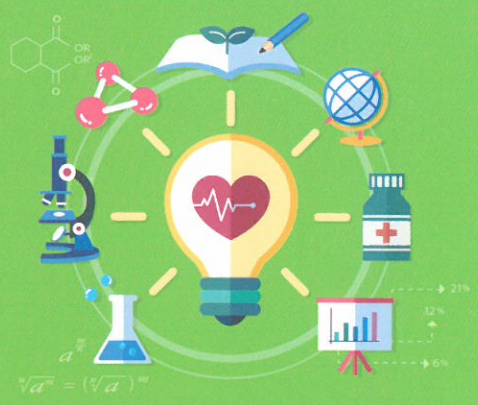
www.kird.re.kr

연구실 안전 표준 교재

실험 전·후 안전 I

KIRD
국가과학기술인력개발원



안전한 실험 수행은
모든 연구개발의 출발점입니다.

All research and development start
from performing safe experiment.

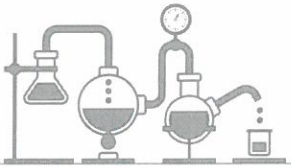
www.kird.re

연구실 안전 표준 교재

실험 전·후 안전 I

KIRD
국가과학기술인력개발원

CONTENTS



실험 전·후 안전 I

실험 전 안전편

CHAPTER 3 화학약품의 분류 및 보관

부록

참고문헌 135

실험 전·후 안전Ⅱ

실험 후 안전편

연구실 안전 표준 교재

실험 전 안전편
Safety Before the Experiment

실험 후 안전편
Safety After the Experiment

화학 · 가스 안전
Safety for Chemistry & Gas

전기 · 전자 안전
Safety for Electricity & Electronics

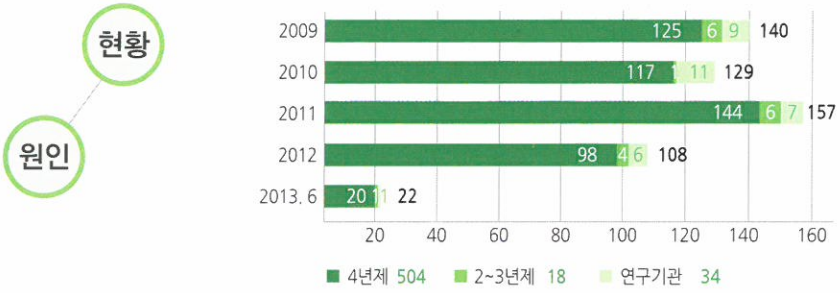
www.kird.re.kr

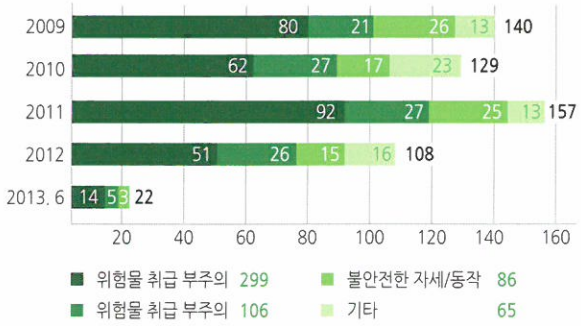
들어가며

'연구실 안전환경 조성에 관한 법률(이하 연안법)'은 과학기술 분야 연구실 안전의 확보와 연구실 사고로 인한 피해의 보상을 통해 연구자원의 효율적 관리 및 과학기술 연구개발활동 활성화를 목적으로 제정되었다. 이에 따라 정부는 다양한 연구실 안전환경 사업을 시행해왔으며, 연구실 안전 교육·훈련 정착을 통해 안전한 연구문화 기반 마련을 위한 지원을 지속적으로 추진하고 있다.

최근 다양한 산업 현장 및 연구실 사고가 꾸준히 증가함에 따라 실험 전·후에 반드시 준수해야할 기본적인 안전 사항에 대한 중요성이 더욱 강조되고 있다. 2013년 미래창조과학부 국정감사에 따르면 2009~2013년 상반기까지 556건의 연구실 사고가 발생했으며, 이 중 94%가 대학 및 연구기관에서 일어난 것으로 나타났다. 2014년 사고의 발생 건수는 총 177건에 이르는 것으로 집계 되었으며, 특히 유사한 대학 내 연구실 사고가 반복되어 발생된 것으로 조사되었다. 연구실 안전사고의 원인 중 88%가 부주의에 의한 사고로 나타났으며, 대부분 기계·기구 사용, 위험물 취급, 불안전한 자세 등으로 인한 부주의가 대다수 인 것으로 알려졌다. 이는 연안법에 의해 연구활동종사자가 안전교육을 의무적으로 이수해야 함(반기별 6시간)에도 불구하고, 소속기관의 저조한 안전교육 시행률(대학 49.3%, 연구기관 43.9%)에 의해 연구활동종사자가 기본적인 안전에 관한 사항을 충분히 숙지하지 못한 것으로 풀이된다. 이에 따라 연구 현장에서는 연구실 안전 교육·훈련에 대한 중요성을 재인식하고 교육·훈련 활성화를 위한 교육대상별·분야별·수준별 교육 콘텐츠의 요구가 꾸준히 제기되고 있다.

2009~2013년 상반기
연구실 사고 발생 현황 및 원인





따라서 안전관리부서 담당자는 물론 대학원생 및 연구원 등 연구활동종사자들이 활용할 수 있는 "실험 전·후 안전(I, II)" 교재를 통해 해당 분야의 기본 개념과 사고 사례를 전달함으로써, 연구실 안전사고로 인한 인명 및 재산 피해를 예방하고 연구 활동에 전념할 수 있는 안전한 연구 환경을 조성하고자 한다. "실험 전·후 안전(I, II)" 교재는 연구활동종사자 개인의 안전 확보를 위한 적절한 보호구 선택과 사용법, 실험 전 숙지해야 할 MSDS 활용법 및 화학물질 보관법, 실험 후 발생되는 폐기물의 안전하고 적절한 처리법으로 구성하였다.

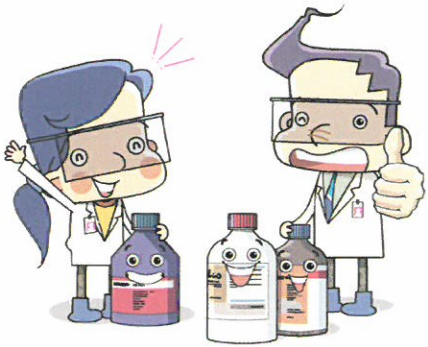
2014년
연구실 사고 사례

2.13 **빙그레 공장 폭발 사고**
(암모니아 탱크 배관 폭발, 4명 사망)

4.15 **안산 단원구 화학물질 제조공장 폭발 사고**
(2층 연구실 폭발과 함께 화재 발생)

4.21 **울산 현대중공업 화재사고**
(LPG 운반선 화재, 2명 사망 및 2명 부상)

7.31 **여수조선소 암모니아 누출사고**
(암모니아 누출, 1명 사망 및 21명 부상)



또한 전문적인 상황별·부상별 응급처치 요령을 제공하여 실험 전·후에 발생할 수 있는 다양한 안전사고의 유형에 대해 숙지하고 예방할 수 있도록 하며, 실제 응급상황 발생 시 빠르고 정확하게 대처할 수 있도록 실질적 지식과 실제 연구 현장의 다양한 사고 사례를 중심으로 내용을 구성하였다.

연구실 기본 안전 수칙

연구활동종사자의 보호

- 모든 연구활동종사자는 실험을 하는 동안 발끝을 덮는 신발을 착용하여야 한다. 가죽 끈으로 된 신발, 발끝이 드러나는 신발, 샌들 등은 보호신발로 적절하지 않다.
- 긴 머리는 부상을 방지하기 위하여 뒤로 묶어야 한다.
- 청결한 실험복을 실험을 하는 동안 항시 착용하여야 한다. 실험복은 실험실을 떠날 때 탈의하여야 한다.(오염된 실험복은 잠재적으로 화학물질 접촉과 감염의 원인이 될 수 있으므로 주의한다.)
- 모든 실험실과 지정된 장소에서 눈 보호구의 착용이 요구될 경우 보안경은 항시 착용하여야 한다.

연구실 안전사고 예방

- 연구활동종사자는 모든 미생물 표본을 전염성이 있는 것으로 간주하고 다루는 미생물 표본의 안전한 취급을 위하여 요구되는 조건에 따라야 한다.
- 방사선 발생원(레이져, 자외선 방사선 물질 또는 아크 램프 등)은 연구실책임자의 지시와 감독 하에 사용하여야 한다.

실험 · 실습 시 기본

- 학생들은 연구실책임자의 허락 없이 어떠한 전처리 실험실에도 들어가는 것을 허락하지 않는다.
- 실험실에서의 인가되지 않는 실험은 엄격히 금지한다. 시간표 이외의 시간에 실험실의 사용을 원하는 연구활동종사자들은 그들의 연구실책임자로부터 허가를 받아야 한다.
- 실험실 탁자 위에 앉는 것을 금지하고, 실험실 내부나 복도에서 뛰지 않도록 한다.
- 실험실 내에서 식음료(음료수병을 포함)를 섭취하여서는 안 된다.
- 버너의 올바르고 안전한 사용은 연구실책임자의 설명에 따른다.
- 입을 이용한 피펫팅은 금지한다.

연구실 기본 안전 수칙

ㅇ 실험 · 실습 후 기본

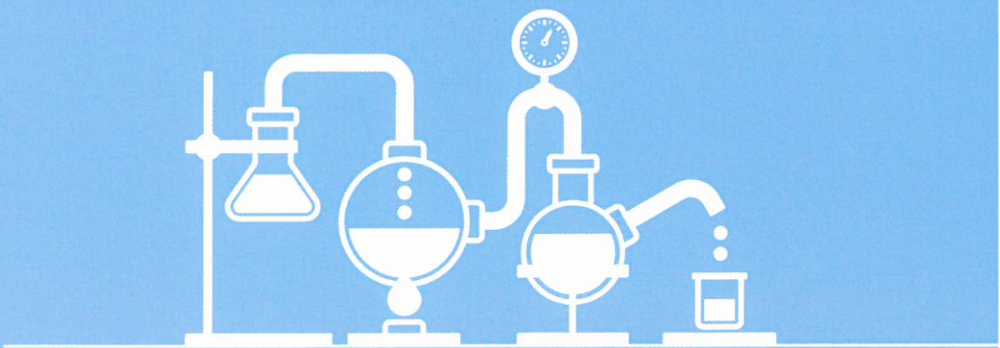
- 망가진 장비나 깨진 유리 기구는 연구실책임자에게 알려야 한다.
- 실험 · 실습 공간은 청결하게 한다. 깨진 유리조각, 날카로운 물건 및 실험실 폐기물은 실험실 내 표시된 쓰레기통에 버린다. 폐기물은 싱크대에 놓아두거나 방치하지 않도록 한다. 그리고 폐기물을 연구실책임자의 허락 없이는 싱크대에 버리지 않도록 한다.
- 누출 된 물질은 즉시 닦아내도록 한다. 시약, 액체 또는 실험기구는 연구실책임자의 허가없이 실험실 외부로 반출해서는 안 된다.
- 생물 시료와 접촉한 장갑은 특별히 표시된 바이오폐기물통 안에 폐기하도록 한다.
- 실험실을 떠나기 전에 항상 손을 씻도록 한다.

ㅇ 비상 상황 시 대처

- 비상시와 비상탈출 절차에 익숙해져야 한다.
- 실험 · 실습실이 있는 건물의 모든 작업구역과 비상구의 위치를 알고 있도록 한다.
- 실험실의 안전시설을 알고 있어야 한다.(비상 샤워기, 안구 세정기, 소화기 위치 등)
- 보행로나 소방통로를 방해하지 않도록 어떠한 장애물(실험기구, 폐 기자재 등)도 배치하지 않는다.
- 실험실 내에서의 상해, 질병 및 사건보고 양식에 모든 사고와 작은 실수까지 보고하고 기록한다.
- 비상사태 및 비상탈출 훈련을 실시할 때에는 실험실로부터 외부 계단이나 가장 가까운 비상탈출구로 신속하고 안전하게 이동한다. 빌딩 내로 들어가도록 허락될 때까지 그곳에서 기다린다.

연구실 안전 표준 교재

실험 전 안전편



CHAPTER

1

개인보호구 및 연구실 안전시설

1. 개인보호구
2. 연구실 안전시설

CHAPTER 1 Safety Before the Experiment

개인보호구 및 연구실 안전시설

연구활동종사자의 안전한 연구환경 보장을 위해서는 특정한 위험 물질로부터 스스로를 보호할 수 있는 개인 보호구와 연구실내 안전시설을 철저히 구비해야 한다. 비상상황에 스스로 대처할 수 있도록 이들의 기능과 사용법을 알아본다.

1. 개인보호구

개인보호구는 연구활동종사자가 특정한 위험 물질로부터 보호하기 위해 착용하는 보호 장비이다. 개인보호구는 위험을 줄이거나 제거할 수는 없지만, 안전사고로부터 연구활동종사자의 개인의 안전을 보장하는 최소한의 조치이다. 종류에는 보호경, 보호 장갑, 보호복, 호흡 보호구 등이 있다. 연구의 특성 및 사용하는 물질의 양과 특성에 따라 적절한 개인보호구를 선택할 수 있으며, 사용자는 사용하는 개인보호구의 기능, 사용법, 한계를 인지하고 있어야 한다.

(1) 보호경과 보호면(Safety glasses & Safety shield)

연구활동 시 눈과 안면을 부상의 위험으로부터 보호하고자 할 때 보호경과 보호면을 활용할 수 있다. 보호경과 보호면은 다음의 안전사고를 예방할 수 있다.

- 의도치 않게 위험 · 위해성 물질이 튀길 때
- 근처의 장비의 조작이나 작동 시 예상하지 못한 물체, 입자(조각, 파편 등) 또는 사용하던 연장이 비행할 때
- 비이온화성 방사선(Non-ionizing radiation; UV, IR 등)을 사용할 때

연구 활동 시, 콘택트렌즈를 착용해서는 안 된다. 콘택트렌즈는 화학물질의 접촉으로부터 어떠한 보호 작용도 하지 않을 뿐만 아니라 감압 환경에서 활동하거나 화학물질이 튀었을 때 훨씬 더 위험할 수 있다. 부득이하게 콘택트렌즈를 착용할 시에는 반드시 보호 고글을 착용해야 하고 유해한 화학물질로 오염되었을 시 즉시 폐기해야 한다.

또한 연구활동종사자의 안전한 연구환경 보장을 위한 적절한 보호경과 보호면을 선택하기 위해서는 위해성 평가가 선행 되어야 한다. 그러나 위해성 평가를 수행하는 것이 용이하지 않을 때는 안전관리자에게 연락을 취하여 조언을 구해야 한다.

※ 위험성평가: 한국산업안전보건공단의 '4M 위험성평가 매뉴얼(2010)'에 따라 기계, 물질 및 환경, 인적, 관리적 4가지 분야의 위험성을 파악하여 위험제거 대책을 제시하는 방법이다.

① 보호경

다양한 종류의 보호경은 착용 시 누구에게나 잘 맞고 편안해야 한다. 그러나 눈과 보호경의 간격이 넓거나 미끄러져 내려가는 경우에는 여러 종류를 시험하여 연구 환경과 개인에게 잘 맞는 것을 선택하는 것이 좋다.

a. 투명 보호경(Clear safety glasses)

일반 보안경과 유사해 보이지만 충격에 강한 렌즈와 견고한 구조를 가지고 있다. 입자, 유리 및 금속 파편 등의 물체로부터 눈을 보호할 필요가 있을 때 활용되나, 안면 전체를 보호할 수 없다는 보호 면적에 있어서의 한계가 존재한다. 따라서 위험 · 유해성 화학물질의 튀길 때 사용하기 적절하지 않으며, 최소한의 보호를 위해서만 사용 가능하다는 것을 인지하고 있어야 한다.

그림 1-1 **일반 투명 보호경(좌)과 일반 보안경 위에 쓸 수 있는 투명 보호경(우)의 예**

b. 투명 보호고글(Clear safety goggles)

분진 및 분말로부터 보호하려면 보호경 보다는 보호고글을 착용하는 것이 더 적절하다. 고무처리가 되어 밀착력이 높은 고글도 위험 · 유해성 화학물질이 튀길 때 연구활동종사자를 충분히 보호하지 못한다. 다음은 고글의 대표적인 종류이다.

- **직접통기고글**(Direct vented goggles): 고글에 통기구가 있어 고글 내부로 공기가 통하는 구조를 가진다. 따라서 작은 파편의 튀김으로부터 눈을 보호하는 데는 적합하지만 화학물질의 튀김과 유해 기체로부터 보호하지는 못한다.
- **간접통기고글**(Indirect vented goggles): 고글 상하단의 통기구는 덮여 있어 대기의 공기는 통과할 수 있지만 액체는 통과하지 못하는 구조를 가지고 있다. 따라서 파편 및 화학물질로 부터 눈을 보호할 수 있다.
- **비통기고글**(Non-vented goggles): 액체 및 기체 모두 고글 내부로 통과하지 못한다. 따라서 분진, 분무, 액체와 그 외 유해기체로부터 눈을 보호할 수 있다.

그림 1-2 직접통기고글(좌), 간접통기고글(중)과 비통기고글(우)의 예

② 보호면/보호막

목과 귀, 안면을 보호하는 보호면 또는 보호막(Standing shield)은 진공상태에서의 작업이나 폭발, 내파, 튀김으로 인한 안전사고 가능성이 있는 작업 수행시 사용해야 한다. 보호면 만을 유일한 안면 보호구로 인식하기보다는 보호경 및 고글과 상시 함께 사용하는 것을 권장한다. 보호면을 사용 때에는 보호경과 보호고글을 착용하고 난 후 그 위에 착용해야 한다. 보호면은 다음과 같은 상황에서 필요하다.

- 많은 양의 위험 · 유해성 물질과 그 외의 파편이 튐으로 인해서 안전사고가 발생할 수 있을 때
- 가압멸균기(Autoclave)의 가열된 액체를 제거할 때
- 액체 질소를 다룰 때
- 반응성이 매우 크거나, 농도가 높은 부식성 화학물질을 다룰 때
- 진공 및 가압을 활용하는 유리 기구를 사용할 때

그림 1-3 보호면의 예

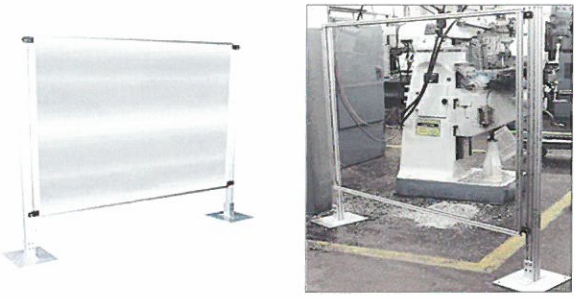


그림 1-4 보호막 및 보호막 활용의 예

③ 색 안경/고글

색이 있는 안경, 고글은 레이저를 활용하는 장비를 다루거나 용접 시 발생 및 누출되는 방사 에너지로부터 눈과 안면을 보호할 수 있다. 방사 에너지의 종류, 레이저의 파장에 따라 알맞은 색의 보호구를 사용해야 한다. 따라서 색안경과 고글에 어느 정도의 광학밀도(Optical density)를 가진 장비를 사용할지 결정하여 적절한 색의 보호구를 활용할 수 있어야 한다.

광학밀도는 특정 파장의 빛이 매질을 통과한 후 투과하는 복사량(I_0)에 대한 통과하는 초기 복사량(I_1) 비율(I_0/I_1)의 로그 값을 말한다. 즉, 광학밀도의 수치가 높을수록 빛의 투과도는 감소한다.

그림 1-5 색안경의 예

(2) 호흡 보호구

호흡을 통한 인체 내 위험 · 유해 물질의 유입은 연구활동종사자가 상해를 입는 가장 빈번한 경로이다. 만약 공기 중에 많은 양의 화학물질이 오랜 기간 확산해 있다면 장 · 단기적으로 건강상 고통을 받을 수 있다. 따라서 적절한 호흡 보호구를 사용함으로써 해로운 분진, 증기, 연기, 분무, 가스 등으로 인해 오염된 공기로의 노출을 방지해야 한다. 1회용 마스크, 공기정화식 및 공기공급식 호흡 보호구 포함하는 모든 호흡 보호구에 대해 1년 마다 적합성 테스트를 진행해야 하고, 사용 전 사용법을 숙지해야 한다. 보관 시에는 깨끗하고 건조한 곳에 두고, 되도록 같은 호흡 보호구를 공유하지 않도록 해야 한다.

① 호흡 보호구의 종류

표 1-1 호흡 보호구의 종류 및 형태에 따른 분류

분류	공기정화식*		공기공급식	
종류	비전동식	전동식	송기식	자급식
안면부 등의 형태	전면형 반면형 1/4형	전면형 반면형	전면형 반면형 페이스실드 후드	전면형
보호구명	방진마스크 방독마스크 겸용마스크 (방진방독)	전동팬부착 방진마스크 방독마스크 겸용마스크 (방진방독)	송기마스크 호스마스크	공기호흡기 (개방식) 산소호흡기 (폐쇄식)

* : 공기정화식에는 안면부 여과식 방진마스크 포함

호흡 보호구는 크게 공기정화식과 공기공급식 호흡 보호구로 구분할 수 있고, 운용 방식과 안면부의 형태에 따라 용도가 달라질 수 있다. 다음은 연구실에서 주로 사용되는 호흡 보호구의 종류이다.

a. 필터형 반면 마스크(Filtering face-piece respirator, 1회용)

석면, 생물학적 에어로졸 등의 입자성 유해 물질을 걸러내는 용도로 쓰이며 가스나 증기와 같은 비입자성 유해 물질로부터 연구활동종사자를 보호할 수 없다. 필터형 반면 마스크는 1회용이며, 그 종류가 매우 다양하다. 호기 밸브가 있는 마스크는 숨을 쉬는 것이 용이하여 널리 활용되고 있다.

그림 1-6 필터형 반면 마스크의 예

b. 공기정화식 마스크(Air-purifying respirator, 카트리지 교환용)

공기정화식 마스크는 카트리지의 종류에 따라 매우 다양한 종류의 유해물질 유입을 막을 수 있다. 따라서 활용 시 위험성 평가를 통해 해당 유해 물질에 대한 적절한 카트리지를 선택하는 것이 중요하다. 보관 시에는 카트리지가 부착되어 있는 채로 두지 말고, 마스크와 카트리지를 분리하여 보관하며 카트리지는 깨끗하고 건조한 곳에 보관하는 것이 좋다. 사용 전에 호기 밸브가 오염되지 않았는지, 깨지거나 구멍이 나 있는지 점검해야 한다. 또한 마스크의 효율과 호흡의 용이성을 위해 직접 착용한 채로 테스트를 실시하여 양압과 음압을 확인해야 한다. 카트리지는 정기적으로 체크하여 관리하고 기한 내에 사용하도록 한다.

