

Use water spray, alcohol-resistant foam, dry chemical or carbon dioxide for extinction.

**WARNING:** This product contains a chemical known to the State of California to cause birth defects or other reproductive harm.

- 1. Спеціальні поверхні для роботи**
  - Витяжні шафи
- 2. Засоби для зберігання реактивів**
- 3. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)**

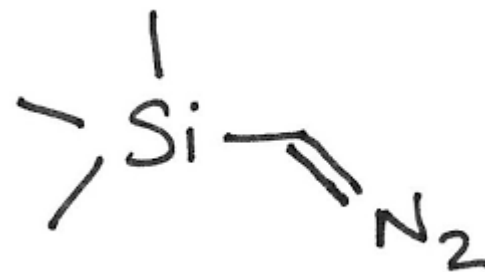
## Витяжні шафи

- ✓ Витяжні шафи використовуються, коли реактиви можуть утворювати шкідливі випари .
- ✓ Під час роботи у витяжній шафі скло слід опустити 2/3.
- ✓ Для забезпечення належної вентиляції слід перевіряти повітряний потік.
- ✓ Елементи керування (струм, газ та вакуум) повинні розташовуватися зовні, щоб запобігти виникненню іскри, яка може спричинити пожежу при використанні летких речовин



Daigle помер 8 жовтня 2008 від легеневої недостатності після дози триметилсилілдіазометану

**trimethylsilyldiazomethane (TMSD)** у лабораторії контролю якості.



За день до смерті, Daigle, 46 років, працював з TMSD,  $(\text{CH}_3)_3\text{SiCHN}_2$ , в той час як витяжні шафи були вимкнені у зв'язку з роботами на даху будівлі. TMSD може використовуватись як метилюючий агент замість діазометану, який є вибузонебезпечним. При вдиханні діазометан також може призвести до фатального ушкодження легень, подібно до того, що сталось з Daigle.

Компанія погодилася на угоду, яка передбачала визнання відповідальності за невиконання належної вентиляції на робочому місці та штраф в розмірі 47 000 дол. США.

## ПРАВИЛА ЗБЕРІГАННЯ РЕАКТИВІВ

- ✓ Застосовувати безпечне обладнання для зберігання та використання реактивів та стиснених газів.
- ✓ Завжди використовувати безпечні ємності для транспортування пляшок кислот, лугів або інших розчинників та безпечну тару для зберігання або утилізації легкозаймистих та отруйних речовин.

## ЗАСОБИ ІНДИВІДУВАЛЬНОГО ЗАХИСТУ

- ✓ Частина тіла, що найбільш часто можуть бути уражені у лабораторії – **очі, шкіра, дихальні та травні шляхи**. Тому використання засобів індивідуального захисту є дуже важливим.
- ✓ Всі забруднені ЗІЗ повинні бути певним чином знешкоджені та утилізовані до того часу, як вони будуть винесені з лабораторії.



# **ХІМІЧНА БЕЗПЕКА**



## Небезпеки: комунікація

- ✓ Студенти повинні бути проінформовані про всі ризики для здоров'я, пов'язані з хімічними речовинами.
- ✓ Це гарантує, що небезпеки для здоров'я оцінюються для всіх хімічних речовин, які виробляються, і що ця інформація передається студентам.

## Для дотримання правил у лабораторії потрібно:

- Планувати експерименти та детально аналізувати інциденти.
- Отримувати паспорти безпеки матеріалів (MSDS) для кожної небезпечної речовини, яка є на робочому місці, і мати MSDS у легкому доступі для працівників.
- Щорічно навчати всіх співробітників інтерпретувати хімічні написи, MSDS та небезпеку хімікатів для здоров'я, а також як безпечно працювати з хімічними речовинами.
- Розміщувати попереджувальні мітки на ємностях, одержаних або заповнених на місці.

## План хімічної гігієни

1. Критерії та методи контролю за хімічним впливом
2. Стандартні процедури для поводження з небезпечними хімічними речовинами
3. Критерії для впровадження інженерного контролю (витяжні шафи)
4. Використання засобів індивідуального захисту та інших практик гігієни
5. Особливі запобіжні заходи для надзвичайно небезпечних хімічних речовин

## План хімічної гігієни

6. Спеціальні заходи для забезпечення належного функціонування витяжних шаф та іншого обладнання
7. Надання інформації співробітникам та їх навчання
8. Надання медичної консультації
9. Контроль за санітарним станом приміщення та умовами праці
10. Призначення працівника, відповідального за охорону праці.

## Категорії хімічних речовин

- Оскільки у лабораторіях працюють з широким спектром хімічних речовин, науковці повинні розуміти потенційні небезпеки, пов'язані з їх використанням.
- Хімічні речовини можуть спричинити **небезпеку для здоров'я та життя** працівника.

## Паспорт безпеки матеріалу (MSDS)

**MSDS** є основним джерелом інформації про безпеку для працівників, які можуть використовувати небезпечні матеріали у своїй роботі.

- Роботодавці несуть відповідальність за отримання від виробника або розробку **MSDS** для кожного небезпечного реагента, що використовується на робочому місці.
- Стандартний формат не є обов'язковим, але всі небезпеки мають бути позначені.

## Паспорт безпеки матеріалу (MSDS)

**Інформація, що міститься у Паспорті, повинна включати наступне:**

- Назва продукту та його ідентифікація
- Небезпечні складники
- Гранично допустима концентрація (ГДК)
- Фізичні та хімічні характеристики
- Дані про небезпеку для здоров'я та можливий канцерогенний вплив
- Джерело постачання речовини
- Пожежо- та вибухонебезпечність
- Інформація про реакційну здатність
- Методи розливу та утилізації
- Рекомендації по використанню ЗІЗ
- Поводження з речовиною
- Процедури надзвичайної та долікарської допомоги
- Особливості зберігання та транспортування
- Назва, адреса та телефон виробника
- Секція для спеціальної інформації

## SIGMA-ALDRICH

[sigma-aldrich.com](http://sigma-aldrich.com)

### Material Safety Data Sheet

Version 6.0  
Revision Date 02/08/2013  
Print Date 11/25/2013

#### 1. PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

Product name : Methanol

Product Number : 322415  
Brand : Sigma-Aldrich

Supplier : Sigma-Aldrich  
3050 Spruce Street  
SAINT LOUIS MO 63103  
USA

Telephone : +1 800-325-5832  
Fax : +1 800-325-5052  
Emergency Phone # (For both supplier and manufacturer) : (314) 776-6555

Preparation Information : Sigma-Aldrich Corporation  
Product Safety - Americas Region  
1-800-521-8956

#### 2. HAZARDS IDENTIFICATION

##### Emergency Overview

##### OSHA Hazards

Flammable liquid, Target Organ Effect, Toxic by inhalation., Toxic by ingestion, Toxic by skin absorption

##### Target Organs

Eyes, Kidney, Liver, Heart, Central nervous system

##### GHS Classification

Flammable liquids (Category 2)  
Acute toxicity, Oral (Category 3)  
Acute toxicity, Inhalation (Category 3)  
Acute toxicity, Dermal (Category 3)  
Specific target organ toxicity - single exposure (Category 1)

##### GHS Label elements, including precautionary statements

##### Pictogram



Signal word : Danger

##### Hazard statement(s)

H225 : Highly flammable liquid and vapour.  
H301 + H311 + H331 : Toxic if swallowed, in contact with skin or if inhaled  
H370 : Causes damage to organs.










##### Precautionary statement(s)

P210 : Keep away from heat/sparks/open flames/hot surfaces. - No smoking.  
P260 : Do not breathe dust/ fume/ gas/ mist/ vapours/ spray.  
P280 : Wear protective gloves/ protective clothing.  
P301 + P310 : IF SWALLOWED: Immediately call a POISON CENTER or doctor/ physician.  
P307 + P311 : IF exposed: Call a POISON CENTER or doctor/ physician.

##### HMIS Classification

Health hazard: 2



GHS - Hazard Pictograms and Related Hazard Classes		
		
<b>Explosing Bomb</b> • Explosives • Self-reactives • Organic Peroxides	<b>Corrosion</b> • Skin corrosion/burns • Eye damage • Corrosive to metals	<b>Flame Over Circle</b> • Oxidizing gases • Oxidizing liquids • Oxidizing solids
		
<b>Gas Cylinder</b> • Gases under pressure	<b>Environment</b> • Aquatic toxicity	<b>Skull &amp; Crossbones</b> • Acute toxicity (fatal or toxic)
		
<b>Exclamation Mark</b> • Irritant (eye & skin) • Skin sensitizer • Acute toxicity • Narcotic effects • Respiratory tract irritant • Hazardous to ozone layer (non-mandatory)	<b>Health Hazard</b> • Carcinogen • Mutagenicity • Reproductive toxicity • Respiratory sensitizer • Target organ toxicity • Aspiration toxicity	<b>Flame</b> • Flammables • Pyrophorics • Self-heating • Emits flammable gas • Self-reactives • Organic peroxides

- **Ідентифікатор продукту**
- **Піктограма(и)**
- **Сигнальні слова**  
Небезпека або Попередження
- **Опис небезпеки**  
Стандартизовані та присвоєні фрази, що описують небезпеку (и), визначені Класифікацією небезпек.
- **Опис застережень**  
Додатки до інформації про небезпеку: коротко вказані заходи, які потрібно вживати, щоб звести до мінімуму або запобігти несприятливим наслідкам, пов'язаним з небезпеками для здоров'я чи навколишнього середовища. Сюди ж включено дані про першу допомогу



## Категорії хімікатів

1. **Їдкі** речовини – хімікати з  $\text{pH} \leq 2$  та  $\geq 12,5$
2. **Токсичні** речовини - отруйні, подразнюючі, задушливі (асфіксанти)
3. **Канцерогени** – можуть спричинити рак
4. **Мутагени** або **тератогени** – можуть спричинити хромосомні патології та вроджені вади розвитку
5. **Займисті** – вогненебезпечні та горючі речовини
6. **Реакційноздатні** – вибухонебезпечні або **ОКИСНИКИ**



## Їдкі хімікати

- ✓ Їдкі речовини пошкоджують шкіру або очі внаслідок прямого контакту або тканини дихальних та травних шляхів при вдиханні або всмоктуванні.
- ✓ Найчастіше вживані їдкі речовини у лабораторії:
  - **Концентровані кислоти** – такі як хлористоводнева, нітратна, сульфатна та ацетатна.
  - **Концентровані луги** – гідроксид натрію, гідроксид калію та гідроксид амонію



## Токсичні речовини

- ✓ Токсичні речовини включають отрути, подразники та асфіктанти.
- ✓ Вони не впливають напямую на тканини людського організму, але діють на процеси метаболізму.
- ✓ Вони можуть потрапляти до організму внаслідок:
  1. Проковтування
  2. Вдихання
  3. Ін'єкції (потрапляння у кров)
  4. Проникнення через шкіру



## Бхопальська газова катастрофа

- Завод з виробництва пестицидів у Бхопалі одного ранку випустив 40 тонн газу метилізоціанату, внаслідок цього загинуло від 2500 до 5000 людей.
- Найстрашніша індустріальна катастрофа в світі





## Бхопальська газова катастрофа

- Газ, важчий за повітря, почав потрапляти в будинки населення. Багато хто запанікував, намагався бігти та постраждав у натовпі.
- Як було встановлено, приблизно 500 000 людей постраждали від газу, і всього загинуло близько 20 000. Понад 120 000 людей продовжують страждати від наслідків катастрофи.





Віктор Ющенко був отруєний **діоксином**,  
 $LD_{50} = 0.2 \text{ мг/кг}$   
(До та після)



Опубліковано онлайн 23 Листопада 2004 | Nature | doi:10.1038/news041122-8





## ТОКСИЧНІ РЕЧОВИНИ

- Ціаніди
- Кадмій
- Ртуть
- Осмій
- Акриламід
- Етідіум бромід
- Натрій азид

## ОТРУЙНІ СТИСНЕНІ ГАЗИ

- Карбон монооксид
- Гідроген сульфід
- Гідроген хлорид



## Три типи ушкоджень, спричинені токсичними хімікатами:

- ✓ Ушкодження біологічної структури
- ✓ Порушення біологічної функції
- ✓ Ушкодження структури та функції **одночасно**



## Ушкодження.....

- ✓ **Локальні** - вплив лише на незахищену частину.  
Контакт через всмоктування, інгаляцію, проковтування або ін'єкцію
- ✓ **Систематичні** - ефект речовини після всмоктування у кровотік.  
Поглинання може відбуватися через шкіру, шлунок або легені.



## Гострі або хронічні ушкодження?

- ✓ **Гострі ушкодження** – постраждалий хворіє чи поранений після “короткої експозиції (впливу)” інколи навіть через декілька хвилин.
- ✓ **Хронічна токсичність** – ефект речовини на організм протягом тривалого періоду, іноді кількох років  
Ефект можна не помічати, поки не буде завдано занадто багато шкоди, щоб її виправити.



## Що впливає на токсичність?

Не всі однаково страждають від токсичності. Ефекти можуть відрізнятися від людини до людини:

- Яким чином отрута потрапила в організм
- Фізичний стан
- Доза та/або Тривалість
- Чутливість; Стрес
- Комбінація ефектів
- Стать, раса, температура, висота, хімія тіла



## Міра токсичності: TLV (ГДК)

Гранично Допустима Концентрація - максимальна концентрація токсичної чи їдкої речовини у повітрі, що *НЕ СПРИЧИНЯЄ* хвороби чи ушкодження.