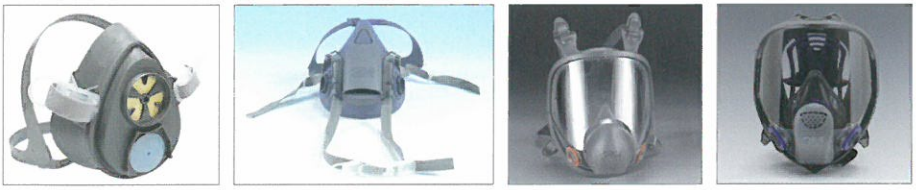


그림 1-7 여러 종류의 공기정화식 마스크 예

그림 1-8 여러 종류의 카트리지 예

c. 전동 공기정화식 마스크(Powered Air Purifying Respirator, PAPR)

건전지를 동력으로 사용하는 전동 공기정화식 마스크는 반면/전면 보호면, 호흡관, 건전지로 작동하는 풍기, 카트리지 필터로 구성되어 있다. 풍기는 오염된 공기를 카트리지로 통과시켜 오염물질을 제거하고 보호면 쪽으로 깨끗한 공기를 내보내는 역할을 하지만, 산소를 직접 공급하지는 않기 때문에 초기 공급된 공기의 양과 동등하지 않다. 또한 비전동 공기정화식 마스크와 동일하게 카트리지는 해당 유해물질에 따라 적절한 것을 선택해야 한다. 예기치 않은 사고에 대비하기 위해서 상시 건전지가 충전되어 있는 채로 보관해야 한다.

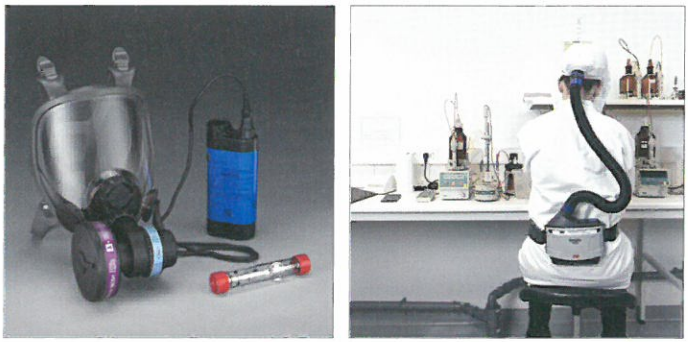


그림 1-9 전동 공기정화식 마스크의 예 및 착용 모습

d. 수술용 마스크와 분진 마스크(Surgical masks & Dust masks)

수술용 마스크와 분진 마스크는 어떠한 호흡 보호 기능을 제공하지 않으므로, 엄밀하게는 호흡 보호구라 할 수 없다. 따라서 연구실에서 해당 마스크 활용 시에는 별도의 호흡 보호구가 필요함을 인지해야 한다.

그림 1-10 **수술용 마스크의 예**

(3) 보호 장갑

연구실 안전사고에 대비하기 위해 적절한 보호 장갑의 선택은 매우 중요하다. 보호 장갑은 위험 · 유해 물질, 알려지지 않은 독성을 가진 화학물질, 부식성 물질, 거칠거나 날카로운 물질, 뜨겁거나 차가운 물질 등을 다룰 때 반드시 착용해야 한다. 일회용 라텍스(Latex), 비닐, 나이트릴(Nitrile) 장갑은 대부분의 연구 환경에 적합하나 다음의 상황에서는 화학물질의 성질과 특성에 따라 이 외의 적합한 보호 장갑을 선택해야 한다.

- 장시간 손을 담그고 화학물질을 다룰 때
- 고농도의 부식성 화학물질을 다룰 때
- 높은 급성 독성을 가지는 화학물질을 다룰 때

보호장갑 사용 전에는 마모되거나 구멍이 난 곳이 없는지 점검해야 한다. 장갑 내부에 바람을 불어넣고 막아보았을 때 공기의 노출이 없는지 살핀다. 이때, 공기대신 물을

넣어 점검해서는 안 된다. 물을 넣어 점검한다면 점검 후 착용이 불편해지고, 물의 표면 장력 때문에 구멍 난 곳을 찾기가 더 어려워진다.

유해물질이나 연구 장비를 만지고 난 뒤에, 장갑에 묻은 오염물질이 다른 장소나 개인의 신체에 접촉하여 2차 오염을 유발하지 않도록 주의해야 한다. 또한 사용 후에는 최대한 장갑 외부와의 접촉을 피해가며 벗는다. 1회용 장갑은 손목 쪽을 당겨 겉면이 안쪽으로 향하도록 뒤집어 벗고, 남은 한 쪽도 동일한 방식으로 벗어 손에서 제거한 후 폐기한다. 재사용이 가능한 장갑은 반드시 세척 건조하여 보관한다.

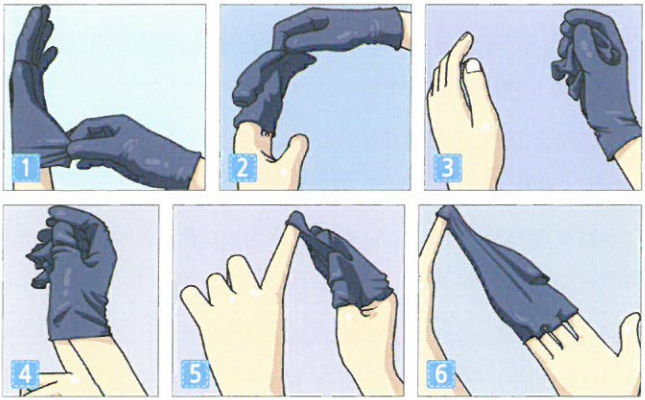


그림 1-11 일회용 장갑 벗는 순서

① 적합한 보호 장갑의 선택

보호 장갑 선택 시 다음의 사항을 반드시 고려해야 한다.

- **보호성능 저하 정도**: 화학물질과 접촉 후 팽창, 수축, 경화, 분해 등으로 고유의 물질적 성질을 잃고 보호성능이 저하되는 정도
- **침투율**: 초기 장갑의 표면에 화학물질이 접촉한 이후부터 장갑 안쪽에서 해당 물질이 검출될때까지의 경과 시간

- **투과 시간**: 테스트용 화학물질에 담갔을 때 화학물질이 장갑 내부로 침투하는데 걸리는 시간

혼합물을 다루는 경우에는 가장 짧은 투과 시간을 기준으로 보호 장갑을 선택해야 한다. 이는 구매 전 제조사에서 제공하는 호환성 차트(Chemical compatibility chart 또는 Chemical resistance chart)와 GHS/MSDS를 참고하여 연구 활동 시 적합한 보호 장갑을 선택할 수 있다.

다음은 추가적으로 선택 가능한 사항들이다.

- **크기**: S, M, L, XL의 종류가 있으며, 연구활동종사자 개인의 손에 맞추어 착용 시 편안한 것으로 선택하도록 한다.
- **길이**: 장갑의 길이는 팔을 화학물질에 담그거나 튀길 경우를 대비하여 선택해야 한다. 보통 35cm 정도의 장갑은 대부분의 상황으로부터 보호가 가능하다.
- **두께**: 두꺼운 장갑은 피부의 노출을 방지하는 측면에서 우수하지만, 필요 이상으로 두꺼운 보호 장갑 활용 시 실험 조작을 하는데 있어 어려움을 겪을 수 있다.
- **내부 파우더 유/무**: 장갑 내부의 파우더로는 주로 옥수수 전분을 사용한다. 이는 장갑을 끼거나 벗기 쉽게 하나, 피부 알레르기 반응을 일으킬 수 있으므로 유의해야 한다.

② 보호 장갑 재질에 따른 활용

- **부틸 고무(Butyl rubber)**: 휘발성이 큰 에스터류와 케톤류를 다룰 때 가장 적합하다. 또한 대부분의 가스 및 수증기 침투에 대해 가장 높은 저항력을 보이나 가솔린, 방향 · 지방족 및 할로젠화 탄화 수소류에는 취약하다.
- **네오프렌(Neoprene)**: 인장강도 및 열 저항력이 좋고 내마모성을 가지고 있어, 산류와 부식성 물질 및 오일류를 다룰 때 사용할 수 있다. 1회용 또는 재사용이 가능한 종류가 있다.

- **라텍스**(Latex, Natural rubber): 탄력성과 저항력이 좋아 산류, 부식성 물질, 염류, 세제류와 알콜류 등 다양한 범위의 화학물질을 다루는데 사용할 수 있다. 그러나 유기 용매에 취약하고, 구멍이 났을 시 찾기 어렵다. 또한 라텍스 고무의 단백질은 알레르기 반응을 일으킬 수 있다. 피부발진, 염증, 호흡장애, 기침, 쇼크 증상을 동반하므로 주의를 필요로 한다.
- **나이트릴**(Nitrile): 연구실에서 가장 많이 쓰는 1회용 장갑으로 라텍스 단백질을 포함하지 않는 합성 고무로 만든다. 많은 종류의 화학물질에 대한 저항력을 가지고 있으며 라텍스에 알레르기 반응이 있는 연구활동종사자에게 적합하다. 용매, 오일류, 일부 산과 염기류를 다룰 때 사용할 수 있으며, 찢어지거나 구멍이 났을 때 찾기 쉽다. 다양한 두께의 나이트릴 장갑이 있으므로 주문 전 제조사가 제공하는 정보나 GHS/MSDS를 참고하여 적절한 것을 선택하도록 해야 한다. 두께가 6mm 이하인 나이트릴 장갑은 1회용이며, 이보다 두꺼운 장갑의 경우, 상황에 따라 다시 사용할 수 있다.
- PVC: 내마모성이 매우 좋고, 대부분의 지방류, 산류, 석유계 탄화수소(Petroleum hydrocarbons)다룰 시 사용할 수 있다. 그러나 대부분의 유기용매에는 취약하다.
- PVA: 가스가 침투하지 못하고, 방향족 및 염소계 용제에 대한 보호력이 매우 뛰어나다. 그러나 물을 잘 흡수하므로 물이나 수용액을 다룰 시 사용할 수 없다.

안전한 실험을 위한 장갑 사용법

▫ 한 종류의 장갑으로 충분히 보호할 수 없다면 두 종류의 장갑 또는 같은 종류의 장갑을 두 겹으로 착용할 수 있다. 이는 유해 물질의 침투를 우려하여 두꺼운 장갑을 선택하여 사용할 때 보다 실험 조작 시 손을 움직이기 용이하고, 오염물질이 묻었을 때 즉시 한 겹을 제거하여 안전을 확보할 수 있다. 또한 필요를 위해 착용한 느슨한 장갑 위에 꽉 끼는 장갑을 착용하여 손의 움직임을 용이하게 할 수도 있다.

(4) 보호복

연구실에서 품이 맞지 않고 노출이 심한 의상은 연구활동종사자를 위험에 처하게 할 수 있다. 따라서 연구 활동 중에는 품이 잘 맞고 되도록 노출이 없는 의상을 착용하도록 하고, 위험 · 유해 물질로부터 오염될 가능성이 있다면 반드시 물리적 · 화학적으로 신체를 보호할 수 있는 보호복을 일상복 위에 착용해야 한다. 보호복을 선택할 때에는 장소와 용도에 따라 알맞게 선택해야 한다. 예를 들어 무릎 길이의 긴 팔 실험복은 일반 화학 실험 시 적절하지만 기계 조작 시에는 소매가 기계에 낄 가능성이 있으므로 짧은 소매의 보호복을 입도록 한다. 다음은 연구실에서 주로 사용하는 보호복의 종류이다.

① 1회용 실험복

1회용 실험복은 동물과 생물 실험에서 위험물질을 다룰 때 사용한다. 보통 1회용 실험복의 소재는 항균 처리가 되어 있고, 다양한 종류가 있다. 얇은 플라스틱 소재의 실험복은 액체의 흡수를 막을 수 있는 1회용 실험복도 있다. 오염되었을 때는 소량의 화학물질이 묻은 경우 일반 쓰레기와 함께 폐기할 수 있지만, 위험, 생물, 방사선 물질의 경우 성질에 따라 분리하여 폐기한다.

② 방화용 실험복

방화용 실험복의 천은 불에 타지 않는 성질을 가지고 있다. 따라서 자연 발화하는 물질 또는 매우 반응성이 높은 물질을 다룰 때 사용할 수 있다. 내열성 합성섬유인 노맥스(Nomex)는 불에 대한 보호력이 강하고 잘 찢어지지 않는다. 또한 대부분의 용매, 산류, 염기류로부터 저항성이 뛰어나 방화용 실험복의 소재로 쓰인다. 그러나 염소계 표백제에는 분해되므로 주의해야 한다. 즉, 방화 처리된 면으로 만든 방화용 실험복은 여러 용도로 사용할 수 있는 반면, 세탁 시 그 기능이 소멸할 수 있으니 주의해야 한다.

③ 일반 실험복

일반 실험복은 특별한 주의가 필요하지 않는 일반 실험 조작 시 주로 사용한다. 면 실험복은 어느 정도의 방화력을 가지고 있지만, 산에 마모될 수 있고 충분한 방화력을 제공하지 않으므로 사용 시 이러한 점을 숙지해야 한다. 또한 100% 폴리에스터 실험복과 면/폴리에스터 혼합 섬유로 만들어진 실험복은 대부분 방화력이 낮으므로 화기물질을 다룰 시 적절하지 않다. 일반 실험복은 보통 1년 이상 사용 가능하며 이를 정기적으로 세탁해야 한다.

그림 1-12 일반 실험복의 예

④ 앞치마

앞치마는 실험복 대신 입는 것이 아니라, 특별히 화학물질에 대한 추가적 보호가 필요할 시 실험복 위에 착용해야 한다. 그 소재와 종류가 다양하므로 연구 활동 목적에 맞게 선택하고, 구매 전 제조사가 제공하는 정보를 참고하여 화학물질에 대한 저항력을 확인 후 구입하도록 한다.

그림 1-13 보호용 앞치마의 예

(5) 안전화

연구실과 화학물질을 사용 및 보관하는 장소에서는 발끝을 보호하는 신발을 항상 착용해야 한다. 구멍이 뚫려 있는 신발, 슬리퍼, 샌들, 천으로 된 스니커즈는 위험 · 유해물질과 깨진 유리에 노출될 가능성이 있으므로 적합하지 않다. 따라서 화학물질에 저항력이 있는 신발 덮개나 장화를 착용함으로써 부식성물질, 다량의 용매 등을 쏟아 발생할 수 있는 안전사고를 대비할 수 있다.

그림 1-14 **신발 덮개와 보호용 장화의 예**

2. 연구실 안전시설

(1) 안구 세정기 및 비상 샤워시설

부식, 심각한 자극, 영구적인 조직의 손상, 독성물질에 의한 중독을 일으킬 수 있는 유해성 화학물질을 다루는 모든 연구실은 안구 세정기와 비상 샤워시설을 갖추어야 한다. 안구 세정기와 비상 샤워기는 유해물질로 인한 부상 시 적어도 10초 이내에 이용할 수 있는 15m 이내에 배치하여 즉각적으로 유해 물질을 낼 수 있도록 하고, 해당 시설에 접근하는 경로에는 발에 걸리거나 치이는 장애물이 있어서는 안 된다. 또한 연구활동종사자는 활동을 하는 각 건물과 지역에 비상 안구 세정기와 샤워기의 위치와 사용법을 숙지하고, 안구 세정 및 비상 샤워 후에는 의사의 진단과 치료를 받아야 한다.

① 비상 시 안구 세정기의 사용

- 화학물질이 눈에 들어갔을 때 눈꺼풀을 단단히 감는 경향이 있으므로 안구 세정 시 눈을 뜬 채로 세정할 수 있도록 노력하고, 어려울 경우 동료의 도움을 받아 눈꺼풀이 열려 있는 채로 유지하여 안구를 세정할 수 있도록 한다.
- 화학물질이 눈에 들어갔을 때 도움이 없이 안구 세정기를 찾아 사용하는 것은 어려우므로 함께 있는 동료의 도움을 받아 비상 상황에 대처하도록 한다.

그림 1-15 안구 세정기의 예

그림 1-16 안구 세정기를 사용한 세척법

② 비상 시 샤워기의 사용

- 비상 샤워기는 의류에 발생한 화재 진압을 위해 사용될 수 있다.
- 유해성 화학물질에 접촉하여 즉각적인 제거가 필요한 경우 비상 샤워기 아래 서서 샤워 손잡이를 아래로 당겨 물이 분사될 수 있도록 한다. 작동 후에는 손잡이를 위로 올려 분사를 멈출 수 있다.
- 실험복 및 다른 종류의 보호복에 튄 유해물질이 추후 피부에 접촉하거나 보호복에 흡수되어 해를 입을 수 있다. 초기에 이러한 안전사고를 방지하기 위해 보호복에 유해물질이 묻은 것을 인지했을 시 비상 샤워를 통해 제거할 수 있다. 그러나 이 과정으로 유해물질이 즉각적으로 제거되지 않고 젖은 상태에서 확산된다면 동료의 도움을 받아 빠르게 신발과 보호복을 탈복할 수 있도록 해야 한다.

- 기본적으로 약 15분 간 씻도록 권장한다. 유해물질에 접촉하여 비상 샤워를 하는 동안 동료는 비상 샤워기 근처에 기재되어 있는 응급 기관(119 응급구조센터, 보건실 등)에 연락을 취해야 한다.

그림 1-17 안구 세정기를 겸비한 비상 샤워기의 예

(2) 소화기

모든 인화성 · 가연성 화학 물질을 다루는 모든 연구실은 반드시 화재 진압용 소화기를 준비해야 한다. 모든 소화기는 잡동사니가 없는 공간의 벽면에 배치하거나 소화 캐비넷 안에 보관해야 한다. 연구활동종사자는 소화기의 위치와 사용법 및 연구실 내에 배치되어 있는 소화기의 종류에 대해 숙지하고 있어야 한다. 화재 또는 화재 진압을 위해 소화기를 사용한 경우 연구실관리자에게 당시의 상황을 보고하도록 한다.

모든 소화기는 소화방법에 따라 적용가능한 화재 종류를 표시하게 되어 있다.

- A: 일반화재용(섬유류, 나무, 종이 등)
- B: 유류화재용(기름, 가연성 액체 등)
- C: 전기화재용
- D: 금속화재용

그림 1-18 소화기의 예

그림 1-19 분말 소화기

① 분말 소화기 사용방법

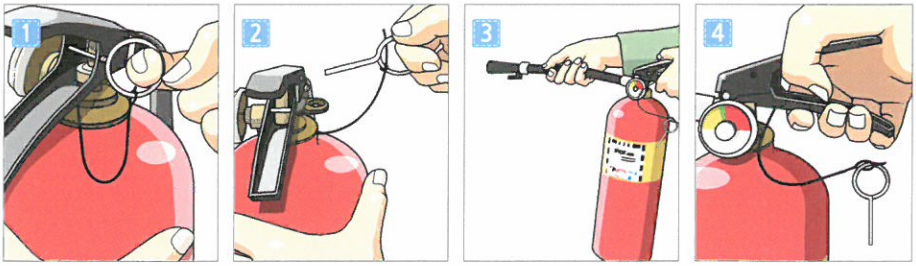


그림 1-20 분말 소화기 사용 순서

1~2 손잡이 부분의 안전핀을 뽑는다.

3 바람을 등지고 서서 호스를 불쪽으로 향하게 잡는다.

4 손잡이를 꽉 움켜쥐고 불을 향해 분사한다. 이때 빗자루로 쓸듯이 뿌린다.

일반적인 분말 소화기의 사용법은 어렵지 않다. 불이 나면 먼저 안전핀을 뽑고 노즐을 빼서 불이 난 곳을 향한 다음 비로 쓸듯이 뿌려준다. 야외에서는 바람을 등지고, 불이 난 지점에 골고루 넓게 뿌려야 한다. 분말 소화기는 산소의 공급을 막아 불을 끄는 질식 소화방식이므로 불이 난 곳에 넓게 덮어 씌우듯 뿌려야 효과가 좋다. 그리고 소화기에서 안전핀을 뺄 때에는 소화기 몸체를 잡고 빼야 한다. 당황하여 손잡이를 잡은 상태에서 안전핀을 빼려고 하면 잘 빠지지 않는다.

② 투척용 소화기 사용방법

투척용 소화기를 사용할 때는 보호용 커버를 벗겨내고, 약제통을 꺼내 불을 향해 던진다. 어린이, 노약자, 장애인이 사용하기에 좋은 소화기가 바로 투척식 소화기다. 투척식 소화기는 액체 상태의 소화약제가 든 케이스를 불이 난 곳에 직접 던져 불을 끄는 방식으로 일반 소화기보다 사용이 간편하다. 그러나 유류 화재의 경우 발화점에 직접 던지지 말고 주변 바닥이나 벽에 던져 소화 약제가 화재 부위를 덮도록 하는 것이 좋다.

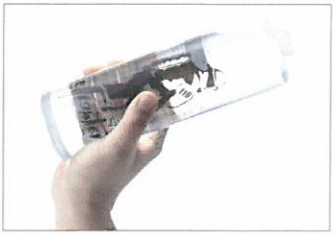


그림 1-21 **투척용 소화기의 예**

③ 옥내 소화기 사용방법

옥내 소화기는 긴 호스를 끌어다 발화점에 조준하고 소화전함의 밸브를 열어 물을 뿌려야 하므로 가능한 2인 이상이 함께 움직이는 게 좋다.

- 화재가 발생하면 화재를 알리는 발신기 스위치를 누르고, 소화전 문을 열어 노즐(관창)과 호스를 꺼낸다.
- 가능한 호스에 접힌 부분이 없도록 펴주고 노즐을 가진 사람이 물을 뿌릴 준비가 됐으면 소화전함의 개폐밸브를 돌려 개방한다.
- 수압이 강하므로 노즐을 단단히 잡고 불이 타는 곳을 향해 물을 뿌린다.

(3) 흄 후드(Fume hoods)

흄 후드는 유해 가스와 증기를 포집할 목적으로 설치되는 설비로, 창을 최대로 개방하였을 때 보통 최소 면속도가 0.4m/sec 이상으로 권장된다. 실험은 가능한 한 후드 안쪽에서 이루어져야 하며, 실험 작업 시 창은 46cm 이상 열려서는 안 된다. 흄 후드의 구조는 그림과 같다.

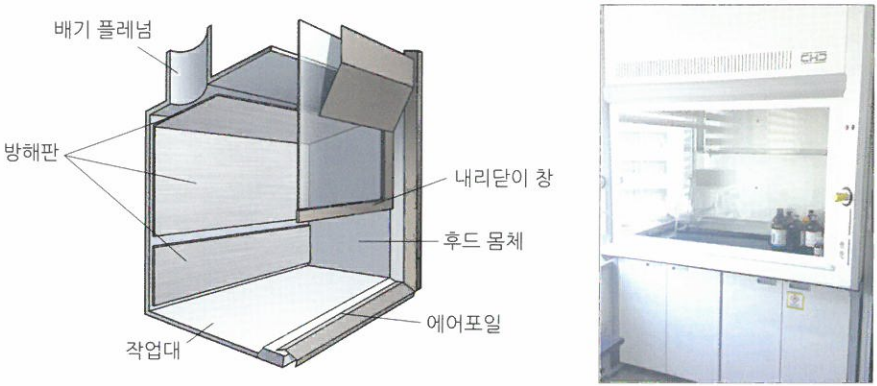


그림 1-22 **일반적인 흄 후드의 구조와 실례**

① 흄 후드 부품의 기능

a. 배기 플레넘(Exhaust plenum)

후드 전면에 걸쳐 공기의 흐름이 균일하게 분포되도록 도움을 준다. 이 부품에 포집된 물질이 많아지면 난류가 생성되고 유해물질 포집 효율이 감소한다.

b. 방해판(Baffles)

후드의 뒤편을 따라 일자형의 구멍을 생성하는데 사용하는 이동식 가림막(Partitions)이다. 배기 플레넘과 마찬가지로 후드의 전면에 균일한 공기 흐름을 유지하는데 도움을 주고 포집 효율을 증가시킨다.

c. 작업대(Work surface)

실제 작업이 이루어지는 후드 아래의 영역이다.

d. 내리닫이 창(Sash)

작업을 하는 동안 효율을 증가시키기 위하여 최적의 높이로 닫을 수 있는 이동식 전면 투명판이다. 사용하지 않을 때는 에너지를 절약하기 위하여 완전히 닫는다. 물리적 보호 장벽을 제공하여 오염으로부터 방어할 수 있는 추가적 안전 조치를 제공한다.

e. 에어포일(Airfoil)

후드의 전면 양 옆과 바닥을 따라 위치해 있다. 후드 안으로 공기의 흐름이 유선형으로 흐르도록 하며 난류를 방지하는 작용을 한다. 에어포일 아래에 있는 작은 공간은 샷시가 완전히 닫혔을 때 후드의 실험실 내 공기가 배출시키는 역할을 한다.

② 흄 후드 사용 및 유지 시 주의사항

- 면속도 확인 게이지가 부착되어 수시로 최소의 기능이 유지되는지를 확인할 수 있어야 한다.
- 후드의 고유번호와 점검 확인서를 비치해야 한다.
- 후드 내부를 깨끗하게 관리한다.
- 후드 안에 머리를 넣지 않는다.
- 필요 시 추가적인 개인 보호 장비를 착용하도록 한다.
- 후드 창은 실험 조작이 가능한 최소 범위만 열도록 한다.
- 후드 안의 물건은 입구에서 최소 15cm 정도 떨어져 있어야 한다.
- 미사용 시 창을 완전히 닫아 놓아야 한다.
- 콘센트나 다른 스파크가 발생할 수 있는 원천은 후드 내에 위치시키지 않는다.
- 흄 후드에서의 스프레이 작업은 화재 및 폭발 위험이 있으므로 금지한다.
- 흄 후드를 화학물질의 저장 및 폐기 장소로 사용해서는 안된다.

실험실 장비 관리 기본 수칙

냉장고

냉장고에 화학물질을 저장 시 밀봉이 잘 되어 있는지 확인하고
시료와 시약용으로 구별하여 사용

화학물질 저장고

실험실 내에 저장할 경우 통풍이 되는 곳에
종류별로 분류하여 보관

초자기구

Borosilicate glass(붕규산 유리, 붕사과 규산을 주성분으로 하는 유리로,
내열요리용, 화학용기로 사용됨)를 사용하고, 연화유리(soft glass)는
오직 시약병, 막대, 튜빙으로만 사용

흄 후드

가연성, 독성 등 유해한 물질을 사용할 때는 후드에서 작업하고,
후드 성능은 주기적으로 점검하여 점검날짜와 점검결과를
기록하여 보관

세안 장치

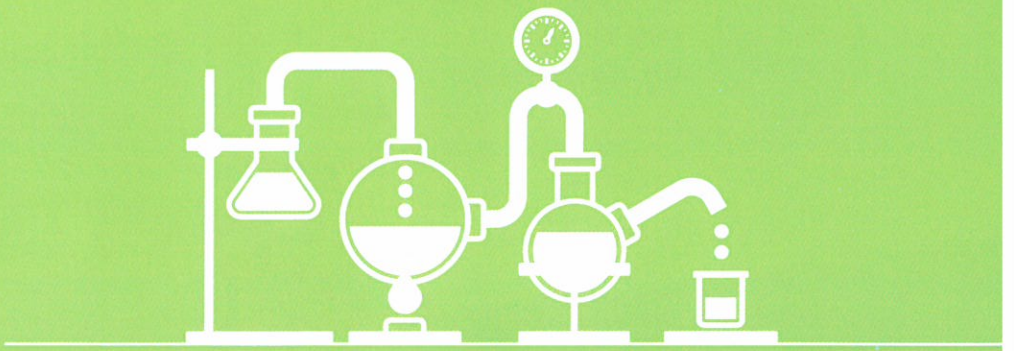
실험실의 모든 장소에서 15m 이내, 또는 10초 이내에
도달할 수 있는 위치에 확실히 알아볼 수 있는 표시와 함께 설치

샤워 장치

모든 사람들의 키에 맞도록
높이를 조절하고
항상 사용가능하게 유지

연구실 안전 표준 교재

실험 전 안전편



CHAPTER

2

GHS/MSDS의 활용

1. GHS/MSDS의 이해
2. GHS에 따른 유해·위험성 분류
3. GHS/MSDS 정보의 검색
4. GHS/MSDS 미숙지 관련 사고 사례

CHAPTER 2 Safety Before the Experiment

GHS/MSDS의 활용

'물질안전보건자료(MSDS)'는 유해 · 위험성을 가진 화학물질을 사전 이해하고 모든 취급 과정에서 안전을 도모하기 위해 제시되는 통일된 지침이다. 분류기준과 유해 위험성 정보를 정확히 인지하여 효과적으로 이를 활용할 수 있도록 한다.

1. GHS/MSDS의 이해

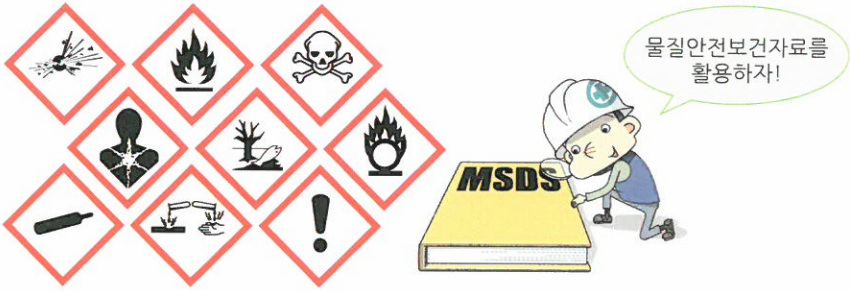
(1) MSDS와 GHS/MSDS의 소개

① 물질안전보건자료(MSDS)

'물질안전보건자료(MSDS, Material Safety Data Sheet)'는 화학물질의 안전한 취급을 위한 물질의 특성과 유해 · 위험성을 사전 이해하고 운반, 저장, 누출 및 폐기를 포함하는 모든 취급 과정에서 안전을 도모하고, 사고 시 효과적인 방재를 위해서 화학물질 각 개별로 제조자나 공급자가 만들어 제공하는 문서를 말한다.

이 자료는 산업체의 관리자나 종업원은 물론 화학, 생물 계통의 연구실을 가진 학교, 연구소 등에서 화학물질을 취급하는데 유용하게 활용되어 왔다. 그러나 국가, 혹은 기업체별로 화학물질의 분류나 유해성 등에 관한 내용이 일부 상이하고, 특히 유해 ·

위험물의 분류와 경고표지 등이 국가별로 서로 상이하여 작업장의 근로자나 소비자, 운송자, 더 나아가 무역업자, 혹은 방재요원에게 필요한 정보를 정확하게 제공하는데 어려움이 있었다.



② 국제연합(UN) 작성 GHS

1989년 ILO에서는 모든 국가가 공동으로 이해하고 사용할 수 있는 화학물질의 분류 · 표지 및 유해 · 위험성 정보의 제공을 위해 통일된 분류 및 표지 체계 도입을 결의하였다. 2002년에는 국제환경정상회의에서 이러한 시스템의 조속한 도입을 결의하였으며 이후 UN은 모든 국가가 공동으로 이해하고 사용할 수 있는 '화학물질 분류 및 표지 등에 관한 세계조화시스템(GHS, Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals)'을 마련하고 세계 모든 국가에 2008년까지 이 제도의 도입 및 시행을 권고하였다. UN이 작성한 GHS 시스템의 안내서는 현재 제 5개정판(2013년간, 536페이지)이 영문으로 출간되어 보급되고 있으며, 이 시스템의 도입 및 적용 시기는 국가마다 다소 차이를 보이고 있다.

③ GHS/MSDS 시스템

UN이 만든 화학물질의 분류와 표지에 관한 시스템은 GHS, 혹은 GHS 시스템이라 한다. 이에 준하여 만든 MSDS를 우리나라에서는 지금까지 사용되어 온 명칭 그대

로 '물질안전보건자료'라 한다. UN 지침서 및 EU 지역에서는 GHS/MSDS라고 명명되며 내용상 가장 큰 특징은 화학물질의 분류와 유해 · 위험성 정보를 통일된 형식으로 전달하는 데 있다고 할 수 있다. 기존 MSDS는 미국 노동성 산하 노동안전위생국(OSHA, Occupational Safety & Health Administration)에서 처음 만든 것으로 미국화학회에서 운영하는 CAS(Chemical Abstract Service)의 등록번호를 인용하고 유해 · 위험성에 대하여는 눈, 피부, 흡입 시, 혹은 섭취 시 급성 영향이나 장기간 노출에 의한 만성 징후와 증상에 대해서 언급하고 있다. 유해 · 위험성에 관하여는 미국방재협회에서 제시하는 인체 유해성, 화재 위험성, 다른 물질과의 반응성 등 3개 항목에 대하여 0~4로 표시하는 방식을 활용하여 왔다.

반면에 GHS 시스템에서는 통일된 방법에 의해 화학물질의 유해 · 위험성을 물리적 위험성 16개 분야, 인체 유해성 10개 분야 및 환경 유해성 2개 분야 등 모두 28가지로 상세히 분류하고 그림문자와 신호어를 사용하여 신속히 유해 · 위험성을 판단할 수 있도록 도와주며 예방, 대응, 저장, 폐기 시의 필요한 조치 등에 대해서는 지정된 문구를 활용하도록 제시하고 있다. 따라서 GHS 시스템을 도입하여 작성된 MSDS는 어느 국가의 언어로 번역하더라도 전 세계적으로 통일된 분류기준과 유해 · 위험 정보를 갖고 있다. 따라서 GHS/MSDS는 화학물질의 수출입 담당자나 일반 제조 및 사용자 등 누구나 쉽고 명확하게 화학물질의 특성을 이해하고 관리하는데 큰 도움이 되는 지침이라고 할 수 있다.

화학제품의 시장 점유율 상위 국가인 미국, EU, 중국을 포함하여 선진국 대부분이 2011년 5월 1일부터 단일물질과 혼합물질을 포함한 모든 화학물질에 대하여 GHS 시스템을 도입 · 적용하고 있다. 단 위험물질의 유해성 분류에 대하여는 UN의 권고 기준을 참고하여 각 국이 자국의 기준을 만들어 시행하고 있다. 국가 간 차이가 나는 것은 유해성 분류에 사용되는 독성시험 데이터의 선택 차이로 발생한다.

우리나라는 국립환경과학원이 세계적으로 신뢰성이 검증된 데이터베이스로부터 최신 시험자료를 참고하여 화학물질의 위험성, 유해성 등의 세부 분류를 결정하고 있으며 일본은 자국에서 만든 시험자료를 우선적으로 적용하여 결정하고 있다. 국가 간 이해관계로 단기간에 분류의 통일은 조화를 이루지 못하고 있으나 주변 국가 간, 대륙 간 정보 공유를 통하여 단계적 접근에 의한 통일이 예상된다.

물질안전보건자료의 영문 약칭

- 관련 고시에 의해 공식 한글 명칭은 '물질안전보건자료'이다. 다만 오래 전부터 사용되어 국내·외 보급되어 있는 기존의 물질안전보건자료와 새로 도입되어 시행되고 있는 물질안전보건자료와의 설명 상 차이를 위해 전자는 MSDS, 후자는 GHS/MSDS로 표기한다. UN이나 Europe에서는 GHS/MSDS로 표기하고 있다.

표시(表示)와 표지(標識)

- 표시(表示)는 보여주고 설명한다는 뜻이 강하고 표지(標識)는 표시하고자 하는 내용이 간략히 표기된 간판(싸인, 라벨 등)을 가리킨다. 표시는 표시하다의 준말로 인식되고 표지는 독립된 명사로 사용된다. 고용노동부와 환경부의 고시 제목에는 '표시'라고 기재하고 있으므로 표시하다의 준말로 인식하며 GHS에서의 '표지'는 경고표지의 내용이나 형태를 가리키는 것으로 해석한다.

(2) GHS/MSDS 구성 및 작성 내용

① GHS/MSDS 내용 구성

GHS/MSDS에서의 내용 구성은 다음과 같으며, 이전에 사용해 오던 물질안전보건자료(MSDS, Material Safety Data Sheet)와 항목 수나 내용 면에서 유사하다.

- 화학제품과 회사에 관한 정보(Identification)
- 유해 · 위험성(Hazard identification)
- 구성 성분의 명칭 및 함유량(Composition/information on ingredients)
- 응급 조치요령(First aid measures)
- 폭발 · 화재 시 조치요령(Fire-fighting measures)
- 누출 사고 시 대처 방법(Accident release measures)
- 취급 및 저장방법(Handling and storage)
- 노출 방지 및 개인 보호구(Exposure control/personal protection)
- 물리 화학적 특성(Physical and chemical information)
- 안정성 및 반응성(Stability and reactivity)
- 독성에 관한 정보(Toxicological information)
- 환경에 미치는 영향(Ecological information)
- 폐기 시 주의사항(Disposal consideration)
- 운송에 필요한 정보(Transport information)
- 법적 규제현황(Regulatory information)
- 기타 참고 사항(Other information)

② 유해·위험성 분류

GHS/MSDS는 MSDS 구성 정보의 내용에서 UN에서 제시한 '화학물질의 분류 및 표지에 대한 국제조화시스템'에서 제시한 기준에 따라 기존 2항으로 분류되었던 구성 성분 정보보다 3항으로 분류되었던 유해 · 위험성 정보를 우선하여 상세히 기재토록 요구하고 있다. 환경부의 유해화학물질관리법에서 분류했던 기존 16가지 유해성 분류를 UN의 GHS 시스템에 준하여 28가지로 분류하였다. 고용노동부는 산업안전보건법 및

고시에서 건강 유해성을 10가지에서 11가지로 분류하고 환경 유해성을 2가지에서 1가지로 내용의 일부를 변형한 28가지의 유해 · 위험성으로 세분화하고 있다. 경고표지의 기재항목 및 기재방법은 대체로 UN의 GHS 시스템에서 제시하는 내용과 같다.

③ 유해 · 위험성 정보

유해 · 위험성 정보에는 제품명, 그림문자, 신호어, 유해문구, 예방조치 및 공급자, 긴급연락처 등의 정보를 표기하도록 하고 있다. 정보의 표기방법이 정해져 있지 않거나 자료가 없는 경우에는 '자료 없음'을 표기하여야 한다. 혼합물질인 경우 함유량의 범위를 기술해야 하며 가장 함유량이 많은 화학물질을 기준으로 분류하는 것이 원칙이다. 다만 유해 · 위험성이 가장 높은 화학물질이 존재하는 경우 이에 대한 주의 표시를 부가하는 것이 필요하다.

④ 물질정보의 보호

영업비밀로서 보호가 필요하다고 인정되는 경우 성분과 함유량을 기재하지 않을 수 있으나 안전 및 보건 상의 취급 주의가 필요한 경우 유해 · 위험성의 분류 정보와 함께 인체 및 환경에 미치는 영향, 물리화학적 특성, 폭발 · 화재 시의 대처요령이나 응급조치 요령 등은 MSDS에 표기하여야 한다.

⑤ GHS/MSDS 시행 시기

단일물질에 대한 GHS/MSDS 작성은 2010년 7월 1일부터 시행되고 있으며 혼합물질에 대하여는 2013년 7월 1일부터 시행되고 있다. 유독물에 관해서는 환경부 유해화학물질관리법에 따른 경고표지를 경과규정으로 인정하고 있으나, 경고 표시 이외의 MSDS는 GHS에 따른 MSDS로 모두 변경하여 시행하고 있다. 또 위험물인 경우에는 산업안전보건법에 따른 경고표지를 한 경우에는 위험물안전관리법에 따른 경고표지를 한 것으로 인정하고 있다.

⑥ GHS/MSDS 자료 제공

고용노동부 산하 한국산업안전보건공단(KOSHA)에서는 1996년부터 5만여 종의 화학물질에 대한 물질안전보건자료(기존 MSDS)와 함께 2008년부터 구축한 1만여 종의 GHS 시스템에 따른 GHS/MSDS를 제공하고 있다. 다만 GHS/MSDS의 작성책임과 명의는 제품의 공급자(제품을 해외로부터 수입하는 경우 수입업자)이므로 KOSHA 자료를 인용하는 경우에는 내용의 적정성을 반드시 확인하여야 한다.

⑦ GHS/MSDS의 작성 언어

GHS/MSDS는 화학물질명이나 외국기관명 등 고유명사는 영문 표기를 인정하고 있으나 모든 사항을 한글로 기재하는 것을 원칙으로 하고 있다. 다만 시험 · 연구 목적으로 사용하는 시약으로 실험실에 공급되는 화학물질에 대하여는 영문으로 작성된 GHS/MSDS를 인정하고 있다.

2. GHS에 따른 유해 · 위험성 분류

GHS 시스템 하에서 화학물질의 유해 · 위험성 분류는 UN에서 제시한 분류기준과 새로운 물질의 분류에 필요한 세부기준을 참고하여 결정한다. 우리나라는 다음의 분류 원칙에 따라 물리적 위험성 18가지, 건강 유해성 11가지 및 환경 유해성 1가지로 분류하였다.(고용노동부 고시 제2013-37호(개정 2013.1.26.) '화학물질의 분류 · 표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준' 제 4조(화학물질 등의 분류) 및 동 고시 〈별표 3〉 참조). 이것은 UN에서 제시한 분류와 비교 시 건강 유해성은 1가지가 추가되었고, 환경 유해성은 1가지가 줄어든 분류이다.

(1) 분류에 관한 일반 원칙

① 유해 · 위험성 분류

다음과 같이 이용 가능한 유해 · 위험성 평가 자료를 통하여 화학물질의 물리적 위험성, 건강 및 환경 유해성을 분류한다.

- 유해 · 위험성 평가 시험자료를 이용하여 분류한다.
- 사람에서의 역학 또는 경험 자료를 고려하여 분류한다.
- 하나의 유해 · 위험성을 평가하기 위해 여러 종류의 자료가 있는 경우에는 다음 사항을 고려하여 전문가적 판단에 근거하여 분류한다.
  - 사람 또는 동물에서의 자료가 2개 이상이면서 그 결과가 서로 다른 경우, 이들 자료의 질과 신뢰성을 평가하여 신뢰성이 우수한 사람에서의 자료를 우선 적용한다.
  - 노출경로, 작용 기전 및 대사에 관한 연구결과, 사람에게 유해성을 일으키지 않을 것이 명확하다면 유해성 물질로 분류하지 않을 수 있다.
  - 양성 결과와 음성 결과가 모두 있는 경우 양쪽 모두를 조합하여 증거의 가중치에 따라 분류한다.

② 혼합물의 분류

a. 건강 및 환경 유해성

- **혼합물로 시험된 자료가 있는 경우**

  그 시험결과에 따라 단일물질의 분류기준을 적용한다. 다만, 발암성, 생식세포 변이원성 및 생식독성에 대한 시험결과는 용량 및 기간, 관찰내용 및 분석방법 등이 유해성을 판단하기에 충분해야 한다.

- **혼합물로 시험된 자료는 없을 경우**

  유사 혼합물의 분류자료 등을 통하여 혼합물로 판단할 수 있는 출처가 있는 경우에는 희석 · 뱃치(Batch) · 농축 · 내삽 · 유사 혼합물 또는 에어로졸 등의 가교 원리를 적용하여 분류한다.

- **희석**: 혼합물의 함유 성분 중 가장 낮은 독성을 가지는 물질과 독성이 같거나 낮은 물질로 혼합물을 희석하는 경우 새로 만들어진 혼합물은 희석시키기 전의 혼합물과 동일한 등급으로 분류할 수 있다. 이 경우 희석시키는 성분이 혼합물 중 다른 성분의 독성에 영향을 주지 않는 경우에 한한다.
- **뱃치(Batch)**: 동일한 뱃치에서 생산된 혼합물, 같은 생산업체에서 생산 관리되는 동종(다른 제조 뱃치) 생산품의 독성은 동등하다고 간주할 수 있다. 다만, 뱃치가 달라짐에 따라 독성의 변화가 있는 경우에는 새로운 분류를 적용하여야 한다.
- **농축**: 혼합물이 "유해 · 위험성 구분 1"에 해당되고, 혼합물의 구성 성분 중 "유해 · 위험성 구분 1"의 성분이 증가하면, 새로운 혼합물은 추가 시험 없이 "유해 · 위험성 구분 1"로 분류한다.
- **내삽**: 동일한 성분을 함유한 혼합물 A, B, C 3가지가 있는 경우로서 혼합물 A와 혼합물 B가 동일한 유해 · 위험성 구분에 속하고, 혼합물 C가 혼합물 A 및 혼합물 B의 중간 정도에 해당하는 농도이면서 독성학적으로 같은 활성의 성분을 갖는다면, 혼합물 C는 혼합물 A 및 혼합물 B와 동일한 유해 · 위험성 구분으로 간주할 수 있다.
- **유사 혼합물**: 구성 성분 A, B로 구성된 혼합물과 구성 성분 B, C로 구성된 혼합물이 있는 경우로서 성분 B의 농도가 실질적으로 같고, 성분 A와 C는 독성이 동등하면서 B의 독성에 영향을 주지 않는다면 두 혼합물은 같은 유해 · 위험성 구분으로 분류할 수 있다.
- **에어로졸**: 에어로졸화하기 위해 사용한 추진제가 에어로졸화 과정에서 혼합물의 독성에 영향을 주지 않는다면, 비 에어로졸 상태로 실험한 경구 또는 경피독성 시험결과를 이용하여 유해성을 분류할 수 있다. 단, 에어로졸의 흡입독성은 별도로 고려하여야 한다.

• **혼합물로 유해성을 평가할 자료는 없지만, 구성성분의 유해성 평가 자료가 있는 경우에는 유해성별 혼합물의 분류방법에 따른다.**

③ 화학물질 등의 분류

a. 물리적 위험성에 의한 분류(16가지)

- 폭발성 물질(Explosives)
- 인화성 가스(Flammable gases)
- 인화성 에어로졸(Flammable aerosols)
- 산화성 가스(Oxidizing gases)
- 고압가스(Gases under pressure)
- 인화성 액체(Flammable liquids)
- 인화성 고체(Flammable solids)
- 자기반응성 물질(Self-reactive)
- 자연발화성 액체(Pyrophoric liquids)
- 자연발화성 고체(Pyrophoric solids)
- 자기발열성 물질 및 혼합물(Self-heating materials)
- 물반응성 물질(Emit flammable gases in contact with water)
- 산화성 액체(Oxidizing liquids)
- 산화성 고체(Oxidizing solids)
- 유기과산화물(Organic peroxides)
- 금속부식성 물질(Corrosive to metals)

b. 건강 유해성(11가지)

- 급성 독성 물질(Acute toxicity)
- 피부 부식성 또는 자극성 물질(Skin corrosion/Irritation)
- 심한 눈 손상 또는 자극성 물질(Serious eye damage/Eye irritation)
- 호흡기 과민성 물질(Respiratory sensitization)
- 피부 과민성 물질(Skin sensitization)
- 생식세포 변이원성 물질(Germ cell mutagenicity)
- 발암성 물질(Carcinogenicity)

- 생식독성 물질(Reproductive toxicity)
- 표적장기 · 전신독성물질(1회 노출)(Specific target organ toxicity/Single exposure)
- 표적장기 · 전신독성물질(반복 노출)(Specific target organ toxicity/Repeated exposure)
- 흡인 유해성(Aspiration hazards)

c. 환경 유해성(1가지)

- 수생 환경 유해성 물질(Aquatic environment hazards)

d. 분류에서 제외되는 물질은 다음과 같다.