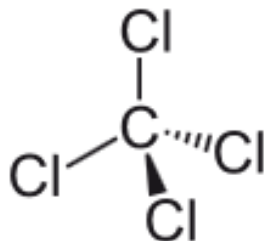
- Одиниці – мільйонна частка, м.ч. (ppm, parts per million)
- Використовується для опису токсичності при вдиханні



## ТОКСИЧНІ РЕЧОВИНИ

Існує три значення TLV:

1. **Середня по часу (TLV-TWA)** – визначається як максимум при експозиції протягом 8-годинного робочого дня
2. **Короткострокова гранична (TLV-STEL)** – максимальна кількість при експозиції 15 хвилин. (не може повторюватись частіше, ніж 4 рази на день)
3. **Граничне значення (TLV-C)** – значення концентрації речовини, яке ніколи не може бути перевищене.



Тетрахлорометан  
(Карбон Тетрахлорид)

GHS Label elements, including precautionary statements

Pictogram



Signal word

Danger

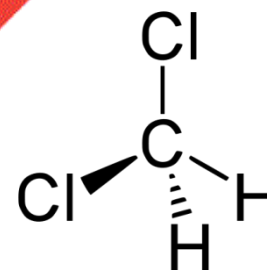
Hazard statement(s)

H301 + H311 + H331

Toxic if swallowed, in contact with skin or if inhaled

**TWA**  
**STEL**

**5 ppm**  
**10 ppm**



Дихлорометан  
(Метилен Хлорид)

GHS Label elements, including precautionary statements

Pictogram



Signal word

Warning

Hazard statement(s)

H303 + H313

May be harmful if swallowed or in contact with skin.

**TWA**  
**STEL**

**50 ppm**  
**125 ppm**





## Вимірювання токсичності: $LD_{50}$

### Середня летальна доза у організмі $LD_{50}$

- Летальна доза. Загибель 50%
- Доза, яка при випробуванні на тваринах, убиває половину з них.
- Зазвичай відносять до проковтування чи ін'єкції
- Одиниці виміру мг токсичної речовини на кг маси тіла
- Доза для щурів корелюється з дозою для людини
- $LD_{50}$  для хімічної речовини, що проковтується щурами, 8 мг/кг. Скільки мг кожна людина з групи вагою близько 70 кг мала б вжити, щоб рівень смертності становив 50%?



## Вимірювання токсичності

### Середня летальна концентрація у середовищі **LC<sub>50</sub>**

- Концентрація хімічної речовини в навколишньому середовищі (як правило, повітря або вода), яка спричинює смерть у 50% досліджуваних тварин у визначений термін
- Зазвичай визначається у мг речовини на літр повітря або води (або у м.ч., ppm)



Шкала токсичності	Приклад	LD <sub>50</sub> (мг/кг)
Легка токсичність (5-15 г/кг)	Етанол	8000
Середня токсичність (0.5-5 г/кг)	Натрій хлорид	4000
	Паратіон	1300
Дуже токсичний (50-500 мг/кг)	Аспірин	300
	Парацетамол	300
Надзвичайно токсичний (5-50 мг/кг)	Теофілін	50
	Дифенгідрамін	25
Супертоксичний (<5 мг/кг)	Калій ціанід	3
	Дигоксин	0.2
	Тетродотоксин	0.01
	Токсин ботулізму	0.00001 (10 нг/кг !)



ACUTE ORAL TOXICITY – Annex 1					
	Категорія 1	Категорія 2	Категорія 3	Категорія 4	Категорія 5
ЛД <sub>50</sub>	≤ 5 mg/kg	> 5 < 50 mg/kg	≥ 50 < 300 mg/kg	≥ 300 < 2000 mg/kg	≥ 2000 < 5000 mg/kg
Піктограма					Немає символу
Сигнальне слово	<b>Небезпека</b>	<b>Небезпека</b>	<b>Небезпека</b>	<b>Увага</b>	<b>Увага</b>
Опис небезпеки	Смертельний при проковтуванні	Смертельний при проковтуванні	Токсичний при проковтуванні	Шкідливий при проковтуванні	Може бути шкідливим при проковтуванні



## КАНЦЕРОГЕНИ

- Канцерогени – це хімікати, що можуть спричиняти рак у людей чи тварин.
- Хімічні речовини, позначені або зазначені на MSDS як канцерогенні: ті, що викликають рак, потенційний канцероген, або підозрюваний на канцерогенність, - повинні бути чітко марковані.



## КАНЦЕРОГЕНИ

### Приклади OSHA регламентованих канцерогенних хімікатів:

- Хлорометил метилетер – вініл хлорид
- N-Нітрозодиметиламін
- N-2-Флуоренілацетамід (2-AAF)
- Бенз[а]пірен
- 4-Амінобіфеніл
- Бензидин
- 1-Нафтиламін
- 2-Нафтиламін
- 4-Нітробіфеніл
- Бензен
- Етиленімін
- p-Диметиламіноазобензен
- $\beta$ -Пропіолактон
- біс-Хлорометил етер



## МУТАГЕНИ та ТЕРАТОГЕНИ

- ✓ **Тератоген** – все, що здатне порушити нормальний розвиток плоду та спричиняти деформацію, наприклад, ліки, отрути, радіація, фізичний вплив, такий як електрошок, інфекції.
- ✓ **Мутаген** – фізичний чи хімічний вплив, що здатний викликати спадкову зміну в ДНК, зокрема, генетичну мутацію, наприклад, ліки, УФ-світло, іонізуюче випромінювання.



## Випадок з талідомідом

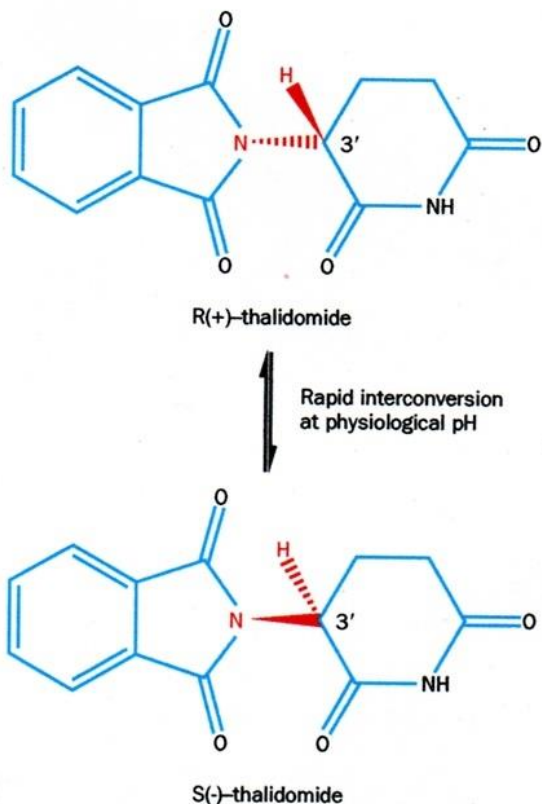


Figure 1: Structure of thalidomide enantiomers

- ✓ Рацемічна суміш глутамінової кислоти 1:1 (R,S) енантіомерів
- ✓ R(+) діє як седативний, можливо через рецептори сну в передньому мозку
- ✓ S(-) сильно гальмує вивільнення фактора некрозу альфа-пухлини (TNF- $\alpha$ ) - тератогену

### Наслідки

- ✓ 10,000-12,000 “талідомідних” немовлят
- ✓ 46 постраждалих країн
- ✓ Затягнуті юридичні баталії
- ✓ Розбиті сім'ї







## РЕАКЦІЙНОЗДАТНІ ХІМІКАТИ

Такі сполуки мають молекулярну будову та високу реакційну здатність.