- 원자력법에 의한 방사성물질
- 약사법에 의한 의약품 · 의약부외품 및 화장품
- 마약류관리에 관한 법률에 따른 마약 및 향정신성 의약품
- 농약관리법에 의한 농약
- 사료관리법에 의한 사료
- 비료관리법에 의한 비료
- 식품위생법에 의한 식품 및 식품첨가물

④ 유해 · 위험성 분류 및 정의

a. 물리적 위험성에 의한 분류(16가지)

- **폭발성 물질(Explosives)**

  자체의 화학반응에 따라 주위 환경에 손상을 줄 수 있는 온도, 압력 및 속도를 가진 가스를 발생시키는 고체, 액체 또는 혼합물을 말한다. 다만 화공품은 가스를 발생시키지 않더라도 폭발성 물질에 포함된다.

- **인화성 가스(Flammable gases)**

  20℃, 표준압력(101.3 kPa)에서 공기와 혼합하여 인화되는 범위에 있는 가스를 말한다.

- **인화성 에어로졸(Flammable aerosols)**

  인화성 가스, 인화성 액체 및 인화성 고체 등 인화성 성분을 포함하는 에어로졸(자연발화성 물질, 자기발열성 물질 또는 물반응성 물질은 제외한다)을 말한다. 이 때 "에어로졸(또는 에어로졸 분무기)"이란 재충전이 불가능한 금속, 유리 또는 플라스틱 용기에 압축가스 · 액화가스 또는 용해가스를 충전하고, 이 내용물이 분산되었을 때 생성되는 콜로이드상이나 액상 · 가스상에서 포, 페이스트, 분말상으로 배출하는 분사장치를 말한다.

- **산화성 가스(Oxidizing gases)**

  일반적으로 산소를 발생시켜 다른 물질의 연소가 더 잘 되도록 하거나 연소에 기여하는 가스를 말한다.

- **고압 가스(Gases under pressure)**

  20℃, 200kPa 이상의 압력 하에서 용기에 충전되어 있는 가스 또는 액화되거나 냉동 액화된 가스를 말한다.

- **인화성 액체(Flammable liquids)**

  표준압력(101.3kPa)에서 인화점이 60℃ 이하인 액체를 말한다.

- **인화성 고체(Flammable Solids)**

  쉽게 연소되거나 마찰에 의하여 화재를 일으키거나 연소에 기여할 수 있는 고체를 말한다.

- **자기반응성 물질(Self-reactive)**

  열적으로 불안정하여 산소의 공급이 없이도 강렬하게 발열 분해하기 쉬운 액체, 고체 물질 또는 그 혼합물을 말한다.

- **자연발화성 액체(Pyrophoric liquids)**

  적은 양으로도 공기와 접촉하여 5분 안에 발화할 수 있는 액체를 말한다.

- **자연발화성 고체(Pyrophoric solids)**

  적은 양으로도 공기와 접촉하여 5분 안에 발화할 수 있는 고체를 말한다.

- **자기발열성 물질 및 혼합물(Self-heating materials)**

  자기발화성 물질을 제외하고, 주위에서 에너지를 공급받지 않고 공기와 반응하여 스스로 발열하는 고체, 액체 물질 또는 그 혼합물을 말한다.

- **물반응성 물질(Emit flammable gases in contact with water)**

  물과의 상호작용에 의하여 자연 발화되거나 인화성 가스를 발생시키는 고체, 액체 또는 그 혼합물을 말한다.

- **산화성 액체(Oxidizing liquids)**

  물질 자체로는 연소하지 않더라도, 일반적으로 산소를 발생시켜 다른 물질을 연소시키거나 연소를 촉진하는 액체를 말한다.

- **산화성 고체(Oxidizing solids)**

  물질 자체로는 연소하지 않더라도 일반적으로 산소를 발생시켜 다른 물질을 연소시키거나 연소를 촉진하는 고체를 말한다.

- **유기과산화물(Organic peroxides)**

  1개 혹은 2개의 수소 원자가 유기라디칼에 의하여 치환된 과산화수소의 유도체인 2가의 –O–O– 구조를 가지는 액체 또는 고체 유기물을 말한다.

- **금속부식성 물질(Corrosive to metals)**

  화학적인 작용으로 금속에 손상 또는 부식을 일으키는 물질 또는 그 혼합물을 말한다.

B. 건강 유해성(11가지)

- **급성 독성 물질(Acute toxicity)**

  입 또는 피부를 통하여 1회 또는 24시간 이내에 수회로 나누어 투여되거나 호흡기를 통하여 4시간 동안 노출 시 나타나는 유해한 영향을 말한다.

- **피부 부식성 또는 자극성 물질(Skin corrosion/Irritation)**

  피부 부식성은 피부에 비자극적인 손상, 즉 피부의 표피부터 진피까지 육안으로 식별 가능한 괴사를 일으키는 것을 말하며(전형적으로 궤양, 출혈, 혈가피가 나타난다), 피부 자극성은 회복 가능한 피부 손상을 말한다.

- **심한 눈 손상 또는 자극성 물질(Serious eye damage/Eye irritation)**

  심한 눈 손상성이란 눈 전방 표면에 접촉하면 눈 조직 손상 또는 시력 저하 등이 나타나 21일 이내에 완전히 회복되지 않는 것을 말하며, 눈 자극성이란 눈 전방 표면에 접촉하여 눈에 생긴 변화가 21일 이내에 완전히 회복되는 것을 말한다.

- **호흡기 과민성 물질**(Respiratory sensitization)

  호흡기를 통해 흡입되어 기도에 과민반응을 일으키는 것을 말한다.

- **피부 과민성 물질**(Skin sensitization)

  피부에 접촉되어 피부 알레르기 반응을 일으키는 것을 말한다.

- **생식세포 변이원성 물질**(Germ cell mutagenicity)

자손에게 유전될 수 있는 사람의 생식세포에서 유전물질의 양 또는 구조에 영구적인 변화를 일으키는 성질을 말한다. 눈으로 확인 가능한 유전학적인 변화와 DNA 수준에서의 변화 모두를 포함한다.

- **발암성 물질**(Carcinogenicity)

  암을 일으키거나 그 발생을 증가시키는 성질을 말한다.

- **생식독성 물질**(Reproductive toxicity)

  생식기능 및 생식능력에 대한 유해영향을 일으키거나 태아의 발생, 발육에 유해한 영향을 주는 성질을 말한다. 생식기능 및 생식능력에 대한 유해영향이란 생식기능 및 생식능력에 대한 모든 영향 즉, 생식기관의 변화, 생식가능 시기의 변화, 생식체의 생성 및 이동, 생식주기, 성적 행동, 수태나 분만, 수태결과, 생식기능의 조기 노화, 생식계에 영향을 받는 기타 기능들의 변화 등을 포함한다. 태아의 발생, 발육에 유해한 영향은 출생 전 또는 출생 후에 태아의 정상적인 발생을 방해하는 모든 영향 즉, 수태 전 부모의 노출로부터 발생 중인 태아의 노출, 출생 후 성숙기까지의 노출에 의한 영향을 포함한다.

- **표적장기 · 전신독성물질/1회 노출**(Specific target organ toxicity/Single exposure)

  1회 노출에 의하여 급성독성, 피부 부식성/피부 자극성, 심한 눈 손상성/눈 자극성, 호흡기 과민성, 피부 과민성, 생식세포 변이원성, 발암성, 생식독성, 흡인 유해성 이외의 특이적이며, 비치사적으로 나타나는 특정표적장기의 독성을 말한다.

- **표적장기 · 전신독성물질/반복노출**(Specific target organ toxicity/Repeated exposure)

  반복 노출에 의하여 급성 독성, 피부 부식성/피부 자극성, 심한 눈 손상성/눈 자극성, 호흡기 과민성, 피부 과민성, 생식세포 변이원성, 발암성, 생식독성, 흡인 유해성 이외의 특이적이며 비치사적으로 나타나는 특정표적장기의 독성을 말한다.

- **흡인 유해성(Aspiration hazards)**

  액체나 고체 화학물질이 직접적으로 구강이나 비강을 통하거나 간접적으로 구토에 의하여 기관 및 하부호흡기계로 들어가 나타나는 화학적 폐렴, 다양한 단계의 폐 손상 또는 사망과 같은 심각한 급성 영향을 말한다.

C. 환경 유해성(1가지)

- **수생 환경 유해성 물질(Aquatic environment hazards)**

  급성 수생환경 유해성이란 단기간의 노출에 의해 수생환경에 유해한 영향을 일으키는 유해성을 말하며, 만성 수생환경 유해성이란 수생생물의 생활주기에 상응하는 기간 동안 물질 또는 혼합물을 노출시켰을 때 수생생물에 나타나는 유해성을 말한다.

⑤ 화학물질의 등급별 세분류 및 예시

GHS에 기준한 시스템에서는 위에서 설명한 것과 같이 화학물질을 28가지로 분류하고, 이 28가지의 분류를 다시 세분류 하였다.

예를 들어 28가지 분류 중 하나인 '물리적 위험성'의 첫번째 분류인 '폭발성 물질'을 등급별로 세분류하면 다음과 같다.

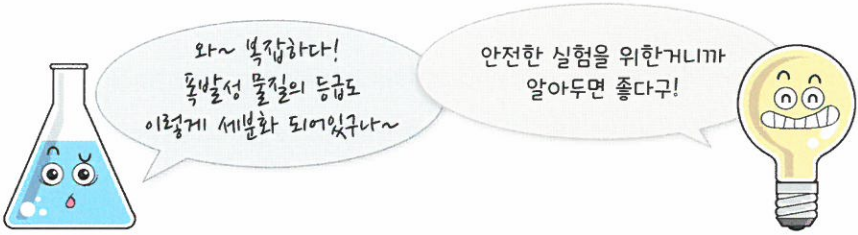


표 2-1 폭발성 물질의 등급별 구분

구분	구분 기준
불안정한 폭발성 물질	일반적인 방법으로 취급, 운송 및 사용하기에 열역학적으로 불안정하거나 너무 민감한 폭발성 물질과 혼합물
등급 1.1	대폭발의 위험성이 있는 폭발성 물질과 혼합물
등급 1.2	대폭발의 위험성은 없으나 분출 위험성이 있는 폭발성 물질
등급 1.3	대폭발의 위험성은 없으나 화재 위험성이 있고 약한 폭풍 또는 분출의 위험성이 있는 폭발성 물질과 혼합물 ① 대량의 복사열을 발산하면서 연소하거나 ② 약한 폭풍 또는 분출 영향을 일으키면서 순차적으로 연소
등급 1.4	심각한 위험성은 없으나 발화 또는 기폭에 의해 약간의 위험성이 있는 폭발성 물질과 혼합물 ① 영향은 주로 포장품에 국한되고 주의할 정도의 크기 또는 범위로 파편의 발사가 일어나지 않고, ② 외부 화재에 의해 포장품의 거의 모든 내용물이 실질적으로 동시에 폭발을 일으키지 않음
등급 1.5	대폭발의 위험성은 있지만 매우 둔감하여 정상적인 상태에서는 발화·기폭의 가능성이 낮거나 연소가 폭굉으로 전이될 가능성이 거의 없는 폭발성 물질과 혼합물
등급 1.6	우발적인 기폭 또는 전파의 가능성이 거의 없어 대폭발의 위험성이 없는 극히 둔감한 제품

⑥ GHS 시스템에 따른 유독물의 분류

환경부의 유해화학물질관리법에 따른 '유독물 등의 분류기준 및 표시방법에 관한 규정'(국립환경과학원고시 제2014-6호)에 의하면 유독물의 분류는 물리적 위험성 16개 항목, 건강 유해성 10개 항목 및 환경 유해성 1개 항목 등 총 27개 항목으로 분류하고 있다. 각 항목 내 등급 구분은 대체로 고용노동부 고시(제 2013-37호) 내용과 같다.

(2) 유해 · 위험성 및 경고표지의 기재 항목

① 세부 기재 항목

a. 제품 정보(Product identifier)

GHS 표지에 사용된 제품 정보는 MSDS에서 사용되는 제품의 정보와 일치되어야 한다. 해당 물질 또는 혼합물이 UN 위험물 운송에 관한 권고, 모델 규칙이 적용되는 경우는 UN 품명도 함께 기재해야 한다.

b. 그림문자(Pictograms)

다음의 그림문자는 GHS 시스템에서 사용하는 표준 표기이다. 건강 유해성에 사용되는 새로운 표기인 감탄부호 및 물고기와 나무를 제외하고는 UN 위험물 운송에 관한 권고, 모델규칙에서 사용되는 표준 표기와 일치한다.

그림 2-1 유해성 분류에 따른 그림문자

그림 2-2 **유해성 그림문자 사용 실례**

c. 신호어(Signal word)

신호어는 유해성의 심각성을 상대적 수준으로 나타내며, 이용자에게 잠재적 유해성에 대해 경고하기 위한 단어를 의미한다. GHS에서 이용되는 신호어는 '위험'과 '경고'이다. '위험'은 보다 심한 유해성 구분에 이용되고, '경고'는 보다 심각성이 낮은 구분에 이용된다.

d. 유해 · 위험 문구(Hazard statements)

유해 · 위험 문구란, 유해성 정도를 포함한 제품의 유해 성질을 나타내는 유해성 분류와 구분에 할당된 문구를 의미한다. GHS의 각 유해성 구분에 할당할 수 있는 유해 · 위험 문구는 각각의 유해성 분류에 대한 표에 나열한다.(부록 3. 참조)

e. 예방조치 문구(Precautionary statement)

예방조치 문구란 유해한 제품에 노출, 또는 그 부적절한 저장이나 취급으로 생긴 피해를 방지하거나 최소화하기 위한 권고 조치에 대해 기술한 문구 또는 그림문자를 의미한다.(부록 3. 참조)

f. 공급자 정보

물질 또는 혼합물의 제조업자, 또는 공급자의 이름, 주소 및 전화번호를 표지에 기재해야 한다.

② 문구(코드) 예시

물리적 위험성 중 폭발성 물질 및 건강 유해성 물질 중 발암성 물질에 대한 경고표지의 기재항목을 예시하면 다음과 같다. 유해 · 위험성의 등급별 문구(코드) 내용은 〈부록 3〉에 싣는다.

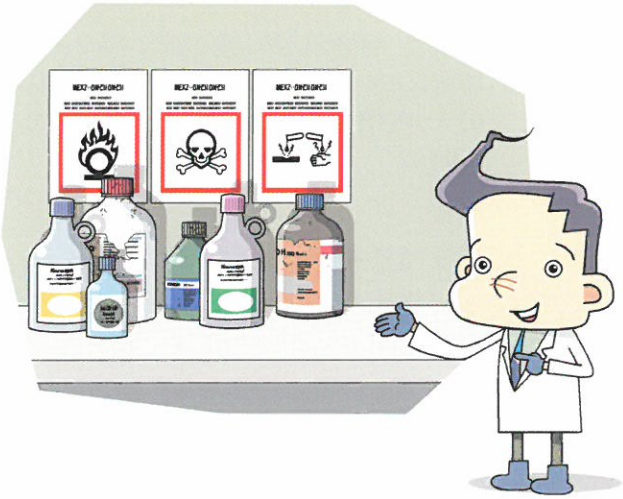


표 2-2 폭발성 물질의 경고표지 기재항목

구분		불안정한 폭발성 물질	등급 1.1	등급 1.2	등급 1.3	등급 1.4	등급 1.5	등급 1.6
그림문자							주황색 바탕에 숫자 1.5	주황색 바탕에 숫자 1.6
신호어		위험	위험	위험	위험	경고	위험	
유해·위험 문구		H200	H201	H202	H203	H204	H205	
예방 조치 문구	예방	P201 P202 P281	P210 P230 P240 P250 P280	P210 P230 P240 P250 P280	P210 P230 P240 P250 P280	P210 P240 P250 P280	P210 P230 P240 P250 P280	
	대응	P372 P373 P380	P370 +P380 P372 P373	P370 +P380 P372 P373	P370 +P380 P372 P373	P370 +P380 P372 P373 P374	P370 +P380 P372 P373	
	저장	P401	P401	P401	P401	P401	P401	
	폐기	P501	P501	P501	P501	P501	P501	

※ 코드 번호 해설은 〈부록 3〉 참조

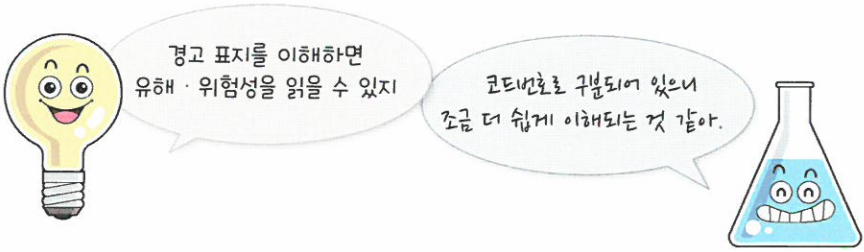


표 2-3 발암성 물질의 경고표지 기재항목

구분		1A	1B	2
그림문자				
신호어		위험	위험	경고
유해·위험 문구		H350	H350	H351
예방 조치 문구	예방	P201 P202 P281	P201 P202 P281	P201 P202 P281
	대응	P308+P313	P308+P313	P308+P313
	저장	P405	P405	P405
	폐기	P501	P501	P501

숫자로 표기된 문구(코드)의 계열별 내용은 다음과 같다.

a. 유해·위험성 구분 표시

- **H200 계열**: 폭발, 화재, 물과의 반응 등 물리적 위험성 표시
- **H300 계열**: 경구, 경피, 흡입 시 등에서의 건강 유해성 표시
- **H400 계열**: 수생생물에 대한 장 · 단기적 환경 유해성 표시

b. 예방 및 대응조치 구분 표시

- **P200 계열**: 취급설명서 확보, 보호구 착용, 화기주의, 금수, 금연 등 사고 방지를 위한 예방 조치
- **P300 계열**: 오염, 흡입, 화재 등 사고 발생 시 대응 조치
- **P400 계열**: 격리, 환기, 직사광선, 온도 제한 등 저장 시 유의 사항
- **P500 계열**: 내용물과 용기 등 폐기 시 유의 사항

③ 경고표지 작성 양식과 작성 예

제 품 정 보 (물질 명칭 또는 제품 명칭을 기재)

(그림문자 예시)

신 호 어 :

유해 · 위험 문구 :

예방조치 문구 :

공급자 정보 :

벤 젠

신호어:위험

유해 · 위험 문구

고인화성 액체 또는
증기압을 일으킬 수 있음.
눈에 심한 자극을 일으킴.
삼키면 유해함.

예방조치문구

예방 : 용기를 단단히 밀폐하시오. 열 · 스파크 · 화염과 같은 점화원으로부터 격리하시오.
-금연. 정전기 방지 조치를 취하시오. 모든 안전 예방조치문구들을 읽고 이해가 되기 전에는 취급하지 마시오. 요구되는 호흡용 개인 보호구 및 눈 안면 보호구를 착용하시오. 이 제품을 사용시에는 먹거나, 마시거나 흡연하지 마시오.

대응 : 노출 또는 노출 우려가 있는 경우 의학적인 주의 · 조언을 받으시오. 삼켰을 때 입을 씻어낸 후 의료기관(의사)의 도움을 받으시오. 눈에 접촉 시 몇 분 간 물로 조심해서 씻어내시오. 가능하면 콘택트렌즈를 제거하시오.

저장 : 환기가 잘 되는 곳에 보관하시오. 밀봉하여 저장하시오.

폐기 : 관련법규에 명시된 경우 규정에 따라 내용물 · 용기를 폐기하시오.

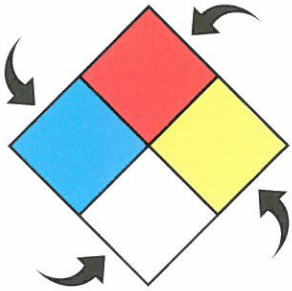
공급자 정보 : ○○화학(주), 경기도 ○○시 ○○동 345번지 ☎ 02-1234-5678

④ 유해 · 위험성 분류기준에 포함되지 않는 기타 유해 · 위험성

NFPA 표지는 유해 · 위험성을 나타내는 지표의 하나이다. 미국화재방재청(NFPA, National Fire Protection Association)에서 각 화학물질별로 건강 유해성, 화재 위험성 및 안정성 혹은 다른 물질과의 반응성을 다음과 같이 0~4의 다섯 단계로 분류한 지표를 널리 활용하였다.

건강 위해성
4 치명적 위험
3 매우 위험
2 위해성
1 경미한 위해성
0 영향 없음

기타
ACID 산
ALK 염기
COR 부식성강한 물질
OXY 산화제
P 중합
방사능 물질
물과 반응하는 물질



인화성
발화점
4 73°F이하
3 100°F 이하
2 100°F 이상 200°F이하
1 200°F 이상
0 타지 않음

불안정성/반응성
4 폭발 가능
3 충격이나 열에 의해 폭발 가능
2 화학적 변화에 의해 폭발 가능
1 열에 의한 불안정성
0 안정성

화학물질명 _____

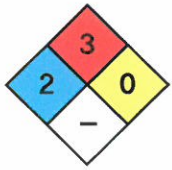
그림 2-3 NFPA 라벨

아세톤(Acetone)과 벤젠(Benzene)에 대한 NFPA 표지의 예를 들면 다음과 같다.

Acetone
Colorless, highly volatile liquid; sweet odor. Irritating. Also causes: muscle weakness, mental confusion, coma (high concentrations). Ingestion: GI irritation, kidney and liver damage, metabolic changes, coma. Chronic: dermatitis. Highly flammable.

CAS No. 67-64-1

Benzene
Colorless liquid; sweet odor. Irritating to eyes/skin/respiratory tract. Toxic. Also causes: headache, dizziness, drowsiness. Absorbed through the skin. Chronic: dermatitis, leukemia, bone marrow damage. Carcinogen. Reproductive effects. Flammable.



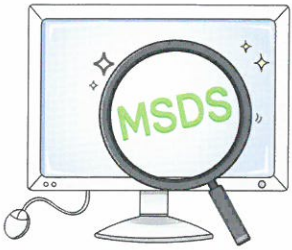
CAS No. 71-43-2

3. GHS/MSDS 정보의 검색

산업안전보건공단(KOSHA)에서는 GHS/MSDS 작성을 위한 프로그램을 운용하고 있다. 제조 · 공급자가 아닌 일반 사용자인 경우에도 필요한 화학물질의 일반적인 MSDS 정보를 다음의 웹사이트에서 쉽게 검색 할 수 있다.

- **산업안전보건 공단 정보마당** msds.kosha.or.kr
- **MSDS 포털 사이트** ilpi.com/msds/index.html
- **MSDS 솔루션 센터** www.msds.com

실례로, 산업 안전 보건 공단에서 '아세트산'을 검색했을 때 얻을 수 있는 MSDS의 요약정보는 다음과 같다.



MSDS 요약정보

물질명	아세트산

1. 일반정보

CAS No.:	64-19-7	KE No.:	KE-00013
물질성상:	액체	분자량:	60.05
끓는점:	118 ℃	녹는점:	17 ℃
인화점:	39 ℃		
주요용도:	자료없음		

2. 물질정보

물질명	CAS_No.	함유량(%)
아세트산	64-19-7	100%

3. 그림문자

4. 유해위험 문구

인화성 액체 및 증기
금속을 부식시킬 수 있음
피부와 접촉하면 유해함
피부에 심한 화상과 눈에 손상을 일으킴
눈에 심한 손상을 일으킴
흡입시 알레르기성 반응, 천식 또는 호흡 곤란을 일으킬 수 있음
신체 중 (...)에 손상을 일으킴
신체 중 (...)에 손상을 일으킬 수 있음

5. 응급조치요령

눈에 들어갔을 때	긴급 의료조치를 받으시오 눈에 묻으면 몇 분간 물로 조심해서 씻으시오. 가능하면 콘택트렌즈를 제거하시오. 계속 씻으시오.
피부에 접촉했을 때	피부(또는 머리카락)에 묻으면 오염된 모든 의복은 벗거나 제거하시오. 피부를 물로 씻으시오/샤워하시오 . 다시 사용전 오염된 의복은 세척하시오. 오염된 옷과 신발을 제거하고 오염지역을 격리하시오 화상의 경우 즉시 찬물로 가능한 오래 해당 부위를 식히고, 피부에 들러붙은 옷은 제거하지 마시오
흡입했을 때	흡입하여 호흡이 어려워지면 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 호흡하기 쉬운 자세로 안정을 취하시오. 즉시 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.
먹었을 때	삼켰다면 입을 씻어내시오. 토하게 하려 하지 마시오. 물질을 먹거나 흡입하였을 경우 구강대구강법으로 인공호흡을 하지 말고 적절한 호흡 의료장비를 이용하시오

6. 저장방법

금속부식성 물질이므로 (제조자 또는 행정관청에서 정한) 내부식성 용기에 보관하시오.
빈 드럼통은 완전히 배수하고 적절히 막아 즉시 드럼 조절기에 되돌려 놓거나 적절히 배치하시오.
열 · 스파크 · 화염 · 고열로부터 멀리하시오 - 금연
용기를 단단히 밀폐하시오.
원래의 용기에만 보관하시오.
음식과 음료수로부터 멀리하시오.
잠금장치가 있는 저장장소에 저장하시오.
피해야할 물질 및 조건에 유의하시오
환기가 잘 되는 곳에 보관하고 저온으로 유지하시오.

7. 피해야 할 조건 및 물질

피해야 할 조건	열 · 스파크 · 화염 · 고열로부터 멀리하시오 - 금연
피해야 할 물질	자료없음

8. 누출 및 폭발 · 화재 사고시 대처방법

누출	(분진 · 흄 · 가스 · 미스트 · 증기 · 스프레이)의 흡입을 피하시오. 노출물을 만지거나 걸어다니지 마시오 들어갈 필요가 없거나 보호장비를 갖추지 않은 사람은 출입하지 마시오. 매우 미세한 입자는 화재나 폭발을 일으킬 수 있으므로 모든 점화원을 제거하시오. 모든 점화원을 제거하시오 물질 취급시 모든 장비를 반드시 접지하시오 엎질러진 것을 즉시 닦아내고, 보호구 항의 예방조치를 따르시오. 오염 지역을 격리하시오. 위험하지 않다면 누출을 멈추시오 증기발생을 줄이기 위해 증기억제포말을 사용할 수 있음 피해야할 물질 및 조건에 유의하시오 화재가 없는 누출시 전면보호형 증기 보호의를 착용하시오

9. 법적 규제현황

노출기준	자료없음
특수건강진단주기	자료없음
작업환경측정주기	6개월
산업안전 보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질
유해화학물질관리법에 의한 규제	자료없음
위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제2석유류(수용성액체)

10. 취급시 주의사항

개인보호구 착용	배기설비 가동 / 용기밀폐	금연 화기엄기
		

밀폐공간에서는 공기공급식 송기 마스크 착용
면 마스크, 일반방진 방독 마스크 착용 금지

기타. 중독사례

• UN 2789(ACETIC ACID, GLACIAL or ACETIC ACID SOLUTION, more than 80% acid, by mass), 2790(ACETIC ACID SOLUTION, not less than 50% but not more than 80% acid, by mass), 2790(ACETIC ACID SOLUTION, more than 10 % and less than 50% acid, by mass)

4. GHS/MSDS 미숙지 관련 사고 사례

크고 작은 연구실 안전사고의 대부분은 GHS/MSDS 미숙지로 인해 발생하였다. 이로 인한 안전사고는 연구 활동 전 GHS/MSDS의 수집과 숙지, 숙지 후 안전 사고에 대한 적절한 사전 준비, 관련 안전 교육 이수 등의 안전사고를 방지하고자 하는 작은 노력과 관심만으로도 충분히 예방할 수 있다. 다음은 GHS/MSDS 미숙지 또는 안전 불감으로 인해 주의해야 하는 화학물질의 특성을 무시하고 실험을 진행하여 발생한 안전사고 사례이다.

(1) 사고 사례

① 수소 가스 폭발 발생

- **사고개요**: 항생제 합성반응 완료 후 반응기 내 잔여 수소가스로 인한 폭발 사고
- **사고원인**: MSDS 사전 검토 미실시, 수소 가스의 폭발범위(4~75%) 미숙지, 불활성 실험 환경 조성에 대한 사전 안전교육 미비, 방폭설비, 가스검지기 및 경보기 미비가 원인이 됨

② 혼합 가스 폭발 발생

- **사고개요**: 과산화수소 분해 실험 중 수소와 공기 혼합가스 공급라인에서의 수소 가스 누출 및 폭발 사고
- **사고원인**: 혼합가스의 폭발 위험성에 대한 사전 지식 부족, 공급라인의 밸브 부분의 파손 미확인, 정전기에 의한 점화 가능성 미인지 및 이에 대한 사전 준비 부족, 가스 누출 시를 대비한 환기 · 배기 설비가 불충분이 원인이 됨

③ 시약 중탕 과정 중 폭발 발생

- **사고개요**: DMSO(Dimethyl sulfoxide)를 용해시키기 위하여 시약병을 가열하는 과정에서의 폭발 사고
- **사고원인**: 밀폐된 시약병의 직접 가열로 인한 병 내부 압력 상승, 물리화학적 특성이나 화염에 대한 격리나 고열에 대한 안전성의 사전 미확인, 중탕기를 이용하는 간접 가열 방식에 대한 교육 미수행, 개인 보호구 미착용으로 인한 부상 확대가 원인이 됨

④ 시약 공중합 반응 중 폭발 발생

- **사고개요**: 1,3-Buadiene과 Acrylonitrile의 공중합 반응 중 10리터 회분식 반응기의 드레인라인에서의 반응물 누출로 인한 폭발 사고
- **사고원인**: 사용하는 시약의 특성과 중합 반응에 대한 사전 지식 부족, 밸브 등을 포함한 반응 설비의 내압성이 부족. 누출 감지 미비. 전기 설비가 비방폭으로 되어 있는데도 위험성을 갖고 무리한 실험 진행. 화재에 대비한 소화 설비 부족 및 사전 훈련 부족이 원인이 됨

⑤ 시약 고온 분해 중 폭발 발생

- **사고개요**: MEKP(Methylethylketone peroxide)을 충전하는 과정에서의 폭발 사고
- **사고원인**: MEKP의 고온 분해, 발화성 및 인체 유해성에 대한 사전 특성 파악 부족, MEKP 취급에 필요한 개인 안면 보호 장비의 준비 및 착용 미비, 분해 · 유출 시 처리 방법 및 제해 설비에 대한 사전지식 및 준비 부족이 원인이 됨

⑥ 시약 열분해 중 폭발 발생

- **사고개요**: DCPD(Dicyclopentadiene)을 열분해하여 CPD를 만드는 과정에서 급격한 온도 상승으로 인한 반응용기 파손 사고
- **사고원인**: DCPD 및 CPD의 물리적 위험성 및 인체 유해성에 대한 사전지식 부족, CPD의 중합특성 및 반응열 제어 지식 부족, 이물질 혼합시 이상 반응 발생 가능성에 대한 사전 지식 부족, 유해 가스 발생 및 악취 확산에 대한 사전 준비 부족과 재해 대책 부족이 원인이 됨

⑦ 잔류 시약의 폭발 발생

- **사고개요**: 실험 후 잔류 $POCl_3$ 폐기 시 물과의 접촉으로 인한 염소가스 발생 및 폭발 사고
- **사고원인**: 금수성 물질인 $POCl_3$의 특성 미숙지 및 관련 사전 안전교육 부족, 물과의 접촉으로 발생한 염소가스에 대한 사전 대비 부족, 개인 보호구 미착용, 배기 설비가 미비가 원인이 됨

⑧ 시약의 건조 과정 중 화재 발생

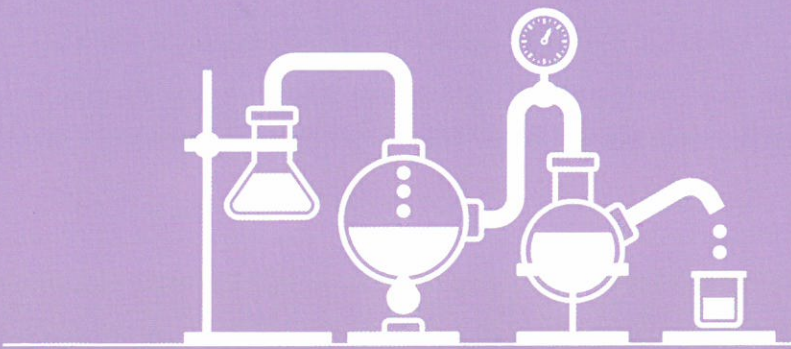
- **사고개요**: 토양오염 정화실험 중 건조기 내 아세톤으로 인한 화재 사고
- **사고원인**: 인화성, 폭발 가능성이 높은 아세톤의 특성 사전 미숙지 및 관련 사전 교육 부족, 건조기의 온도조절기 성능을 정기점검 미실시, 방폭형 건조기 미사용이 원인이 됨

⑨ 시약 누출에 의한 화재 발생

- **사고개요**: 연료전지용 전해질 개발 과정에서의 에탄티올(Ethanethiol) 누출 사고
- **사고원인**: 소속 전체 연구원 대피, 배기 및 배기 후처리가 갖춰진 후드에서의 실험 미수행, 실험실 정돈 불비로 인한 대피 및 배기 활동의 비원활이 원인이 됨

연구실 안전 표준 교재

실험 전 안전편



CHAPTER

3

화학약품의 분류 및 보관

1. 화학약품의 특성
2. 화학약품의 분류
3. 화학약품의 보관법
4. 화학약품의 분류 보관 방법의 예시
5. 화학약품 저장 중의 사고 사례 및 예방

CHAPTER 3 Safety Before the Experiment

화학약품의 분류 및 보관

다양한 유해 · 위험성을 포함하는 화학약품은 안전한 연구환경을 위해서 화학적 특성에 따라 분류하고 단기간 사용할 수 있는 최소의 양만을 연구실에 적절하게 보관하여야 한다.

다양한 유해 · 위험성을 포함하는 화학약품은 화재, 폭발, 심각한 상해를 야기할 수 있기 때문에 화학약품을 안전하게 분류 · 보관하여야 한다. 또한 위험물질은 1년 단위로 재고조사를 수행하고 시약목록을 정리하는 것이 바람직하다.

1. 화학약품의 특성

화학약품은 크게 가연성 및 인화성 액체와 가스, 부식성 물질, 반응성 물질, 폭발성 물질, 독극성 물질, 자기반응성 물질 및 함께 보관할 수 없는 물질로 구분할 수 있다. 화학물질이 갖는 위험성의 특성을 이해하고 분류 보관하는 것은 가장 경제적이고 효과적인 안전사고 예방 방법이다.

예를 들어, 연구실에서 가장 쉽게 발견되는 위험 요소인 가연성과 인화성 물질은 발화원이 없는 곳과 환기가 잘 되는 곳에서 보관하여야 한다. 또한 단기간에 사용할

수 있는 최소량만을 보관하고 전용 캐비닛에 보관해야 한다. 강산, 강알칼리, 유기 및 무기 할라이드, 건조제, 할로겐 등과 같은 부식성 물질은 냉 · 건조한 환기가 잘 되는 장소에 저장한다. 독극성 화학 약품은 흡입, 섭취, 접촉 등에 의해 심각한 신체의 상해를 입을 수 있으므로 잠금장치가 되어 있는 캐비닛에 보관해야 한다. 폭발성 물질에는 충격, 압력, 높은 온도에 비자발적인 압력, 가스, 열 등을 방출할 수 있는 고체 · 액체 · 가스 등의 화학물질이 있다. 인화성고체, 산화제, 과산화물, 자연발화성 물질, 금수성 물질 등의 반응성 물질은 취급 부주의 시 격렬하게 반응하며 상대적으로 많은 에너지와 위험한 독성가스를 방출할 가능성이 있으므로 보관에 있어서 특별히 주의를 기울여야 한다.

2. 화학약품의 분류

현재 위험물안전관리법에 의한 물질분류체계를 사용하고 있지만, 화학 물질의 분류는 2010년 7월 1일부터 GHS/MSDS에 대응할 수 있는 물리적 위험성(16가지), 건강 유해성(11가지) 및 환경 유해성(1가지)에 의한 분류체계로 개선되고 있다. GHS의 완전 적용을 위해서는 체계적이고 단계적인 이행 계획의 수립이 필요할 것이다.

화학약품 혹은 유해위험물질은 취급 및 보관 시 일어날 수 있는 폭발, 인화 등의 물리적 위험성과 흡입, 접촉 시 부식, 과민, 발암성 등 환경 유해성에 따라 분류하는 방법 혹은 대상물과 법규에 따라서 여러 가지 형태로 분류되고 있다. 이 중에서 공기와 폭발성 혼합물을 형성하거나 가열, 접촉 등에 의해 화재 및 폭발을 일으키는 물질을 일반적으로 위험물질이라고 하며, 이들 위험물질을 성상에 따라 폭발성 물질, 발화성 물질, 산화성 물질, 인화성 물질 및 가연성 가스 등으로 크게 분류하고 있다. 또 인체에 피해를 주는 물질로 부식성 물질과 독성 물질로 구분할 수 있으며 이들을 간략히 설명하면 다음과 같다.

(1) 폭발성 물질

폭발성 물질은 가열, 마찰, 충격 또는 다른 화합물질과의 접촉 등으로 인하여 산소나 산화제의 공급이 없더라도 폭발 등 격렬한 반응을 일으킬 수 있는 물질이다. 초산에스테르류, 니트로화합물, 유기과산화물 등이 있고 대부분이 가연성 물질이면서 산소를 함유하는 물질이다.

이 물질들은 스스로 산소를 소비하면서 연소하기 때문에 다른 가연물과는 성질이 다르고 그 연소 속도가 매우 빨라 폭발을 일으킨 폭발성 물질은 가연물과 산소공급원이 공존해 있는 상태로 존재하므로 점화원이 주어지면 매우 위험하다. 가열은 물론, 충격이나 마찰을 가하거나 다른 약품과 접촉해서는 안 된다. 장시간 동안 분해가 진행되면서 자연발화를 일으키는 물질도 있으므로 이와 같이 분해되기 쉬운 물질의 저장은 온도, 습기, 환기 등에 주의해야 한다.

또한 폭발성 물질의 연소는 가연물의 연소와는 다르다. 분해에 의해 산소의 공급이 충분히 이루어짐으로 연소가 격렬하고 폭발성 물질 자체의 분해도 격렬하게 이루어진다. 따라서 소화 시 분해의 억제 등 사전에 연소를 방지하기 위한 조치가 필요하다. 질식효과를 이용한 소화제는 충분한 효과가 없으므로 사전에 이들 물질의 분해를 중지시키기 위해 물로 냉각하여 분해온도 이하로 온도를 낮추는 방법과 아울러 가연물의 연소를 억제할 수 있는 방법(냉각소화, 방화포, 모래)을 동시에 강구하여야 한다.

표 3-1 폭발성 물질의 예

폭발성 물질의 예	
Alkali metal dinitrophenolates	Hexatonal
Ammonium nitrate-fuel oil mixture	Hexolite
Ammonium nitrate mixtures	Lead azide
Ammonium perchlorate	Lead mononitroresorcinate
Ammonium picrate	Lead styphnate
Azobisisobutyronitrile	Mannitol hexanitrate
Barium azide	Mercaptotetrazol acetic acid
Barium styphnate	Mercury fulminate
Cyclotetramethylenetetranitramine	Nitrourea
Cyclotrimethylenetrinitramine	Nitrobenzotriazole
Diazo naphthol sulfonyl chloride	Nitrocellulose
Diazodinitrophenol	Nitroglycerin
Diethylene glycol dinitrate	Nitroguanidine
Dinitroglycoluril	Nitrosoguanidine
Dinitrophenol	Nitrostarch
Dinitroresorcino	Nitrotriazolone
Dinitroso dimethylterephthalamide	Octolite
Dintrosopentamethylenetetraamine	Pentaerythritol tetranitrate
Dinitrosobenzene	Pentolite
Dipicryl sulfide	Sodium dinitro-o-cresolate
Guanyl nitrosaminoguanylidene hydrazine	Sodium salts of aromatic nitro-derivatives
Guanyl nitrosaminoguanyltetrazene	Sodium picramate
Hexanitrodiphenylamine	Tetranitroaniline
Hexanitrostilbene	Tetrazol-1-acetic acid

폭발성 물질의 예	
Trinitro-m-cresol	Trinitronaphthalene
Trinitroaniline	Trinitrophenetole
Trinitroanisole	Trinitrophenol
Trinitrobenzene	Trinitrophenylmethylnitramine
Trinitrobenzenesulfonic acid	Trinitroresorcinol
Trinitrobenzoic acid	Trinitrotoluene
Trinitrochlorobenzene	Tritonal
Trinitrofluorenone	Urea nitrate
Zirconium picramate	
Deflagrating metal salts of aromatic nitro derivatives	
Potassium salts of aromatic nitro-derivatives, explosive.	

(2) 발화성 물질

대기 중에서 물질 스스로 발화가 용이하거나, 물과 접촉하면 발화하며 가연성 가스를 발생하는 물질을 발화성 물질이라고 한다. 발화성 물질에 속하는 위험물은 금속칼륨, 금속나트륨, 탄화칼슘(카바이트) 등이다. 이는 물과 작용해서 발열반응을 일으키거나 가연성 가스를 발생시켜 연소 또는 폭발하는 물질이며, 황린, 적린, 마그네슘분말 등 비교적 저온에서 점화하기 쉽다.

금수성 물질의 저장용기는 파손이나 부식을 막아야 한다. 특히 우수, 누수, 얼음 등의 수분에 접촉되지 않도록 주의하여 다루어야 한다. 소화방법으로 물을 뿌리는 것은 금지하며, 건조모래를 이용하는 것이 좋다. 적정 소량씩 나누어서 보관하며 석유류에 저장하는 경우에는 외부에 노출되지 않도록 하여야 한다.

일반적으로 저온에서 착화하기 쉬운 가연성 물질은 연소속도가 빠르고 유독한 물질이거나 연소 시 유독가스를 발생하는 물질이다. 따라서 산화제와의 접촉을 피하고

불꽃, 불티, 고온 물체와의 접촉이나 접근을 피하도록 하여야 한다. 대부분의 발화성 물질에 대한 소화는 물로써 냉각하는 소화방법이 유효하다. 그러나 금속분말의 경우에는 물과 접촉하면 발열하고 폭발을 일으키거나 연소금속을 비산시키므로 물에 의한 소화는 절대 금하여야 한다. 금속화재 시 소화는 금속 화재용 소화 약제(Dry powder)가 내장된 금속소화기나 방화담요 등으로 소화하여야 한다.

표 3-2 발화성 물질의 예

발화성 물질의 예	
Acetic anhyride	Trimethyl aluminum
Acetyl bromide	Tri-n-butyl aluminum
Acetyl chloride	Tri-n-butyl borane
Alkyl aluminum chloride	Tricotyl aluminum
Allyl trichlorosilane	Trichloroborane
Aluminum aminoborohydride	Triethyl arsine
Aluminum borohydride	Triethyl stibine
Aluminum bromide	Trimethyl arsine
Aluminum chloride	Trimethyl stibine
Aluminum fluoride	Tripropyl stibine
Aluminum hypophosphide	Trisilyl arsine
Aluminum phosphide	Trivinyl stibine
Aluminum tetrahydrobroate	Vanadium trichloride
Amyl trichlorosilane	Vinyl trichlorosilane
Anisoyl chloride	Zinc acetylide
Antimony tribromide	Zinc acetylide
Antimony trichloride	Zinc peroxide
Antimony trifluoride	Zinc phosphide

발화성 물질의 예	
Boron tribromide	Chloroacetyl chloride
Boron phosphide	Chromyl chloride
Boron triiodide	Chlorophenyl isocyanate
Boron trichloride	Cyclohexenyl trichlorosilane
Bromine pentafluoride	Copper acetylide
Bromine monofluoride	Decaborane
Bromo diethylaluminum	tri-chlorosilane
Bromine trifluoride	Diethyl aluminum chloride
n-Butyl trichlorosilane	Diborane
n-Butyl lithium	Diethyl zinc
Cadmium amide	Diethyl dichlorosilane
Cadmium acetylide	Dimethyl dichlorosilane
Calcium	Diisopropyl beryllium
Calcium carbide	Disulfury chloride
Calcium oxide	Dimethylmethane
Calcium hydride	diisocyanate
Calcium phosophide	Dodecyl trichlorosilane
Cesium amide	Ethyl dichloroarsine
Cesium phosphide	Ethyl dichlorosilane
Cesium hydide	Ethyl trichlorosilane
Chlorine monofluoride	Fluorine
Chlorine dioxide	Fluorine monoxide
Chlorine trifluoride	Fluorosulfonic acid
Chlorine pentafluoride	Gold acetylide
Chlorodiisobutyl aluminum	Hexadecyl trichlorosilane

발화성 물질의 예	
Hexyl trichlorosilane	Phosphoric anhydride
Hydrobromic acid	Phosphorus oxychloride
Iodine monochloride	Phosphorus (amorphous red)
Lithium	Phosphorus oxybromide
Lithium aluminium hydride	Phosphorus pentachloride
Lithium amide	Phosphorus pentasulfide
Lithium ferrosilicon	Phosphorus sesquisulfide
Lithium hydride	Phosphorus trisulfide
Lithium peroxide	Phosphorus tribromide
Lithium silicon	Phosphorus trichloride
Methyl aluminum sesquibromide	Polyphenyl polymethyl isocyanate
Methyl aluminum sesquichloride	Potassium
Methyl dichlorosilane	Potassium hydride
Methyl isocyanate	Potassium oxide
Methyl magnesium bromide	Potassium peroxide
Methyl magnesium iodide	Propyl trichloride
Methyl magnesium chloride	Pyrosulfuryl chloride
Methyl trichlorosilane	Silicon tetrachloride
Methylene diisocyanate	Silver acetylide
Nickel antimonide	Sodium
Nonyl trichlorosilane	Sodium aluminum hydride
Octadecyl trichlorosilane	Sodium amide
Octyl trichlorosilane	Sodium hydride
Phenyl trichlorosilane	Sodium methylate
Phosphonium iodide	Sodium oxide

발화성 물질의 예	
Sodium peroxide	Trimethyl aluminum
Sodium-potassium alloy	Tri-n-butyl aluminum
Stannic chloride	Tri-n-butyl borane
Sulfonyl fluoride	Tricotyl aluminum
Sulfonyl fluoride	Trichloroborane
Sulfuric acid (70%)	Triethyl arsine
Sulfur chloride	Triethyl stibine
Sulfur pentafluoride	Trimethyl arsine
Sulfur trioxide	Trimethyl stibine
Sulfuryl chloride	Tripropyl stibine
Thiocarbonyl chloride	Trisilyl arsine
Thionyl chloride	Trivinyl stibine
Thiophosphoryl chloride	Vanadium trichloride
Titanium tetrachloride	Vinyl trichlorosilane
Toluene diisocyanate	Zinc acetylide
Trichlorosilane	Zinc acetylide
Triethyl aluminum	Zinc peroxide
Triisobutyl aluminum	Zinc phosphide

(3) 산화성 물질

산화성 물질은 일반적으로 다른 물질을 산화시키는 성질이 있어 산화제라고도 불린다. 산화력이 강하고 가열, 충격 및 다른 화학물질과의 접촉 등으로 인하여 격렬히 반응하는 고체 및 액체 물질이다. 산화성 물질에 속하는 위험물은 일반적으로 불연성 물질이며, 다른 물질을 산화시킬 수 있는 산소를 다량으로 함유하고 있는 강산화제이다. 따라서

반응성이 강하고 가열, 충격, 마찰 등에 의해 산소를 방출하기 쉽다. 그러나 이와 반대의 성질을 가지고 있어 환원제로 볼 수 있는 가연성 물질과 혼합되면 격렬하게 연소하며 경우에 따라서는 폭발할 수 있다. 또한 진한 황산과 같은 다른 화학물질과의 접촉에 의해 분해할 수도 있다.