### ✓ **ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНІ**

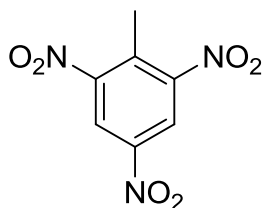
- Вибухові хімічні речовини швидко розкладаються, при цьому виділяється енергія, яка спричинює вибух.
- Приклад: **пiкринова кислота** кристалічній формі вибухає при контакті .
- У MSDS для кожного реактиву, що потрапляє у лабораторію, повинні бути зазначені потенційні небезпеки.

### ✓ **ОКИСНИКИ**

- Окисники – це реакційноздатні сполуки (наприклад, кисень, що виділяється) , які окиснюють інші речовини.
- У першу чергу, небезпека, пов'язана з цими сполуками, полягає у їх здатності виступати джерелом кисню, таким чином спричиняючи загоряння органічних речовин.

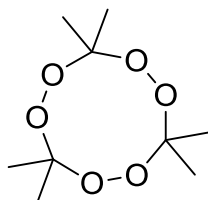


## Топ5 ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ



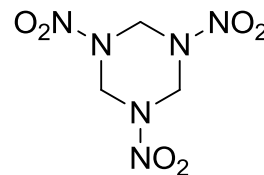
**TNT**

6 900 m/s



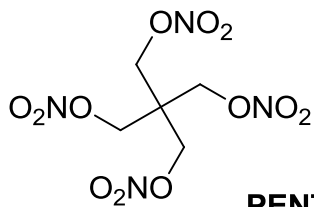
**TATP**

5 300 m/s



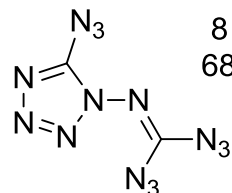
**RDX**

8 750 m/s  
6125 kJ/kg



**PENT**

8 400 m/s



8 950 m/s  
6855 kJ/kg

Prof. Dr. T. M. Klapotke  
*Angew. Chem. Int. Ed.* **2011**, 50, 4227 –4229  
*Chem. Asian J.* **2012**, 7, 214 – 224

П'ять прикладів найбільш потужної вибухівки

February 17, 2017 by Laura Finney, The Conversation, Phys.Org

Два аспіранти працювали над одержанням похідних вибухонебезпечної сполуки  $\text{Ni}(\text{N}_2\text{H}_4)_5(\text{ClO}_4)_2$ . Як правило, цю сполуку синтезують невеликими порціями - менше 300 мг, - але студенти були не впевнені їх ідентичності і вирішили масштабувати синтез та отримати одну порцію у 10 грам.



**Браун втратив три пальці, отримав опіки обличчя та рук, а також пошкодження ока.**





## Поширені групи-окисники

Група	Формула
Пероксид	$O_2^{-2}$
Нітрат	$NO_3^-$
Нітрит	$NO_2^-$
Перхлорат	$ClO_4^-$
Хлорат	$ClO_3^-$
Хлорит	$ClO_2^-$
Гіпохлорит	$ClO^-$
Дихромат	$Cr_2O_7^{-2}$
Перманганат	$MnO_4^-$
Персульфат	$S_2O_2^{-2}$



## Класифікація окисників

Клас

Опис небезпеки

**1**

Окисник, основна небезпека якого полягає в тому, що він може збільшити швидкість горіння горючого матеріалу, з яким контактує.

Приклади:

- Калій дихромат
- Аргентум нітрат
- Гідроген пероксид (8 – 27.5%)
- Нітратна кислота (<70% конц.)

**2**

Окисник, який помірно збільшує швидкість горіння, але може спричинити самозаймання горючих матеріалів, з якими він контактує.

Приклади:

- Калій перманганат
- Кальцій гіпохлорит (<50% мас.)
- Гідроген пероксид (27.5 – 52% конц.)
- Нітратна кислота (>70% конц.)



## Класифікація окисників

Клас	Опис небезпеки
<b>3</b>	<p>Речовина, що спричиняє різке збільшення швидкості горіння горючого матеріалу, з яким перебуває у контакті, або що піддається сильному самопідтримуваному розкладу при каталізі або нагріванні.</p> <p>Приклади:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Калій хлорат</li><li>▪ Гідроген пероксид (52 – 91% конц.)</li><li>▪ Кальцій гіпохлорит (&gt;50% мас.)</li><li>▪ Перхлоратна кислота (60 – 72.5% конц.)</li></ul>
<b>4</b>	<p>Речовина, що зазнає вибухової реакції при каталізі або при дії тепла, удару або тертя.</p> <p>Приклади:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Амоній перхлорат</li><li>▪ Гуанідін нітрат</li><li>▪ Гідроген пероксид (&gt;91% конц.)</li><li>▪ Перхлоратна кислота (&gt;72.5% конц.)</li></ul>



## Що потрібно ПАМ'ЯТАТИ про окисники:

- ✓ Первинною загрозою є здатність виступати джерелом кисню, що є особливо небезпечно під час пожежі.
- ✓ Ці сполуки представляють небезпеку пожежі та вибуху при контакті з органічними або горючими речовинами. Слід уникати контакту з органічними або горючими речовинами.
- ✓ В основному, вони є їдкими.
- ✓ Застереження при роботі з перхлоратною кислотою є особливо суворими.



## Що потрібно ПАМ'ЯТАТИ про окисники:

- ✓ Перхлоратна кислота не може використовуватись у жодній витяжці, крім спеціально для цього обладнаних.
- ✓ Сильні окисники, такі як хромова кислота, повинні зберігатись та використовуватись у скляних чи інших інертних (бажано, у тих, що не б'ються) ємностях.
- ✓ Пробкові або гумові пробки не можна використовувати!
- ✓ Реактори, що містять певні кількості окисників, ні в якому разі не можна нагрівати на масляній бані, тільки у колбонагрівачі чи на піщаній бані.





## Інші реакційноздатні хімічні речовини

- ✓ Сполуки з редокс групами (гідразин, гідроксиламін)
- ✓ Сполуки, що бурхливо реагують з водою, повітрям (ангідриди, метали)
- ✓ Пірофорні речовини, що самовільно реагують з киснем повітря
- ✓ Сполуки, що протягом певного часу утворюють пероксили і стають вибухонебезпечними (діетиловий етер).