산화성 물질을 저장 또는 취급할 때에는 가열, 충격, 마찰 등 분해가 일어나기 쉬운 여건은 피하여야 한다. 또한 분해를 촉진시킬 수 있는 약품과의 접촉을 금지하고 환기가 용이하고 서늘한 장소에 저장하여야 한다. 특히 흡습성이 있는 물질은 방습조치를 하고 밀폐용기에 보관하여야 한다.

산화성 물질에 의한 화재의 경우, 공기 중에서의 일반연소와는 다르게 분해에 의한 산소공급이 이루어지므로 연소가 격렬할 뿐만 아니라 위험물 자체의 분해가 격렬하게 이루어진다. 소화 시에는 산화제의 분해가 이루어지지 않도록 소화할 수 있는 방법을 선택하여야 한다. 예를 들면, 물로 냉각시켜 분해온도 이하로 온도를 낮추어 가연물의 연소를 억제함과 동시에 연소가 지속되는 것을 방지할 수 있는 대책을 세워야 한다.

더욱이 산화성 물질 중 알칼리금속의 과산화물인 과산화칼륨, 과산화나트륨, 과산화바륨 등은 물과 반응하여 발열하는 성질이 있으므로 저장이나 취급 시에는 특히 물이나 습기에 접촉하는 것을 방지하도록 하고 소화제로 물을 사용해서는 안된다. 화재 시 소화를 고려하여 다른 산화성 물질과 같은 장소에 저장하지 않도록 하여야 한다.

(4) 인화성 물질

인화성 물질은 대기압 하에서 인화점이 65℃ 이하인 가연성 액체로서 상온에서 쉽게 점화되어 연소하는 물질이다. 비점이 높은 물질이라도 인화점이 낮은 물질은 인화점 이상 온도에서도 불티나 불꽃 등에 의해 쉽게 점화될 수 있으므로 특별한 주의가 필요하다.

2-Buthanol과 같이 인화점이 24℃로 상온 부근인 물질은 실내에서도 인화의 위험성이 있다는 것을 명심하여야 한다. 특히 여름철에는 온도가 2-Buthanol의 인화점을 초과하므로 인화의 위험성이 있다. 따라서 인화점이 상온 부근인 물질은 액체 온도와 기체 온도에 특별히 유의하여야 한다.

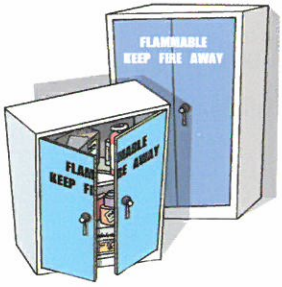
인화성 물질로부터 발생하는 증기는 대부분 공기보다 무겁고, 공기와 혼합되면 사소한 점화원으로도 격렬한 폭발을 일으킬 수 있는 위험성이 있다. 또한 인화성 물질에 속하는 많은 액체류는 비용해성으로 물보다 비중이 낮아 물 표면에 넓게 확산한다. 따라서 인화성 물질이 하수구 등 예상치 못한 낮은 장소로 흘러가서 사소한 점화원에 의해 인화될 경우 대형사고를 일으킬 수 있다.

인화성 물질을 관리하고 사용할 때에는 GHS/MSDS 자료나 화학계 Handbook을 이용하여 이와 같은 물질의 성상, 위험성 등을 충분히 고려하여야 하며 액체나 증기의 누출을 방지할 것과 이외에도 정전기, 화기 등의 점화원 대책, 인화 시 긴급조치 등에 대하여 사전 준비를 하는 것이 중요하다.

인화점이 낮은 화학약품 예시

- Pentane(-49)
- Acetaldehyde(-38)
- Cyclohexane(-21)
- Tetrahydrofuran(-14)
- Methanol(11)
- Allyl alcohol(21)
- Ethyl ether(-45)
- Carbon disulfide(-30)
- Acetone(-17)
- Ethyl acetate(-4)
- Isopropanol(12)
- Xylene(25)

(괄호 속은 인화점, 섭씨온도(℃))



(5) 가연성 가스

가연성 가스에 속하는 위험물에는 15℃, 1기압에서 기체로 존재하는 수소, 아세틸렌, 에틸렌, 메탄, 에탄, 프로판, 부탄 등이 있으며 이들 가연성 가스는 공기 또는 산소와 혼합되어 밀폐된 공간하에 가스종류별 일정 농도범위에 있을 때에 착화되면 가스폭발을 일으킨다.

가스폭발을 일으키는 농도의 범위를 폭발범위라고 한다. 법에서 규제하는 가연성 가스는 폭발한계 농도의 하한이 10% 이하 또는 상 · 하한의 차이가 20% 이상이다. 가스 상태는 아니지만 마른 나무같이 실온에서는 착화하지 않고 가열하면 용이하게 연소하는 물질을 가연성 물질이라고 하며, 많은 액체나 고체가 이에 속하고 유기화학물질의 대부분이 가연성 물질이다.

최근 가연성 가스가 고압상태에서 저장, 소비되고 있으며 이 경우 위험성은 더욱 커지게 된다. 가연성 가스의 고압으로 인한 사고로는 가스용기가 파열되어 분출되는 가스의 인화로 인한 가스폭발이나 사용배관 파손, 또는 연결부분 파손으로 누출된 가스의 인화로 인한 사고 등이 있으며 사고 발생 시에는 당사자뿐만 아니라 주변 연구원에게 피해를 주는 경우가 많으므로 주의를 요한다.

(6) 부식성 물질

금속이나 플라스틱 등을 쉽게 부식시키고 인체에 접촉하면 화상 등의 심한 상해를 입히는 산화성 물질 혹은 강산성 물질로서 그 예는 다음과 같다.

① 산류

- 농도가 20% 이상인 염산, 황산, 질산 기타 이와 동등 이상의 부식성을 가지는 물질
- 농도가 60% 이상인 인산, 아세트산, 불산 기타 이와 동등 이상의 부식성을 가지는 물질

② 염기류

- 농도가 40% 이상인 수산화나트륨, 수산화칼륨 기타 이와 동등 이상의 부식성을 가지는 염기류

표 3-3 위험물안전관리법에 의한 화학약품 분류

유형(성질)	화학 물질
산화성 고체 (제1류 위험물)	아염소산염류
	과염소산염류
	무기과산화물류
	염소산염류
	브롬산염류
	질산염류
	요오드산염류
	과망간산염류
	중크롬산염류
가연성 고체 (제2류 위험물)	황화린
	적린
	유황
	철분
	마그네슘
	금속분
	인화성고체
자연발화성 및 금수성물질 (제3류 위험물)	칼륨
	나트륨
	알킬알루미늄 및 알킬리튬
	황린
	알칼리금속류(칼륨 및 나트륨제외) 및 알카리토금속류
	유기금속화합물류(알킬알루미늄 및 알킬리튬 제외)
	금속수소화합물류
	금속인화합물류
	칼슘 또는 알루미늄의 탄화물류

유형(성질)	화학 물질
인화성액체 (제4류 위험물)	특수인화물류
	제 1석유류(비수용성), 인화점 21℃미만
	알코올류
	제 2석유류(비수용성), 21℃이상~70℃ 미만
	제 3석유류(비수용성), 70℃이상~200℃미만
	제 4석유류, 200℃이상~250℃미만
	동식물 유류
자기반응성물질 (제5류 위험물)	유기과산화물류
	질산에스테르류
	니트로화합물류
	니트로소화합물류
	아조화합물류
	디아조화합물류
	히드라진 및 유도체류
산화성액체 (제6류 위험물)	과염소산
	과산화수소
	질산
	할로겐화화합물

3. 화학약품의 보관법

(1) 일반사항

- 환기가 잘되고 직사광선을 피할 수 있는 냉암소에 보관하도록 한다.
- 화학약품을 바닥에 보관하지 않는다.
- 추락 방지 bar가 설치된 선반에 적당량의 시약을 보관한다.
- 특성에 따라 적절히 분류하여 지정된 장소에 분리 보관한다.

- 눈높이 이상에는 시약을 보관하지 않는다.
- 유리로 된 용기 파손시를 대비하여 낮고 안전한 위치에 보관한다.
- 용량이 큰 화학약품은 선반 하단에 보관한다.

(2) 안전 및 적절한 표시(라벨)

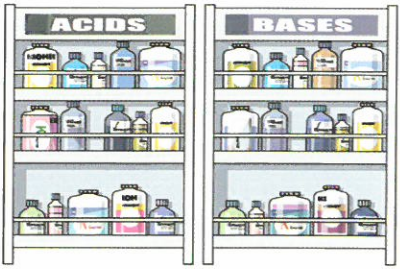
- 가스누출경보기와 화재 감지 시스템 및 소화기를 갖추어야 한다.
- 산 누출 시 처리용으로 산중화제 [$NaHCO_3$, $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, MgO 등]와 알카리 누출 시 처리용으로 알카리 중화제 [$FeSO_4$ H_2O, $Al_2(SO4)_3$ H_2O 등] 및 제거물질 등이 준비되어 있어야 한다.
- 비상 샤워 장치 및 세안 장치가 설치되어 있어야 한다.
- 내용물은 명확하게 라벨에 기재하여야 하며, 손상되지 않고 읽기 쉬워야 한다.
- 가연성, 인화성 증기가 체류하는 장소에서는 스파크를 발생하는 기계기구 등을 사용하지 않으며, 전기기구는 접지 및 방폭형으로 설치하여야 한다.

(3) 밀폐

- 독극성 화학 약품은 잠금장치가 되어 있는 안전캐비닛에 보관해야 한다.
- 용매는 밀폐하여 보관한다.
- 가스가 발생하는 약품은 정기적으로 가스(압력)을 제거해야 한다.
- 약품 보관 용기의 뚜껑의 손상여부는 지속적으로 확인한다.

(4) 산과 염기

- 산과 염기는 분리하여 저장한다.
- 산은 전용 캐비닛에 저장한다.
- 산화성이 강한 질산은 따로 저장한다.



특별히 주의를 요하는 위험한 산

▫ 질산

부식성, 가연성이 센 산화제이다. 질산은 많은 대다수의 물질과 가연성, 폭발성 화합물을 만드는 위험한 물질이므로 특히 연소성 물질과는 따로 보관해야 한다.

▫ 과염소산

자발적으로 폭발성 물질을 형성하기 때문에 1년 이상 보관하지 않는다. 특히 유기화합물 및 금속류와 매우 높은 폭발성, 불안전한 화합물을 형성하므로 최소량만 구입하여 보관해야 한다.

▫ 피브릭산

건조한 상태로 보관할 경우 폭발할 수 있다. 흔드는 경우에도 폭발할 수 있으므로 수분이 많은 곳에 보관하여야 한다. 특히 연소성 물질과 폭발성 물질을 형성하므로 별도 보관해야 한다.

▫ 불화수소

매우 부식성이 강하여 유리도 부식할 수 있다. 농축용액이나 희석용액 등은 피부 접촉 시 피부 깊은 곳까지 침투하여 심각한 화상을 야기 한다. HF 증기 흡입은 심각한 호흡기 조직에 염증을 유발할 수 있고 치명적일 수도 있으니 취급 시 매우 신중하게 해야 한다.

(5) 가연성 액체

- 화재나 폭발을 일으키는 증기를 만든다.
- 발화원이 없는 곳에 보관한다.
- 냉 · 건조하고 환기가 잘되는 장소에 전용캐비닛을 사용하여 보관한다.
- 단 기간에 사용하도록 최소한의 가연성 액체를 보관한다.
- 폭발 방지 장치가 되어 있어야 한다.
- 가능한 방폭 냉장고를 사용한다.

(6) 과산화물 물질

- 연구실에서 다루는 가장 위험한 물질 중에 하나이다.
- 산화제, 환원제, 열, 마찰, 충격 및 빛에 매우 민감하다.
- 어떤 화합물은 시간이 오래 지나면 과산화물을 만든다.
- 과산화물은 금속 보관용기에 보관한다.
- 과산화물이나 과산화물을 생성시키는 물질은 냉암소에 보관하여야 한다.
- 3~6개월 마다 위험성 여부를 확인하여 폐기하여야 한다.

(7) 부식성 물질

- 부식성은 네 가지 주요 부류인 강산, 강염기, 탈수제, 산화제로 나눈다.
- 용액을 섞거나 희석할 때 반드시 소량의 산을 다량의 물에 희석하여야 한다.
- 냉 · 건조하고 환기가 잘되는 장소에 저장한다.
- 금속, 가연성물질, 산화성 물질과 따로 보관한다.

(8) 산화제와 반응성 물질

- 매우 반응성이 강한 물질과 폭발성 물질은 특별한 주의가 필요하다.
- 반응속도가 빠를 경우 심한 열이 발생하고 폭발까지 초래할 수 있다.
- 물과 격렬하게 반응한다.
- 충분한 냉각 시스템을 갖춘 넓은 장소에서 다루어야 한다.
- 가연성 액체, 유기물, 탈수제, 환원제와는 따로 보관한다.

표 3-4 분류를 달리하는 위험물의 혼재금지 기준

위험물의 구분	산화성고체	가연성고체	자연발화 및 금수성 물질	인화성액체	자기반응성 물질	산화성액체
산화성고체		×	×	×	×	○
가연성고체	×		×	○	○	×
자연발화 및 금수성 물질	×	×		○	×	×
인화성액체	×	○	○		○	×
자기반응성 물질	×	○	×	○		×
산화성액체	○	×	×	×	×	

※ ○: 혼재할 수 있음, ×: 혼재할 수 없음.
※ 이 표는 지정수량의 1/10 이하의 위험물에 대하여는 적용하지 아니한다.

(9) 발암성 및 독성 물질

유해인자에 노출되는 경우 노출기준 이하 수준에서는 건강상에 거의 나쁜 영향을 미치지 않는다. 그러나 장시간 많은 양의 화학물질에 노출되어 해당 유해 화학물질이 암을 발생시키는 경우 이를 발암물질로 분류할 수 있다.

발암물질감시네트워크와 노동환경건강연구소 발암물질정보센터는 발암물질과 관련한 전 세계 5개 기관(국제암연구소 · 유럽연합 · 국립독성프로그램 · 미국 환경청 · 미국산업위생전문가협의회) 데이터베이스를 활용해 발암물질로 지정된 화학물질 총 1,420종의 '발암물질목록 1.0'을 2012년에 작성하였다. '발암물질목록 1.0'은 등급별로 1급(인체 발암성 물질)이 368종 · 2급(인체 발암성 추정물질) 719종 · 3급(인체 발암성 가능물질) 333종을 포함하고 있다. 현재는 변이원성 물질이나 생식독성 물질, 환경 호르몬이나 생체 축적성 잔류성 물질을 포함하고 있지 않지만 추후에는 이를 포괄하는 목록이 업데이트 될 예정이다. 해당 엑셀 파일은 다음의 웹사이트에서 받을 수 있다.

노동환경건강연구소 일과 건강 safedu.org/pds1/10686

또한 고용노동부는 제2013-38호 '화학물질 및 물리적 인자의 노출기준' 〈별표 1〉을 통해 발암성, 생식세포 변이원성 및 생식독성을 갖는 717종의 유해 화학물질의 노출기준을 명시하였다. 이는 190종의 발암성 물질을 포함하며 발암성 정보물질의 표기는 「화학물질의 분류 · 표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준」에 따라 그 유해정도를 표시하였다. 발암물질 분류 기준은 다음과 같다.

- 1A: 사람에게 충분한 발암성 증거가 있는 물질
- 1B: 시험동물에서 발암성 증거가 충분히 있거나, 시험동물과 사람 모두에서 제한된 발암성 증거가 있는 물질
- 2: 사람이나 동물에서 제한된 증거가 있지만, 구분1로 분류하기에는 증거가 충분하지 않은 물질

'발암물질목록 1.0'와 '화학물질 및 물리적 인자의 노출기준' 〈별표 1〉의 화학물질 목록은 연구 활동 시 사용하고 있는 화학물질이 어떤 유해성을 가지는지, 그 노출 한계가 얼마나 되는지 참고하고, 연구활동종사자 스스로가 연구 환경의 유해정도를 평가하는데 활용할 수 있다.

독성물질은 만성노출이나 심각한 것으로부터 독성이 없거나 약한 것, 중간 정도의 독성, 맹독성으로 분류된다. 특별히 위험한 물질은 맹독성 물질이다. 맹독성 물질을 사용할 때는 연구실 책임자의 승인을 받는 것이 좋다. 사용 시 연구실 책임자의 승인이 필요한 독성 물질 기준은 다음과 같다.

- 쥐에 대한 경구투입 실험에 의하여 실험동물의 50%를 사망시킬 수 있는 물질의 양, 즉 LD_{50}(경구, 쥐)이 kg(체중)당 200mg 이하인 화학물질 등
- 쥐 또는 토끼에 대한 경피흡수 실험에 의하여 실험동물의 50%를 사망시킬 수 있는 물질의 양, 즉 LD_{50}(경피, 토끼 또는 쥐)이 킬로그램(체중)당 400mg 이하인 화학물질 등
- 쥐에 대한 4시간동안의 흡입시험에 의하여 실험동물의 50%를 사망시킬 수 있는 물질의 양, 즉 LC_{50}(쥐, 4시간 흡입)이 2,000ppm 이하인 화학물질 등

이러한 발암성 물질이나 독성 물질에 노출되는 것을 막기 위한 안전성을 확보해야 한다. 화학약품을 사용하기 전에 모든 연구자는 화학약품에 대한 발암성 및 독성에 대한 정보를 GHS/MSDS를 이용하여 얻고 그 특성에 익숙해져야 한다. 또한 다음의 사항을 숙지하여 안전사고에 대비 하도록 해야 한다.

- 연구실 내 발암성 및 독성 물질의 저장 및 취급 량을 최소화한다.
- 저장 · 취급하는 장소나 연결부분은 누출 여부를 정기적으로 점검한다.
- 독성이 강한 물질은 잠금 장치가 되어 있는 안전한 장소에 보관해야 한다.
- 보관 장소에 환기장치가 있어야 한다.
- 발암성 및 독성 물질을 사용한 후에는 즉시 손을 씻어야 한다.
- 절대 화학약품을 맛보거나 연구실에서 음식을 먹거나, 음료수를 마시지 않는다.

4. 화학약품의 분류 보관 방법의 예시

다음은 선반을 이용하는 경우 화학물질의 보관법 예시이다. 해당 시약장에는 전도 및 추락 방지형 가이드 bar를 설치하고 시약 관리 대장을 비치해야 한다.

그림 3-1 안전한 화학시약의 보관 방법

(1) 무기물의 저장

- 예시 1

Top shelf

shelf # 1.	Inorganic Sulfur, Phosphorus, Arsenic, Phosphorus pentoxide
shelf # 2.	Inorganic Halides, Sulfates, Sulfites, Thiosulfates, Phosphates, Halogens, Acetates
shelf # 3.	Inorganic Amides, Nitrates, Nitrites, Azides(Ammonium nitrate은 별도 보관할 것)
shelf # 4.	Inorganic Metals & Hydrides(인화성 고체는 별도 캐비닛에 보관)(물과 격리할 것)
shelf # 5.	Inorganic Hydroxides, Oxides, Silicates, Carbonates, Carbon
shelf # 6.	Acids(Nitric acid 는 산 캐비닛에 별도로 보관)

Bottom shelf

- 예시 2

Top shelf

shelf # 1.	Inorganic Arsenates, Cyanides, Cyanates
shelf # 2.	Inorganic Sulfides, Selenides, Phosphides, Carbides, Nitrides
shelf # 3.	Inorganic Borates, Chromates, Manganates, Permanganates
shelf # 4.	Inorganic Chlorates, Perchlorates, Chlorites, Perchloric acid, Peroxides, Hydrochlorites, Hydrogen peroxides
shelf # 5.	Miscellaneous

Bottom shelf

(2) 유기물의 저장

- 예시 1

Top shelf ※ shelf #1, shelf #2, shelf #3 : 인화성 약품은 규격에 맞는 캐비닛에 보관

shelf # 1.	Organic Alcohols, Glycols, Amines, Amides, Imines, Imides
shelf # 2.	Organic Hydrocarbons, Esters, Aldehydes
shelf # 3.	Organic Ethers, Ketones, Ketenes, Halogenated hydrocarbons, Ethylene oxide
shelf # 4.	Organic Epoxy compounds, Isocyanates
shelf # 5.	Organic Sulfides, Polysulfides, etc.