- **Уникайте зберігання речовин та обладнання на верхній частині шаф**
- Не зберігайте їдкі рідини вище рівня очей.
- Виділіть певне місце для кожного типу реагентів та повертайте їх на місце після кожного використання.
- Уникайте зберігання реактивів всередині лабораторної витяжки, крім тих, що на даний момент використовуються.
- Якщо реагенти не потребують зберігання у вентиляльованій шафі, розміщуйте їх у шафі чи на полиці, що закриваються, щоб запобігти падінню ємностей у разі аварії чи пожежі.
- Не залишайте реактиви біля нагрівачів чи на прямому сонячному світлі.
- Дотримуйтесь усіх запобіжних заходів при зберіганні несумісних хімічних речовин.
- Використовуйте корозійностійкі ємності для зберігання або додаткові контейнери, щоб запобігти розливанню, якщо перша ємність розбивається або протікає.
- **Не зберігайте легкозаймисті рідини в холодильниках, які до цього не пристосовані. Холодильники для зберігання ЛЗР розроблені з деталями, які не іскрять, щоб уникнути вибуху.**

**Зламалася полиця у шафі для розчинників, при цьому розлилася велика кількість гексану (більше 12 л), яка миттєво зайнялася.**

**Вибух міг статися через ряд чинників, наприклад, через статичну електрику або іскру з двигуна чи вимикача.**

Лабораторія фактично була повністю зруйнована, включаючи весь матеріал досліджень та лабораторні нотатки Колемана та його студентів. Група Колемана досліджувала протипухлинні агенти, зокрема азиноміцини А та В.



**Chemical & Engineering News, 2005, 83, #21, pp. 34-35**

FLINN COMPATIBLE CHEMICAL FAMILY

## **INORGANIC #9**

Acids (Except Nitric)

FLINN SCIENTIFIC, INC. BATAVIA, IL 60510 U.S.A.



FLINN COMPATIBLE CHEMICAL FAMILY

## **ORGANIC #1**

Acids, Anhydrides, Peracids

FLINN SCIENTIFIC, INC. BATAVIA, IL 60510 U.S.A.



- I1 – Метали, гідриди
- I2 – ацетати, галогеніди, йодиди, сульфати, сульфіти, тиосульфати, фосфати, галогени
- I3 – амідни, нітрати (крім амоній нітрату), нітрити, азиди
- I4 – гідроксиди, оксиди, силікати, карбонати, вуглець
- I5 – сульфідни, селенідни, фосфідни, карбідни, нітриди
- I6 – Хлорати, бромати, йодати, хлорити, гіпохлорити, перхлорати, перхлоратна кислота, пероксиди, гідроген пероксид
- I7 – арсенати, ціанідни, ціанати
- I8 – борати, хромати, манганати, перманганати
- I9 – Кислоти (крім нітратної, ця кислота зберігається окремо від інших реактивів)
- I10 – Сірка, фосфор, мишяк, фосфор пентоксид
- IM – Різні

- O1 – Кислоти, амінокислоти, ангідриди, Надкислоти
- O2 – Спирти, гліколі, вуглеводи, аміни, амідни, іміни, іміди
- O3 – вуглеводні, етери, альдегідни, жирні кислоти
- O4 – естери, кетони, кетени, галогенопохідні вуглеводнів, етиленоксид
- O5 – епоксидні сполуки, ізоціанати
- O6 – пероксиди, гідропероксиди, азиди
- O7 – сульфідни, полісульфідни, сульфоксидни, нітрили
- O8 – феноли, крезолни
- O9 – Барвники, мітки, індикаторни
- OM – Різні

- ✓ Хімікати, що реагують з водою, такі як натрій, калій, гідриди металів, металорганічні сполуки повинні зберігатись окремо у сухому середовищі
- ✓ Ці площі не повинні бути обладнанні системою розбризкування води

~~W~~

***t*-бутиллітій** загоряється при контакті з повітрям. Sangji під час роботи була без захисного одягу. Померла від опіків III ступеня більш ніж 40% тіла, які отримала від світла, що загорівся при перенесенні цієї речовини з однієї ємності в іншу.

Її керівник, проф. Патрік Гарран, був звинувачений у чотирьох кримінальних злочинах: навмисних порушеннях державних норм охорони здоров'я та безпеки праці, та отримав 4,5 роки позбавлення волі.



*Los Angeles Times, December 16, 2015*



- Використовуйте додаткові ємності для пляшок, наприклад, кошик або відро, при транспортуванні хімічних речовин у ємностях, що розбиваються, (особливо 250 мл і більше) через коридор або між будинками. Ці ємності мають бути виготовлені з гуми, металу або пластику, з ручкою (ручками), і бути достатньо великими, щоб утримувати весь вміст тари, що розбивається.
- Перевезення небезпечних хімікатів в окремих ємностях, об'ємом більше 4 л, між будинками, не рекомендується.
- Під час пересування в лабораторії майте на увазі можливу раптову зміну напрямку руху іншими особами. Якщо ви спіткнулися або падаєте під час транспортування посуду чи хімікатів, намагайтесь направити їх від себе та інших осіб.
- Особа, яка транспортує хімічну речовину, повинна бути добре обізнана з небезпеками цієї речовини та повинна вміти впоратися з її розливом.(SDS)
- **Під час транспортування газових балонів вони завжди повинні бути закріплені на візку, а вентиль захищений ковпаком. Не намагайтесь переносити або перекочувати балони з місця на місце.**
- Якщо можливо, зберігайте хімічні речовини в оригінальній упаковці.



**Масштабування та  
можливе відхилення  
від очікуваного  
протікання реакції**

У роботі дослідника інколи виникає необхідність одержання більших кількостей речовин. Таке масштабування може непередбачувано змінити кінетику реакції і створити умови, за яких реактор може розігріватись, створюючи умови для неочікуваного протікання процесу.

**Вплив  
каталізаторів на  
реакції**

Кожного разу, коли до реакційної суміші додають каталізатор, швидкість реакції змінюється, як і швидкість виділення тепла та утворення побічних продуктів. Додавання деяких каталізаторів до реакційних сумішей може спричинити пожежу.



## Реакційноздатні та нестабільні хімікати

Студенти повинні розуміти причину хімічної реакційноздатності або нестабільності, а також які реагенти та реакції можуть призвести до вибухів. Пірофорні речовини потребують особливих прийомів поводження з ними, а студенти повинні опанувати їх, якщо будуть використовувати ці речовини. Також особливі заходи безпеки застосовуються при роботі з речовинами, що реагують з повітрям або водою, наприклад, оксохлорид фосфору ( $\text{POCl}_3$ ), металічний натрій ( $\text{Na}$ ) або ангідрид оцтової кислоти ( $\text{Ac}_2\text{O}$ ). До цієї ж групи належать речовини, які з часом стають нестабільними, наприклад, циклічні полієни або деякі алкінові структури.

## Пероксиди та пероксидоутворюючі хімікати

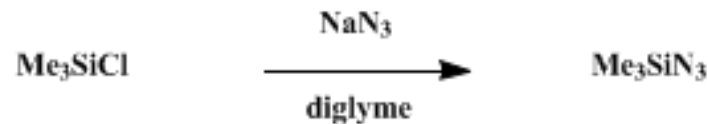
Студенти повинні розуміти причину реакційноздатності пероксиду та хімічні речовин, що утворюють пероксиди спонтанно та з різною швидкістю. Часто сполуки, які містять активований гідроген, повільно реагують, утворюючи відповідний пероксид  $-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{C}-$ , який може бути сильно нестійким.

Одержували триметилсилілазид, виходячи з 200 г натрій азиду. На факультеті не було інженерного контролю, що дозволив би безпечно провести реакцію з 200 г азиду. Максимальна кількість складала 5 г.

У студента були поранені рука та бік, знадобилося хірургічне втручання внаслідок порізів скляними скалками. Також було пошкоджено барабанну перетинку та одержано несильні опіки.



*Org. Synth.* **1970**, 50, 107



*Увага! Ця реакція повинна проходити за щитком у витяжній шафі. У присутності води або іншого джерела протонів може утворитись високотоксична гідразонна кислота, що також є вибухонебезпечною. [Note revised, August 2014].*



# Пожежна безпека



## ГОРЮЧІ ТА ЛЕГКОЗАЙМИСТІ ХІМІКАТИ

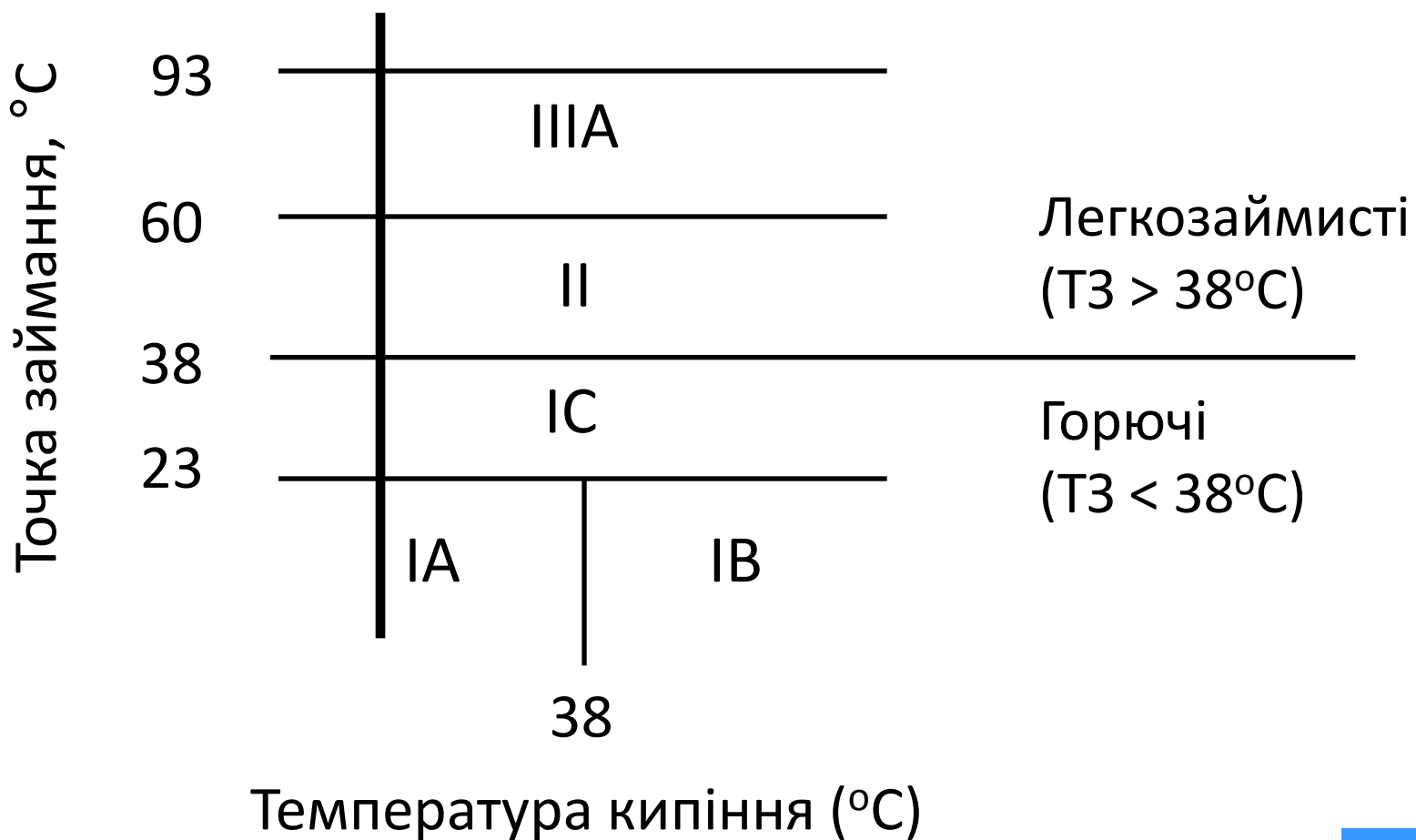
- ✓ **Горючі та легкозайmistі рідини**, що часто використовуються у рутинній лабораторній практиці, належать до найбільш небезпечних речовин у лабораторії через можливість спричинення пожежі чи вибуху.
- ✓ Класифікують ці речовини за **точкою займання**



- ✓ **Точка займання** – це мінімальна температура, при якій рідина утворює пару в досліджуваному посуді в достатній концентрації для створення запалюючої суміші з повітрям поблизу поверхні рідини.
- ✓ Чим нижча точка займання, тим більшою є небезпека.
- ✓ **Горючі рідини** мають точку займання при або нижче **93°C**.



## КАТЕГОРІЇ ГОРЮЧИХ РІДИН



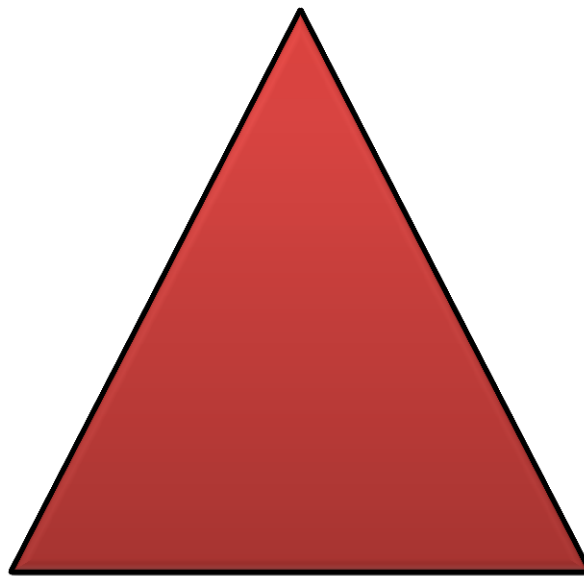


	<u>Назва</u>	<u>Точка займання</u>
Клас IA	Діетиловий етер	-45
Клас IB	Бензин	-43
	Метилетилкетон	-6
	Толуен	4
Клас IC	Ксилен	27-46
	Скипидар	35