Bottom shelf

- 예시 2

Top shelf

shelf # 1.	Organic Phenol, Cresols
shelf # 2.	Organic Peroxides, Azides, Hydroperoxides
shelf # 3.	Organic Acids, Anhydrides, Peracids
shelf # 4.	Miscellaneous
shelf # 5.	Alcohols, Glycols, Hydrocarbons, Esters, Ketones etc. Organic Liquids with Flash Piont <37.8 ℃ 인화성액체는 Flammables 캐비닛에 보관

Bottom shelf

그림 3-2 화학약품의 보관(특성별, 성상별, 양립불가 구분)

그림 3-3 유해 시약용 밀폐형 환기시약장

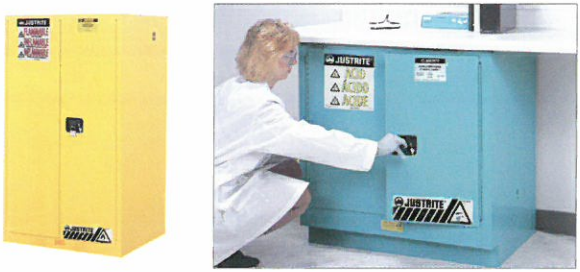


그림 3-4 인화성 용액 전용(좌) 및 부식성 용액 전용(우) 안전캐비닛(UL규격)의 예

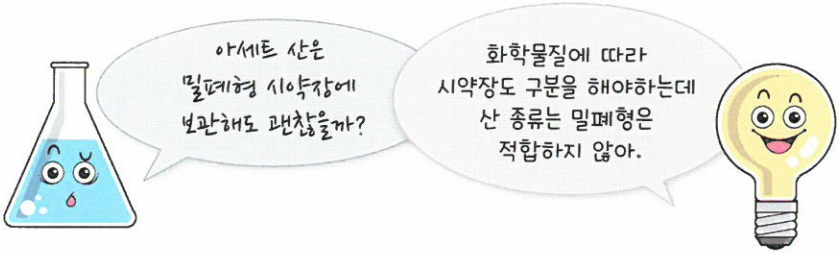
그림 3-5 휘발성 유기물 보관 가압통의 예

표 3-5 화학물질 분리 보관 요령

분류	권장 저장법	화학물질 예시	함께 보관 불가 물질 *항상 MSDS 참고!
인화성 액체	인화성 용액 전용 안전캐비닛에 따로 보관	아세톤, 벤젠, 디에틸 에테르, 메탄올, 헥산산, 펜탄, 자이렌, 톨루엔 등	산화제류 산류
유기 산 & 염기	산 전용 안전 캐비닛에 따로 보관	〈산〉 알데히드류, 과산류, 아세트산, 락트산, 트리클로로아세트산, 개미산 등 〈염기〉 히드록실아민, 트리에틸아민, 피페라진 등	인화성 액체류 인화성 고체류 염기류 산화제류 무기산류
무기 산 & 염기	산 전용 안전 캐비닛에 따로 보관	〈산〉 인산, 염산, 황산, 크롬산, 질산 등 〈염기〉 수산화암모늄, 암모니아, 산화칼슘, 하이드라진, 수산화나트륨, 수산화칼륨 등	인화성 액체류 인화성 고체류 염기류 산화제류 무기산류
물반응성 물질	건조하고 서늘한 장소에 보관 물 및 발화원과 격리 조치 위험물질 라벨 부착	금속 나트륨, 금속 칼륨, 금속 리튬, 금속 수소화물 등	모든 수용액 모든 산화제
산화제	불연성 캐비닛에 따로 보관	하이포아염소산나트륨, 과산화벤조일 과망간산칼륨 아염소산염칼륨 등	환원제류 인화성 물질 인화원이 될 만한 물질 유기물

표 3-6 화학약품의 보관용 시약장의 특징

	일반형 시약장	밀폐형 시약장	배기형 시약장	
특징	일반 목재 시약장	내부 순환형 (이온클러스터)	실내 배기형(필터형)	실외 배기형(덕트형)
장점	• 시약 및 초자류 보관 가능 • 서랍형 사용으로 시약 분류 보관 및 관리 용이	• 에너지 손실 없음 • 반영구적 사용 가능한 이온클러스터	• 유해가스 체류 없음 • 공조시설 필요 없음 • 에너지 손실 없음	• 연구실을 안전하게 유지 • 다양한 시약 보관
단점	• 한정적인 시약의 보관 • 유해물질 보관 불가능 • 유해가스 발생 물질 보관 불가능	• 산 보관용도로 부적절 • 보관 가능한 시약의 제한성 • 이온클러스터 이용으로 인한 오존 발생 • 유해가스 체류	• 필터 교체 비용 발생 • 필터 시스템 손상 시 오염공기 실내 배출 • 용도 맞는 필터 사용 (HEPA, Carbon)	• 유해물질 실외 배출로 환경오염 • 에너지 손실 • 공조시설 공사 요구
기타	• (국외) 비위험 시약에 대한 분류 및 표기를 체계화하여 일괄적으로 보관 • 공조시설을 추가 설치하여 배기형으로 변환 가능	• (국외) 일반적으로 사용하지 않음. 배기형 혹은 안전 시약장 사용 • 장기 보관하는 분말 형태의 시약 보관에 적합	• (국외) 비인화성 물질 보관용	• (국외) 필터 시스템 구비 후 건물 외부 배출형으로 사용 • 비인화성 물질 보관용



5. 화학약품 저장 중의 사고 사례 및 예방

(1) 사고 사례

화학약품을 적절하지 않은 보관 방법으로 장기 보관 시 발생하는 안전사고 사례를 보면 아래와 같다.

① 인화성, 발화성 및 폭발성 물질의 보관에 따른 화재 발생

- **사고개요**: 연구실 냉장고의 발전기에서 발생한 스파크로 인한 화재 사고
- **사고원인**: 환기되어 있지 않은 일반냉장고의 사용으로 인한 냉장고 내 위험물질의 체류, 인화성, 발화성 및 폭발성 물질인 산화몰리브덴, 부틸리튬, 디아조메탄, 초산에스테르류, 유기과산화물 등의 미분류 보관, 방폭 시설 미설치가 원인이 됨

② 시약 간 상호반응에 의한 발열 반응 발생

- **사고개요**: 약품에서 발생한 유증기 상호간 반응으로 인한 발열
- **사고원인**: 분류 보관하지 않은 시약장에서의 시약의 넘어짐이 원인이 됨

③ 금수성 물질의 장기 보관에 따른 자연 폭발 발생

- **사고개요**: 일반 시약 저장고의 장기 보관 중인 알류미늄 분말로 인한 폭발 사고
- **사고원인**: 금수성 물질인 알루미늄분말의 공기 중 수분 흡수로 인한 자연발화 및 폭발이 원인이 됨

그림 3-6

냉장고 안의 시약 폭발 사고 현장

그림 3-7

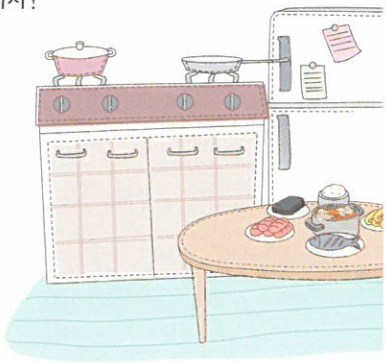
시약장에 보관중인 시약 넘어진 사고 현장

(2) 예방 및 대처방법

- 화학약품은 특성에 따라 분류하여 분리 보관한다.
- 보관 전 GHS/MSDS을 확인하여 서로 성질이 다른 화학약품, 특히 함께 보관할 수 없는 물질을 동일한 시약장에 혼합 보관하지 않도록 한다.
- 인화성, 발화성 및 폭발성 화학물질은 일반냉장고에 보관하지 않는다.
- 물질의 성상, 위험성 등을 충분히 고려하여 액체나 증기의 누출을 방지할 수 있는 인화성 시약장이나 배기형 시약냉장고에 보관한다.
- 반응성이 있는 화학약품은 환기가 잘 되고 서늘한 장소에 분리 보관하고, 약품과의 접촉을 피하도록 시약간의 이격을 유지하여 저장한다.
- 장시간 동안 분해가 진행되면서 자연발화를 일으키는 물질의 저장은 온도, 습기, 환기에 주의한다.
- 정전기, 화기 등의 점화원 대책 및 인화 시 긴급조치를 사전에 준비한다.

일상생활에 침투한 화학물질 지혜롭게 막아내자!

화학물질 지혜롭게 줄이고 철저하게 알아보자!
생활과 맞닿아 있는 수많은 화학물질
차단하고 살 수는 없지만, 지혜롭게 줄이며 건강을 지키자!



자주 환기 시키기

- ★ 음식을 조리하는 부엌
- ★ 옷을 보관하는 옷장

자주 씻기

- ★ 식사 전, 화장실 다녀온 후 손씻기

기름 적게 사용

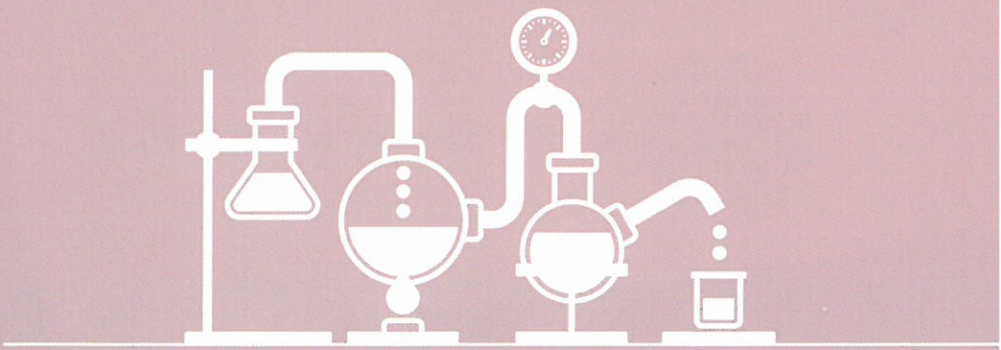
- ★ 기름에 굽거나 튀기지 않기
- ★ 음식을 조리할 때 기름 적게 사용하기
- ★ 고온으로 찌거나 삶기

잘 쓰고 잘 보관하기

- ★ 사용한 화장품이나 세제 등은 뚜껑을 잘 닫기

연구실 안전 표준 교재

실험 전 안전편



부록

부록 1 물질안전보건자료 관련 근거법규 요약

화학물질의 안전한 취급과 관리를 위해서 물질안전보건자료의 작성, 숙지 및 실행은 매우 중요하다. 이와 관련한 문서 작성과 실행은 고용노동부의 산업안전보건법을 기준으로 하되 환경부의 유해화학물질관리법, 유해화학물질 등록 및 평가에 관한 법률, 화학물질관리법과 국민안전처의 위험물안전관리법(이하 시행령, 시행규칙 및 관련고시)을 이해함으로서 그 효과를 한층 높일 수 있다. 관련 법규의 주요 내용을 간략히 소개하면 다음과 같다.

1 산업안전보건법

제41조(물질안전보건자료의 작성 · 비치 등)

① 화학물질 중 고용노동부령으로 정하는 분류기준에 해당하는 화학물질을 양도하거나 제공하는 자는 "물질안전보건자료"를 작성하여 제공하여야 한다.

1. 대상화학물질의 명칭 및 구성성분의 명칭과 함유량
2. 안전 · 보건상의 취급주의 사항
3. 건강 유해성 및 물리적 위험성
4. 그 밖에 고용노동부령으로 정하는 사항

② 영업비밀로서 보호할 가치가 있다고 인정되는 화학물질을 양도하거나 제공하는 자는 고용노동부령으로 정하는 바에 따라 적지 아니할 수 있다. 다만, 근로자에게 중대한 건강장해를 초래할 우려가 있는 대상화학물질은 제외한다.

③ 사업주는 물질안전보건자료를 대상화학물질을 취급하는 작업장 내에 게시하거나 갖추어 두어야 한다.

④ 대상화학물질을 양도하거나 제공하는 자는 이를 담은 용기 및 포장에 경고표시를 하여야 한다.

2 산업안전보건법 시행규칙 제86조, 제92조

제86조(신규화학물질의 유해 · 위험성 조사보고서의 제출)

① 신규화학물질을 제조하거나 수입하려는 자는 해당 신규화학물질의 안전 · 보건에 관한 자료, 독성시험 성적서, 제조 또는 사용 · 취급방법을 기록한 서류 및 제조 또는 사용 공정도, 그 밖의 관련 서류를 첨부하여 고용노동부장관에게 제출하여야 한다.

3 고용노동부고시 제2013-37호
(화학물질의 분류 · 표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준)

제4조(화학물질 등의 분류)

① 화학물질 등의 분류별 세부 구분기준은 별표 3과 같다.

② 화학물질의 분류에 필요한 시험의 세부기준은 국제연합(UN)에서 정하는 「화학물질의 분류 및 표지에 관한 세계조화시스템(GHS)」지침을 따른다.

제5조(경고표지의 부착)

① 대상화학물질을 양도, 제공하는 자는 해당 대상화학물질의 용기 및 포장에 한글경고표지(같은 경고표지 내에 한글과 외국어가 함께 기재된 경우를 포함한다)를 부착하거나 인쇄하는 등 유해 · 위험 정보가 명확히 나타나도록 하여야 한다. 다만, 실험실에서 시험 · 연구목적으로 사용하는 시약으로서 외국어로 작성된 경고표지가 부착되어 있거나 출하하기 위하여 저장 또는 운반 중에 있는 완제품은 한글 경고표지를 부착하지 아니할 수 있다.

제6조(경고표지의 작성방법)

① 경고표지의 그림문자, 신호어, 유해 · 위험 문구, 예방조치 문구는 별표 3과 같다.

제6조의2(기재항목의 작성방법)

① 명칭은 물질안전보건자료 상의 제품명을 기재한다.

② 그림문자는 별표 3에 해당되는 것을 모두 표시한다. 다만 다음 각호의 어느 하나에 해당되는 경우에는 이에 따른다.

1. "해골과 X자형 뼈"와 "감탄부호(!)"의 그림문자에 모두 해당되는 경우에는 "해골과 X자형 뼈"의 그림문자만을 표시한다.
2. 부식성 그림문자와 자극성 그림문자에 모두 해당되는 경우에는 부식성 그림문자만을 표시한다.
3. 호흡기 과민성 그림문자와 피부 과민성 그림문자에 모두 해당되는 경우에는 호흡기 과민성 그림문자만을 표시한다.
4. 5개 이상의 그림문자에 해당되는 경우에는 4개의 그림문자만을 표시해도 된다.

③ 신호어는 "위험" 또는 "경고"를 표시한다. 대상화학물질이 "위험"과 "경고"에 모두 해당되는 경우에는 "위험"만을 표시한다.

④ 유해 · 위험 문구는 해당되는 것을 모두 표시한다.

⑤ 예방조치 문구는 해당되는 것을 모두 표시한다. 다만

1. 중복되는 예방조치 문구를 생략하거나 유사한 예방조치 문구를 조합하여 표시할 수 있다.
2. 예방조치 문구가 7개 이상인 경우에는 예방 · 대응 · 저장 · 폐기 각 1개 이상을 포함하여 6개만 표시해도 된다.

제10조(작성항목)

① 물질안전보건자료 작성 시 포함되어야 할 작성 항목 및 그 순서에 따른다(본장 4. 물질안전보건자료(GHS/MSDS)의 작성 항목 및 기재 사항 참조).

제11조(작성원칙)

① 물질안전보건자료는 한글로 작성하는 것을 원칙으로 하되 화학물질명, 외국기관명 등의 고유명사는 영어로 표기할 수 있다.

② 제1항에도 불구하고 실험실에서 시험 · 연구목적으로 사용하는 시약으로서 물질안전보건자료가 외국어로 작성된 경우에는 한국어로 번역하지 아니할 수 있다.

③ 제10조 제1항 각 호의 작성 시 시험결과를 반영하고자 하는 경우에는 해당국가의 우수실험실기준(GLP) 및 국제공인시험기관 인정(KOLAS)에 따라 수행한 시험결과를 우선적으로 고려하여야 한다.

④ 외국어로 되어있는 물질안전보건자료를 번역하는 경우에는 자료의 신뢰성이 확보될 수 있도록 최초 작성기관명 및 시기를 함께 기재하여야 하며, 다른 형태의 관련 자료를 활용하여 물질안전보건자료를 작성하는 경우에는 참고문헌의 출처를 기재하여야 한다.

4 유해화학물질관리법 시행규칙 제28조 (유독물의 표시방법 등)

① 유독물의 표시에는 다음 각 호의 사항이 모두 포함되어야 한다.

1. 명칭: 유독물의 이름이나 제품의 이름 등에 관한 정보
2. 그림문자: 유해성의 내용을 나타내는 그림
3. 신호어: 유해성의 정도에 따라 위험 또는 경고로 표시하는 문구
4. 유해 · 위험 문구: 유해성을 알리는 문구
5. 예방조치 문구: 부적절한 저장 · 취급 등으로 인한 유해성을 막거나 최소화하기 위한 조치를 나타내는 문구
6. 공급자정보: 제조자 또는 공급자의 이름 · 전화번호 · 주소 등에 관한 정보

② 유독물을 보관 · 저장 또는 진열하는 장소, 유독물 운반차량 및 용기 · 포장에 표시하는 규격은 별표 7과 같다.

– 시행규칙 제28조제1항 관련 별표 6 : 유독물의 표시를 위한 유해성 항목

유독물의 유해성 분류는 물리적 위험성 16개 항목, 건강 유해성 10개 항목, 환경 유해성 1개 항목으로 그 내용은 고용노동부 고시 2014-14호와 같다. 다만 건강 유해성에서 UN의 GHS 시스템과 같이 호흡기 또는 피부 과민성 물질을 한 항목으로 분류하여 총 27개 항목으로 분류하고 있다.

5 위험물안전관리법 시행령 (제2조 3조 관련 별표 3)

인화성 및 발화성 등의 성질을 가진 물질(위험물)만을 대상으로 하며 지정수량이라는 기준을 두어 관리하고 다음과 같이 6개 분야로 분류한다.

제1류 산화성 고체

"산화성고체"라 함은 고체[액체(1기압 및 섭씨 20도에서 액상인 것 또는 섭씨 20도 초과 섭씨 40도 이하에서 액상인 것을 말한다. 이하 같다)또는 기체(1기압 및 섭씨 20도에서 기상인 것을 말한다)외의 것을 말한다. 이하 같다]로서 산화력의 잠재적인 위험성 또는 충격에 대한 민감성을 판단하기 위하여 국민안전처장관이 정하여 고시(이하 "고시"라 한다)하는 시험에서 고시로 정하는 성질과 상태를 나타내는 것을 말한다.

제2류 가연성 고체

"가연성고체"라 함은 고체로서 화염에 의한 발화의 위험성 또는 인화의 위험성을 판단하기 위하여 고시로 정하는 시험에서 고시로 정하는 성질과 상태를 나타내는 것을 말한다.

제3류 자연발화성 물질 및 금수성 물질

"자연발화성 물질 및 금수성물질"이라 함은 고체 또는 액체로서 공기 중에서 발화의 위험성이 있거나 물과 접촉하여 발화하거나 가연성 가스를 발생하는 위험성이 있는 것을 말한다.

제4류 인화성 액체

"인화성액체"라 함은 액체(제3석유류, 제4석유류 및 동식물유류에 있어서는 1기압과 섭씨 20도에서 액상인 것에 한한다)로서 인화의 위험성이 있는 것을 말한다.

제5류 자기반응성 물질

"자기반응성물질"이라 함은 고체 또는 액체로서 폭발의 위험성 또는 가열분해의 격렬함을 판단하기 위하여 고시로 정하는 시험에서 고시로 정하는 성질과 상태를 나타내는 것을 말한다.

제6류 산화성 액체

"산화성액체"라 함은 액체로서 산화력의 잠재적인 위험성을 판단하기 위하여 고시로 정하는 시험에서 고시로 정하는 성질과 상태를 나타내는 것을 말한다.

6 화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률
(2015. 1. 1부터 시행)

제14조(화학물질의 등록신청 시 제출 자료)

제18조(유해성심사)

제19조(유해성평가 등)

제29조(화학물질의 정보제공)

① 제10조에 따라 등록된 화학물질 또는 이를 함유한 혼합물을 양도하는 자는 양수하는 자에게 해당 화학물질의 등록번호, 명칭, 유해성 및 위해성에 관한 정보, 안전사용 정보 등 환경부령으로 정하는 정보를 환경부령으로 정하는 바에 따라 작성하여 제공하여야 한다. 다만, 「산업안전보건법」 제41조에 따른 물질안전보건자료를 작성 · 제공하여야 하는 경우에는 해당 정보를 물질안전보건자료에 기록하여 제공하여야 한다.

7 화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률 시행령

제8조(화학물질 제조 등의 보고 제외 대상)

1. 시약 등 과학적 실험 · 분석 또는 화학연구를 위하여 제조 · 수입되는 화학물질
2. 연구개발용으로 제조 · 수입되는 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 화학물질
   가. 화학물질 또는 제품 등을 개발하기 위한 경우
   나. 생산공정을 개선 · 개발하기 위한 경우
   다. 사업장에서 화학물질의 적용분야를 시험하기 위한 경우
   라. 화학물질의 시범제조 또는 제품 등의 시범생산을 위한 경우
3. 비분리중간체
4. 기존화학물질 중 위해성이 매우 낮다는 충분한 정보가 알려져 있는 화학물질 등을 환경부장관이 정하여 고시한 화학물질

8 화학물질관리법
(2015. 1. 1부터 시행)

제39조(사고대비물질의 지정) 환경부장관은 화학사고 발생의 우려가 높거나 화학사고가 발생하면 피해가 클 것으로 우려되는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 화학물질 중에서 대통령령으로 정하는 바에 따라 사고대비물질을 지정 · 고시하여야 한다.

1. 인화성, 폭발성 및 반응성, 유출 · 누출 가능성 등 물리적 · 화학적 위험성이 높은 물질
2. 경구(經口) 투입, 흡입 또는 피부에 노출될 경우 급성독성이 큰 물질
3. 국제기구 및 국제협약 등에서 사람의 건강 및 환경에 위해를 미칠 수 있다고 판명된 물질
4. 그 밖에 화학사고 발생의 우려가 높아 특별한 관리가 필요하다고 인정되는 물질

제48조(화학물질 종합정보시스템 구축 · 운영)

① 환경부장관은 화학물질의 안전관리 및 화학사고 대비 · 대응 등과 관련된 정보를 수집 · 보급하기 위하여 화학물질 종합정보시스템을 구축 · 운영할 수 있다.

② 환경부장관은 제1항에 따른 화학물질 종합정보시스템에 의하여 확보된 화학물질의 안전관리 등과 관련된 정보를 대통령령으로 정하는 바에 따라 화학물질을 취급하는 자, 화학사고 대응 관계 기관 또는 국민에게 제공하여야 한다.

9 화학물질관리법 시행규칙

제9조 (취급자의 개인보호장구 착용)

법 제14조제1항제4호에서 "환경부령으로 정하는 경우"란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우를 말한다.