Температура

Горючий  
матеріал



Кисень

**Трикутник вогню  
(або пожежний трикутник)**





Горюча  
речовина

Кисень

Ланцюгова  
реакція  
горіння




Температура

**Тетраедр вогню  
(або пожежний тетраедр)**



Клас пожежі	Геометричний символ	пiктограма	Використовується для
<b>A</b>		Горіння смітєвих контейнерів та відходів деревини 	Звичайні тверді горючі речовини
<b>B</b>		Горіння паливних каністр та розлитого палива 	Горючі рідини та гази
<b>C</b>		Загорання електричної розетки 	Електрообладнання під струмом
<b>D</b>			Горючі метали
<b>K</b>		Горіння при приготуванні їжі 	Кулінарні олії та жири



Тип	Використовується при класі пожежі			
Вода				
Піна				
Сухі хімікати (порошки)				
CO <sub>2</sub>				
Порошкові вогнегасники класу D				



**P**ULL  
**A**IM  
**S**QUEEZE  
**S**WEEP

## ЯК КОРИСТУВАТИСЯ ВОГНЕГАСНИКОМ





Дослідник Meng Xiangjian загинув внаслідок несподіваного вибуху балону з воднем у будівлі Но Тім у центрі університетського кампусу





# ЕЛЕКТРИЧНА БЕЗПЕКА

- ✓ У лабораторіях велика кількість електричного обладнання знаходиться у безпосередній близькості від раковин, рідин або заземлених поверхонь.
- ✓ **Небезпеки:**
  1. **Загоряння**
  2. **Шок**
  3. **Удар електричним струмом**
  4. **Самозаймання**
  5. **Вибух**
- ✓ Запобігти пожежі та вибуху можна попередженням високих температур.
- ✓ **Автоматичні вимикачі, запобіжники та переривачі замикання на землю** призначені для запобігання перевантаженню ланцюгів, які можуть спричинити займання та вибух.

## Запобіжні заходи

- ✓ Використовувати в небезпечних атмосферах лише вибухобезпечне обладнання.
- ✓ Бути особливо обережними при роботі з високовольтною апаратурою, наприклад, з апаратом для електрофорезу.
- ✓ Використовувати лише належним чином заземлене обладнання (тризубцевий штекер).
- ✓ Перевіряти, чи немає потертих електричних шнурів.
- ✓ негайно повідомляти про будь-які несправності або обладнання, що працює з нехарактерним звуком.



## Запобіжні заходи

- ✓ Не працювати коло оголених електричних частин під струмом.
- ✓ Не працювати на електрообладнанні з мокрими руками.
- ✓ Знайте точне місце розташування панелі управління для електроенергії у вашій робочій зоні.
- ✓ Використання подовжувачів не допускається. У виняткових ситуаціях використовуйте лише подовжувачі, що належним чином заземлені, важкі, і не перевантажуйте контури.
- ✓ Проводити перевірки заземлення та періодичне попереджувальне обслуговування обладнання.



# СТИСНЕНІ ГАЗИ

- ✓ Балони для стиснених газів різних розмірів часто знаходяться у дослідницьких лабораторіях .
- ✓ Оскільки балони знаходяться під тиском, вони можуть стати “торпедами”, які можуть навіть пробити стіни у випадку раптового пошкодження вентиля.
- ✓ При застосуванні легкозаймистого газу найкраще одночасно користуватися лише одним балоном з найменшим розміром.



- ✓ Балони як з легкозаймистими, так і з негорючими газами ніколи не повинні зберігатися в шафах з легкозаймистими та горючими рідинами.
- ✓ Балони повинні бути згруповані за типом і зберігатися у вентильованому приміщенні, призначеному винятково для зберігання балонів. Приміщення повинно мати ступінь вогнестійкості принаймні 2 години.
- ✓ Колір балону залежить від газу, який в ньому знаходиться



- ✓ Балони повинні бути притримані ланцюгом або іншим чином, щоб запобігти їх падінню та пошкодженню вентиля.
- ✓ При транспортуванні балонів вентиль має бути захищений запобіжним ковпаком та заглушкою.
- ✓ Коли балони не використовуються, вентиль має бути щільно закритий.

## Запобіжні заходи

- ✓ Знати, який газ ви будете використовувати, згідно кольору балону.
- ✓ Зберігати балони у вертикальному положенні.
- ✓ Тримати балони закріпленими весь час.
- ✓ Ніколи не зберігати стиснені гази та горючі рідини у одному місці.
- ✓ Використовувати певний редуктор для кожного типу газу.
- ✓ Не намагатися контролювати або відключати газовий потік за допомогою регулятора зниження тиску.
- ✓ Застосовувати знімний захисний ковпак на вентиль, поки балон не використовується.

## Запобіжні заходи

- ✓ Переконтись, що ацетиленові ємності правильно підібрані (газ несумісний з мідними трубками).
- ✓ Не застосовувати силу до вентиля, що “заїв”.
- ✓ Використовувати ручний візок для транспортування великих балонів.
- ✓ Завжди перевіряти балони при отриманні та потім періодично на випадок можливих проблем, наприклад, протікання.

## Запобіжні заходи

- ✓ Потрібно впевнитись, що балон належним чином позначено для ідентифікації його вмісту.
- ✓ Порожні балони повинні бути позначені як “ПОРОЖНІЙ”.





Науковий співробітник (Postdoctoral researcher) Thea Ekins-Coward, 29, **втратила руку та отримала інші ушкодження** під час вибуху у лабораторії Гавайського університету у Маноа 16 березня.

Під час інциденту вона отримувала суміш  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$  та  $\text{O}_2$  з балонів високого тиску у ємності з невисоким тиском. Ця суміш повинна була використовуватись для росту бактерій. З початку проекту у 2008 році цей процес повторювався майже щоденно без інцидентів.



*Chemical & Engineering News, 2016, 94, #13, p. 6*



# КРІОГЕННІ РЕЧОВИНИ

- ✓ **Рідкий азот** – напевно, одна з найбільш застосованих кріогенних рідин (зріджених газів) у лабораторії.
- ✓ Небезпеки кріогенних речовин:
  - Загоряння або вибух
  - Асфіксія
  - Різке збільшення тиску
  - Крихкість матеріалів
  - Пошкодження тканини (подібно до термічних опіків)

## Запобіжні заходи

- ✓ Для кріогенних робіт слід використовувати тільки ємності, виготовлені з матеріалів, призначених для наднизьких температур.
- ✓ Рекомендується використовувати захист очей / обличчя, захист рук, щоб запобігти небезпеці дотику до надхолодних поверхонь.
- ✓ Рукавички з непроникного матеріалу повинні вільно надягатися, щоб їх можна було швидко зняти, якщо на них або в них було розлито рідину.

## Запобіжні заходи

- ✓ Щоб звести до мінімуму раптове закипання, піну та бризки, зразки, що заморожують, потрібно вносити у охолоджувальну рідину дуже повільно.
- ✓ Кріогенні рідини потрібно зберігати у добре ізольованих, але трохи вільно закритих ємностях, щоб мінімізувати втрату рідини внаслідок випаровування та запобігти закупорюванню та збільшенню тиску.



# МЕХАНІЧНІ ТА ЕРГОНОМІЧНІ НЕБЕЗПЕКИ

- ✓ **Центрифуги** - повинні бути збалансовані для рівномірного розподілу навантаження
- ✓ **Автоклави** - пара під тиском
- ✓ **Гомогенізатори**
- ✓ **Лабораторне скло** - будьте обережні у поводженні з гострими предметами та з тими, що легко розбиваються
- ✓ **Гострі інструменти** – утилізувати у ємностях, що стійкі до проколу

## Розлади при повторюваних навантаженнях:

1. Теносиновіти
  2. Бурсити
  3. Кісти нервових вузлів
  4. Гострі травми опорно-рухового апарату
- ✓ **Первинні фактори**, що обумовлюють розлади при повторюваних навантаженнях:
- Положення / постава
  - Прикладання сили
  - Частота повторів





Ранком 13 квітня студенти, які працювали у хімічній лабораторії Sterling Єльського університету були шоковані побаченим. Там було мертве тіло 22-річної студентки Мікеле Дюфо, її волосся заплуталося у токарному верстаті. Вона померла від асфіксії.





# УТИЛІЗАЦІЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН

- ✓ У деяких випадках допускається зливання водорозчинних речовин у водогін з великою кількістю води.
- ✓ Сильні кислоти та основи перед утилізацією слід нейтралізувати.
- ✓ Хімікати з неприємним запахом ніколи не можна зливати у водогін.
- ✓ Інші рідкі відходи, включаючи легкозаймісті розчинники, повинні збиратись у певні ємності та поділятися за сумісністю.

- ✓ Легкозаймісті речовини можуть також спалюватися в спеціальних сміттєспалювальних установках з обладнанням для видалення токсичних продуктів згоряння.
- ✓ Перед утилізацією небезпечні речовини, наприклад вибухонебезпечні, канцерогени або пероксиди, повинні бути перетворені на безпечніші форми, якщо це можливо.
- ✓ Тверді хімічні відходи, непридатні для спалення, повинні бути захоронені на звалищі. Однак ця практика створила екологічну проблему, і в даний час вже не вистачає безпечних місць для захоронення.

Студенти проводили дослід з нітратною та сульфатною кислотами. Поєднання цих двох кислот зазвичай не викликає бурхливу реакцію. Але коли їх суміш вилили у ємність з хімічними відходами, відбулась бурхлива реакція з вибухом та пожежею.

Два студенти та два співробітники університету потребували медичної допомоги. Студенти були транспортовані у опікове відділення, співробітникам допомога буда надана на місці, госпіталізації вони не потребували.



*The Washington Times - Monday, September 26, 2011*



# дії у НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

- ✓ До початку прибирання спробувати розбавити водою.
- ✓ Розливу рідину залити нейтралізатором:
  - ✓ Борна кислота – для лугів
  - ✓ Натрій гідрокарбонат – для кислот
- ✓ Розливу рідину потім зібрати сорбуючим матеріалом.

- ✓ Утилізувати відповідно до інституційної політики щодо утилізації хімічних відходів.
- ✓ Після збирання хімічної речовини поверхню слід очистити милом та водою.





- ✓ Якщо пролито розчинник, то не слід додавати воду або інший розчинник, потрібно не допускати протікання його у каналізацію.
- ✓ Оскільки розчинники можуть випаровуватись, необхідно застосовувати засоби для захисту органів дихання.
- ✓ Після поглинання абсорбуючим матеріалом, слід помістити його у закриту ємність, щоб запобігти випаровуванню.
- ✓ На таких ємностях повинні бути позначені хімічна назва та символ небезпеки. Утилізуються як хімічні відходи.



# Розливання реагентів

Категорія	Об'єм	Дія	Матеріал для обробки
Невеликий	До 300 мл	Хімічна обробка або поглинання	Нейтралізатор або комплект для поглинання
Середній	300 мл - 5 л	поглинання	комплект для поглинання
Великий	Більше 5 л	Виклик спеціальної служби	Стороння допомога

## Прибирання розливу сорбуючою тканиною



**1** —————>

Розмістити бар'єр навколо плями та прибрати скляні друзки ножицями

**2** —————>

Повністю покрити пляму певним матеріалом

**3** —————>

Зачекати кілька хвилин, поки рідина сорбується, потім прибрати

**4** —————>

Запакувати матеріал у пакет для утилізації та підписати



## "Сухе" прибирання розливу з підлоги

- ✓ Негайно змити водою протягом 15 хвилин.
- ✓ При великих розливах прийняти душ.
- ✓ При змиванні швидко зняти забруднений одяг чи прикраси. **Важлива кожна секунда. Не зволікати через сором'язливість.**
- ✓ Будьте обережні, знімаючи светр чи пуловер, щоб запобігти потраплянню речовини у очі.
- ✓ Продивитися SDS, щоб визначити, які відтерміновані наслідки можуть очікуватись.
- ✓ Викинути забруднений одяг або прати його окремо від іншого одягу. Шкіряні речі або аксесуари не можуть бути дезактивовані, їх слід викинути.
- ✓ **Не використовуйте розчинники для змивання речовини зі шкіри.** Вони видаляють природний захист шкіри і можуть викликати подразнення та запалення. У деяких випадках промивання розчинником може сприяти поглинанню токсичного реагенту.
- ✓ Для легкозаймистих твердих речовин на шкірі, спочатку вичистити якомога більше твердої речовини, а потім продовжувати, як описано вище.
- ✓ Заповнити звіт про інцидент!

- ✓ Негайно промити око (очі) водою протягом щонайменше п'ятнадцяти хвилин. Очі мають бути примусово відкриті для промивання, а очні яблука повинні бути повернені таким чином, щоб промити всю поверхню. Бажано скористатись фонтанчиком, оскільки руками можна відкрити очі. Якщо фонтанчика немає, то промивати око від носа назовні, щоб не забруднити непошкоджене око.
- ✓ Вийняти контактні лінзи перед промиванням. **Не втрачати час перед зніманням контактних лінз.** Не намагатись промити та знову надягти контактні лінзи.
- ✓ Слід звернутися за медичною допомогою незалежно від тяжкості або явної відсутності тяжкості. Пояснити, які реагенти потрапили у очі. Якщо є можливість, взяти з собою SDS.



При надзвичайних  
ситуаціях з  
реактивами  
**ВАЖЛИВА КОЖНА  
СЕКУНДА!**





**Дякую за  
увагу**