1. 실험실 등 실내에서 유해화학물질을 취급하는 경우
2. 유해화학물질을 다른 취급시설로 이송하는 과정에서 안전조치를 하여야 하는 경우
3. 흡입독성이 있는 유해화학물질을 취급하는 경우
4. 유해화학물질을 하역(荷役)하거나 적재(積載)하는 경우
5. 눈이나 피부 등에 자극성이 있는 유해화학물질을 취급하는 경우
6. 유해화학물질 취급시설에 대한 정비 · 보수작업을 하는 경우
7. 제1호부터 제6호까지에서 규정한 사항 외에 환경부장관이 유해화학물질의 안전관리를 위하여 필요하다고 인정하여 고시하는 경우

10 화학물질관리법 시행규칙
[별표 3](유해화학물질의 취급기준)

1. 유해화학물질의 취급 중에 음식물, 음료 등을 섭취하지 말 것
2. 유해화학물질은 식료품, 사료, 의약품, 음식과 함께 혼합 보관하거나 운반하지 말 것
3. 유해화학물질을 취급하는 경우 콘택트렌즈를 착용하지 말 것. 다만, 적절한 보안경을 착용한 경우에는 그러하지 아니하다.
4. 부식성 유해화학물질을 취급하는 장소에서 가까운 거리 내에 비상시를 대비하여 샤워시설 또는 세안시설을 갖출 것
5. 물과 반응할 수 있는 유해화학물질을 취급하는 경우에는 물과의 접촉을 피하도록 해당 물질을 관리할 것
6. 물과 반응할 수 있는 유해화학물질을 취급하는 경우에는 보관 · 저장시설 주변에 설치된 방류벽, 집수시설 및 집수조 등에 물이 괴어 있지 않도록 할 것
7. 열, 스파크, 불꽃 등의 점화원을 화재, 폭발 위험이 높은 유해화학물질로부터 제거할 것
8. 폭발 위험이 높은 유해화학물질을 취급할 때 사용되는 장비는 반드시 접지할 것. 다만, 화학사고 발생 우려가 없는 경우에는 그러하지 아니하다.
9. 화재, 폭발위험성이 높은 유해화학물질은 가연성물질과 접촉되지 않도록 할 것
10. 유해화학물질의 제조, 보관 · 저장 및 사용 장소 주변에서 흡연을 하지 말 것
11. 용접 · 용단 작업으로 인해 발생하는 불티의 비산 거리 이내에서 유해화학물질을 취급하지 말 것
12. 유해화학물질이 묻어있는 표면에 용접을 하지 말 것. 다만, 화기 작업허가 등 안전조치를 취한 경우에는 그러하지 아니하다.
13. 열, 스파크 등 점화원과 접촉시 화재, 폭발 위험이 높은 유해화학물질을 담은 용기에 용접 · 용단작업을 실시하지 말 것. 다만, 부득이 용접 · 용단작업을 실시할 경우에는 용기 내를 불활성가스로 대체하거나 중화, 세척 등으로 안전성을 확인한 이후에 실시할 수 있다.
14. 밀폐된 공간에서는 공기 중에 가연성, 폭발성 기체나 유독한 가스의 존재여부 및 산소 결핍 여부를 점검한 이후에 유해화학물질을 취급할 것

15. 종류가 다른 화학물질을 같은 보관시설 안에 보관하는 경우에는 화학물질간의 반응성을 고려하여 칸막이나 바닥의 구획선 등으로 구분하여 상호간에 필요한 간격을 둘 것
16. 폭발성 물질과 같이 불안정한 물질은 폭발 반응을 방지하는 방법으로 보관할 것
17. 유해화학물질을 취급하거나 저장 · 적재 · 입출고 중에는 내용물이 환경 중으로 유출되지 않도록 포장할 것
18. 고체 유해화학물질은 밀폐한 상태로 보관하고 액체, 기체인 경우에는 완전히 밀폐 상태로 보관할 것
19. 용기는 유해화학물질로 인한 변형 및 손상이 없는 재질이어야 하고, 유해화학물질의 성질에 따라 적당한 재질, 두께 및 구조를 갖출 것
20. 유해화학물질 보관용기는 파손 또는 부식되거나 균열이 발생하지 아니하도록 관리할 것
21. 운반 도중 파손되거나 유출 · 누출 위험이 있는 용기를 사용하지 말 것. 다만, 유해화학물질의 성질상 유리 등 파손 우려가 있는 용기를 불가피하게 사용한 경우에는 운송 시 충격에 견딜 수 있도록 하고 포장을 견고히하여 운반 도중 파손되지 않도록 하여야 한다.
22. 뚜껑을 포함하여 용기의 재질이 유해화학물질과 반응을 일으키지 않도록 할 것
23. 용기는 온도, 압력, 습도와 같은 대기 조건에 영향을 받지 않도록 할 것
24. 용기는 취급자가 사용 후 다시 잠글 수 있는 밀봉 뚜껑을 갖출 것
25. 유해화학물질을 하역하는 동안 차량 안 또는 주변에서 담배를 피우지 말 것
26. 유해화학물질이 음식물이나 가축사료와 접촉하지 않도록 할 것
27. 유해화학물질을 다른 인화성 물질 또는 가연성 물질과 함께 운반하지 않도록 할 것
28. 차량을 이용하여 유해화학물질을 운반할 때에는 규정된 제한속도를 준수할 것
29. 버스, 철도, 지하철 등 대중 교통수단을 이용하여 유해화학물질을 운반하지 말 것
30. 유해화학물질을 일반 우편으로 보내지 말 것
31. 차량의 운전석이나 승객이 타는 자리 옆에 유해화학물질을 두지 말고 반드시 지정된 화물칸으로 이송하고 화물칸은 덮개를 덮을 것
32. 유해화학물질을 이송할 때에는 화학물질의 증기, 가스가 대기 중으로 누출되지 않도록 할 것

33. 앞서 저장한 화학물질과 상이한 유해화학물질을 저장하는 경우에는 미리 탱크로리, 저장탱크 내부를 깨끗이 청소하고 폐액은 「폐기물관리법」에 따라 처리할 것
34. 유해화학물질을 운반하는 도중에 발생할 우려가 있는 화재, 폭발, 유출 · 누출에 대한 위험방지 조치를 할 것
35. 고체 유해화학물질을 이송 시에는 비산하는 분진이 없도록 할 것
36. 고체 유해화학물질을 호퍼나 컨베이어, 용기 등에 낙하시킬 때에는 낙하거리가 최소화될 수 있도록 할 것. 이 경우 고체 유해화학물질의 낙하로 인해 분진이 발생하는 때에는 분진을 포집하기 위한 분진 포집 시설을 설치하여야 한다.
37. 고체 유해화학물질을 용기에 담아 이동할 때에는 용기 높이의 90% 이상을 담지 않도록 할 것
38. 인화성을 지닌 유해화학물질은 그 물질이 반응하지 않는 액체나 공기 분위기에서 취급할 것
39. 인화성을 지닌 유해화학물질은 자기발열성 및 자기반응성물질과 함께 보관하거나 운반하지 말 것
40. 유해화학물질을 계량하고 공정에 투입할 때 증기가 발생하는 경우에는 해당 증기를 포집하기 위한 국소배기장치를 설치할 것
41. 용기에 들어 있는 유해화학물질을 공정에 모두 투입한 경우에는 용기에서 증기 등이 발생하지 않도록 밀봉하여 두거나 국소배기장치가 설치된 곳에 둘 것
42. 유해화학물질이 발생하는 반응, 추출, 교반, 혼합, 분쇄, 선별, 여가, 탈수, 건조 등의 공정은 밀폐 또는 격리된 상태로 이루어지도록 할 것
43. 유해화학물질이 유출된 경우에는 유출된 유해화학물질이 넓은 지역으로 퍼지지 않도록 차단하는 조치를 할 것
44. 유해화학물질이 유출 · 누출된 경우에는 다른 사람과 차량의 접근을 통제할 것
45. 유해화학물질을 사용하고 남은 빈 용기는 「폐기물관리법」에 따라 처리할 것
46. 유해화학물질을 취급하는 경우 법 제14조 제2항에 따른 개인보호장구를 착용할 것

※ 비고: 위 기준 외에 유해화학물질별 구체적인 취급기준은 화학물질안전원장이 관계 기관의 장과 협의하여 고시한다.

부록 2 GHS 시스템에서 사용되는 용어의 정의 및 약어

용어의 순서는 영문 명칭 기준 A,B,C 순으로 한다.

흡인(Aspiration)

액체 또는 고체 화학제품이 구강 또는 비강을 통해 직접적으로 또는 구토를 통해 간접적으로 기관(氣管) 또는 하부 호흡계로 유입되는 것

BOD/COD(Biochemical oxygen demand/chemical oxygen demand)

생물학적 산소 요구량/화학적 산소 요구량

발암물질(Carcinogen)

암을 일으키거나 암 발생을 증가시키는 화학물질 또는 화학물질의 혼합물

CAS(Chemical Abstract Service)

화학물질 요약 서비스

화학적 동질성(Chemical identity)

화학물질을 정확히 확인할 수 있는 이름. IUPAC, CAS 또는 전문명칭의 명명체계에 따른 화학물질의 명칭

압축가스(Compressed gas)

-50℃에서 완전히 가스 상태인 압력가스(임계온도가 -50℃이하인 모든 가스를 포함함)

접촉과민성 물질(Contact sensitizer)

피부접촉 후 알레르기 반응을 일으키는 물질. 피부과민성물질과 같은 의미임

금속부식성 물질(Corrosive to metal)

화학반응에 의하여 금속을 실질적으로 손상(심지어는 파괴까지도)시키는 물질 또는 혼합물

임계온도(Critical Temperature)

압축과 상관없이, 순수한 기체가 액화될 수 없는 한계온도

피부부식(Dermal Corrosion)

skin corrosion을 참조할 것

피부자극(Dermal irritation)

skin irritation을 참조할 것

용해가스(Dissolved gas)

가압에 의해 액상 용매에 용해되어 있는 가스

분진(Dust)

단일 물질 또는 혼합물 형태로서 가스(통상 공기) 중에 분산된 고체 입자

EC_{50}(Effective concentration)

대상 생물의 50%에 측정 가능할 정도의 유해한 영향을 주는 물질의 유효농도

EU(European Union)

유럽연합

폭발성완제품(Explosive article)

하나 이상의 폭발성 물질을 포함하는 완제품

폭발성 물질(Explosive substance)

그 자체로 화학반응에 의해 가스(상당한 온도와 압력에서 빠른 속도로 주위에 손상을 일으킬 수 있는)를 생성하는 고체, 액체물질 또는 이러한 물질의 혼합물. 화공물질(pyrotechnic substance)은 비록 가스를 발생하지 않을지라도 폭발성 물질에 포함된다.

눈 자극(Eye irritation)

눈의 앞 표면에 시험물질을 처리한 후 나타나는 눈의 변형, 21일 이내에 완전히 회복

인화성가스(Flammable gas)

20℃ 1기압에서 가스 상태인 물질로, 연소범위(flammable range)를 가지는 가스

인화성액체(Flammable liquid)

인화점이 93℃ 이하인 액체

인화성고체(Flammable solid)

쉽게 연소되거나, 마찰을 통해 불꽃이 발생하는 고체

인화점(Flash point)

특정 시험조건 하에서 물질이 가연성 증기를 형성하여, 점화원이 가해졌을 때 인화할 수 있는 최저온도

가스(Gas)

50℃에서 증기압이 300kPa을 초과하는 물질 또는 20℃ 표준압력(101.3kPa)에서 가스 상태인 물질

GHS(Globally harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals)

화학물질의 분류 · 표지에 관한 세계조화시스템

유해 · 위험성 구분(Hazard category)

각 유해 · 위험성 급(hazard class) 안의 분할된 기준

유해 · 위험성 급(Hazard class)

물리적 위험성, 건강 유해성 및 환경 유해성의 고유한 성질(예, 가연성고체, 발암성물질, 급성독성물질)

유해 · 위험 문구(Hazard statement)

유해 · 위험성 분류 및 구분에 따라 정해진 문구로서, 적절한 유해정도를 포함하여 유해 제품의 고유한 유해성을 나타내는 문구

ILO(International Labour Organization)

국제노동기구

초기끓는점(Initial boiling point)

액체의 증기압이 표준압력(101.3kPa)과 같아지는 온도

IPCS(International Programme on Chemical Safety)

국제화학물질안전계획

ISO(International Standards Organization)

국제표준화기구

IUPAC(International Union of Pure and Applied Chemistry)

국제 순수 및 응용화학 연합

표지(Label)

유해제품에 관한 적절한 문자, 인쇄 또는 그래픽 정보요소를 관련된 대상 분야에 맞게 선택한 것으로, 표지는 컨테이너, 유해제품 또는 유해제품의 포장용기에 고정, 인쇄 또는 부착됨

표지요소(Label element)

표지에 사용되는 조화된 정보형태(예, 그림문자, 신호어)

LC_{50}(50% lethal concentration)

반수치사농도로, 실험동물의 50%를 치사시키는 화학물질의 공기 중 또는 수중 농도

LD_{50}(50% lethal dose)

반수치사용량으로, 실험동물의 50%를 치사시키는 화학물질의 양

액화가스(Liquefied gas)

−50℃를 초과하는 온도에서 부분적으로 액체상태인 압력가스

(i) High pressure Liquefied gas(고압액화가스): 임계온도가 −50℃와 +65℃ 사이

(ii) Low pressure Liquefied gas(저압액화가스): 임계온도가 +65℃ 초과

액체(Liquid)

50℃에서 증기압이 300 kPa(3bar) 이하이고, 20℃ 표준압력(101.3kPa)에서 완전히 가스 상태가 아니며, 표준압력(101.3kPa)에서 녹는점(또는 초기녹는점)이 20℃ 이하인 물질

미스트(Mist)

가스(통상 공기) 중에 분산된 단일 물질 또는 혼합물의 액체 미립자

혼합물(Mixture)

서로 반응하지 않은 둘 또는 그 이상의 화학물질로 이루어진 혼합물 또는 용액

MSDS(Material Safety Data Sheet)

물질안전보건자료

변이원성물질(Mutagen)

세포 또는 유기체 집단에 돌연변이를 발생 또는 증가시키는 작용제

돌연변이(Mutation)

세포내 유전물질의 양 또는 구조에 있어서 영구적인 변화

NGO(Non-governmental organization)

비정부기구(민간기구)

OECD(Organization for Economic Cooperation and Development)

경제개발협력기구

유기과산화물(Organic peroxide)

2가의 -O-O- 구조를 포함하는 액체물질, 고체물질 또는 이들의 혼합물로서, 과산화수소의 수소원자 1개 또는 2개가 유기라디칼로 대체된 과산화수소 유도체로 간주될 수 있음

산화성가스(Oxidizing gas)

일반적으로 산소를 공급함으로써, 다른 물질을 공기보다 더 잘 연소시키는 가스

산화성액체(Oxidizing liquid)

그 자체로 가연성이 아닌 경우로, 일반적으로 산소를 발생하여 다른 물질을 연소시키는 액체

산화성고체(Oxidizing solid)

그 자체로 가연성이 아닌 경우로, 일반적으로 산소를 발생하여 다른 물질을 연소시키는 고체

그림문자(Pictogram)

하나의 그래픽조합으로, 심벌에 다른 그래픽 구성요소(테두리선, 배경무늬 또는 색깔)를 더한 것을 의미함

발화성액체(Pyrophoric liquid)

비록 적은 양 일지라도, 공기와 접촉 후 5분 이내에 발화될 수 있는 액체

발화성고체(Pyrophoric solid)

비록 적은 양 일지라도, 공기와 접촉 후 5분 이내에 발화될 수 있는 고체

화공품(Pyrotechnic article)

하나 이상의 화공물질 또는 혼합물을 포함하는 제품

화공물질(Pyrotechnic substance)

열, 빛, 소리, 가스, 연기 또는 이러한 것들의 조합(자발적으로 계속되는 비폭발성 발열반응의 결과로)이 발생하도록 만들어진 물질 또는 이러한 물질의 혼합물

가연용이성고체(Readily combustible solids)

파우더, 과립 또는 페이스트 형태로 된 물질로, 만약 점화원과 접촉하면 즉시 발화되고, 불꽃이 빠르게 퍼져서 위험한 물질임

냉동액화가스(Refrigerated liquefied gas)

낮은 온도 때문에, 부분적으로 액체상태인 압력가스

호흡과민성물질(Respiratory sensitizer)

흡입 후 호흡기도에 과민성을 일으키는 물질

자기가속분해온도(Self-Accelerating Decomposition Temperature, SADT)

포장된 물질에서 자기가속분해가 발생하는 최저온도

자기발열성물질(Self-heating substance)

에너지 공급 없이 공기와 반응하여, 스스로 열을 내는 고체물질 또는 액체물질(자연발화성 물질은 제외). 이러한 물질은 단지 많은 양(kg)으로 장시간(시간 또는 일) 노출 시에 발화되기 때문에, 자연발화성 액체 또는 고체와 다름

자기반응성물질(Self-reactive substance)

비록 산소의 관여가 없더라도 강한 발열 분해과정을 겪기 쉬운, 열역학적으로 불안정한 액체, 고체 또는 혼합물(폭발성 물질, 유기과산화물 또는 산화성 물질은 제외)

심한 눈 손상(Serious eye damage)

심한 물리적인 시력감퇴와 같은, 눈의 앞 표면에 시험물질을 처리한 후 나타나는, 눈 조직의 손상

신호어(Signal word)

표지에 유해성 정도(심각성)를 나타내고, 표지를 읽는 사람에게 잠재적 유해성을 경고하는데 사용되는 단어. GHS에서 사용되는 신호어는 "위험(Danger)" 및 "경고(Warning)"임

피부부식(Skin corrosion)

시험물질을 4시간 동안 처리한 후 나타나는 피부의 비가역적인 손상

피부자극(Skin irritation)

시험물질을 4시간 동안 처리한 후 나타나는 피부의 가역적인 손상

피부과민성물질(Skin sensitizer)

피부 접촉 후 알레르기 반응을 일으키는 물질. 피부과민성물질과 접촉과민성물질은 같은 뜻임

고체(Solid)

액체 또는 가스의 정의에 부합되지 않는 물질 또는 혼합물

물질(Substance)

자연 상태에서 또는 생산 공정을 통하여 얻어진 화학원소 및 그들의 화합물. 제품의 안전성을 보전하기 위해 필요한 첨가제 및 사용된 공정상에서 발생한 불순물은 포함. 화학물질의 안전성 또는 조성의 변화 없이 분리될 수 있는 용제는 제외

물반응성물질(Substances which, in contact with water, emit flammable gases)

물과 상호작용에 의해 자발적으로 가연성이 되거나 또는 위험한 정도의 양으로 인화성가스를 방출하는 고체물질, 액체물질 또는 이들 물질의 혼합물

표지추가요소(Supplemental label element)

GHS하에서 요구되거나, 명시되지 않은 추가적인 비 표준화된 정보. 관할관청이 추가정보를 요구하거나, 제조업자/유통업자가 스스로 추가정보를 제공할 수 있음

심벌(Symbol)

간명하게 정보를 전달하기 위한 그래픽 구성요소

전문명(Technical name)

상업, 규정 및 법전에서 일반적으로 사용되고 과학학회에서 인정되는 이름으로, IUPAC명 또는 CAS명 이외의 화학물질명칭. 예로, 복합혼합물(석유분류 또는 천연제품), 농약(ISO 또는 ANSI System), 염료(Colour Index System) 및 미네랄 등

UNCETDG/GHS

(United Nations Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods and on the Globally harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals)

유엔 위험물의 운송 및 화학물질의 분류 · 표지에 관한 세계조화시스템 전문가 위원회

UN(United Nations)

국제연합, 유엔

UNEP(United Nations Environment Programme)

유엔환경계획

증기(Vapour)

액체 또는 고체 상태로부터 방출되는 가스상의 단일 물질 또는 혼합물

WHO(World Health Organization)

세계보건기구

부록 3 GHS 유해·위험 및 예방조치 문구(코드) 종합

(고용노동부 고시 제2013-37호)

1 유해 · 위험성 문구

(1) 물리적 위험성

코드	문구
H200	불안정한 폭발성
H201	폭발성: 대폭발 위험
H202	폭발성: 심한 분출 위험
H203	폭발성: 화재, 폭풍 또는 분출 위험
H204	화재 또는 분출 위험
H205	화재시 대폭발할 수 있음
H220	극인화성 가스
H221	인화성 가스
H222	극인화성 에어로졸
H223	인화성 에어로졸
H224	극인화성 액체 및 증기
H225	고인화성 액체 및 증기
H226	인화성 액체 및 증기
H228	인화성 고체
H240	가열하면 폭발할 수 있음

코드	문구
H241	가열하면 화재 또는 폭발할 수 있음
H242	가열하면 화재를 일으킬 수 있음
H250	공기에 노출되면 스스로 발화함
H251	자기발열성: 화재를 일으킬 수 있음
H252	대량으로 존재 시 자기발열성: 화재를 일으킬 수 있음
H260	물과 접촉 시 자연발화 가능한 인화성 가스를 발생시킴
H261	물과 접촉 시 인화성 가스를 발생시킴
H270	화재를 일으키거나 강렬하게 함: 산화제
H271	화재 또는 폭발을 일으킬 수 있음: 강산화제
H272	화재를 강렬하게 함: 산화제
H280	고압가스 포함: 가열하면 폭발할 수 있음
H281	냉동가스 포함: 극저온에 의한 화상 또는 손상을 일으킬 수 있음
H290	금속을 부식시킬 수 있음

(2) 건강 유해성

코드	문구
H300	삼키면 치명적임
H301	삼키면 유독함
H302	삼키면 유해함
H304	삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음
H305	삼켜서 기도로 유입되면 유해할 수 있음
H310	피부와 접촉하면 치명적임
H311	피부와 접촉하면 유독함
H312	피부와 접촉하면 유해함
H314	피부에 심한 화상과 눈에 손상을 일으킴
H315	피부에 자극을 일으킴
H317	알레르기성 피부 반응을 일으킬 수 있음
H318	눈에 심한 손상을 일으킴

코드	문구
H319	눈에 심한 자극을 일으킴
H330	흡입하면 치명적임
H331	흡입하면 유독함
H332	흡입하면 유해함
H334	흡입시 알레르기성 반응, 천식 또는 호흡 곤란을 일으킬 수 있음
H335	호흡기계 자극을 일으킬 수 있음
H336	졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음
H340	유전적인 결함을 일으킬 수 있음
H341	유전적인 결함을 일으킬 것으로 의심됨
H350	암을 일으킬 수 있음
H351	암을 일으킬 것으로 의심됨
H360	태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음
H361	태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 것으로 의심됨
H362	모유를 먹는 아이에게 유해할 수 있음
H370	신체 중(...)에 손상을 일으킴
H371	신체 중(...)에 손상을 일으킬 수 있음
H372	장기간 또는 반복노출 되면 신체 중(...)에 손상을 일으킴
H373	장기간 또는 반복노출 되면 신체 중(...)에 손상을 일으킬 수 있음

(3) 환경 유해성

코드	문구
H400	수생생물에 매우 유독함
H410	장기적인 영향에 의해 수생생물에게 매우 유독함
H411	장기적인 영향에 의해 수생생물에게 유독함
H412	장기적인 영향에 의해 수생생물에게 유해함
H413	수생생물에게 장기적인 유해한 영향을 일으킬 수 있음

2 예방조치 문구

(1) 예방

코드	예방조치 문구
P201	사용 전 취급 설명서를 확보하시오.
P202	모든 안전 예방조치 문구를 읽고 이해하기 전에는 취급하지 마시오.
P210	열·스파크·화염·고열로부터 멀리하시오 - 금연
P211	화기 또는 다른 점화원에 분사하지 마시오.
P220	의복 (...) 가연성 물질로부터 격리·보관하시오.
P221	가연성 물질 (...)과(와) 혼합되지 않도록 조치하시오.
P222	공기에 접촉시키지 마시오.
P223	격렬한 반응 및 화재의 가능성이 있으므로 물과 접촉하지 않게 하시오.
P230	(...)(으)로 젖은 상태를 유지하시오.
P231	불활성 기체 하에서 취급하시오.
P232	습기를 방지하시오.
P233	용기를 단단히 밀폐하시오.
P234	원래의 용기에만 보관하시오.
P235	저온으로 유지하시오.
P240	용기와 수용설비를 접합시키거나 접지하시오.
P241	폭발 방지용 전기·환기·조명·(...)·장비를 사용하시오.
P242	스파크가 발생하지 않는 도구만을 사용하시오.
P243	정전기 방지 조치를 취하시오.
P244	감압 밸브에 그리스와 오일이 묻지 않도록 하시오.
P250	연마·충격·(...)·마찰을 피하시오.
P251	압력용기: 사용 후에도 구멍을 뚫거나 태우지 마시오.
P260	(분진·흄·가스·미스트·증기·스프레이)를(을) 흡입하지 마시오.
P261	(분진·흄·가스·미스트·증기·스프레이)의 흡입을 피하시오.
P262	눈, 피부, 의복에 묻지 않도록 하시오.
P263	임신·수유 기간에는 접촉하지 마시오.

코드	예방조치 문구
P264	취급 후에는 취급 부위를 철저히 씻으시오.
P270	이 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연하지 마시오.
P271	옥외 또는 환기가 잘 되는 곳에서만 취급하시오.
P272	작업장 밖으로 오염된 의복을 반출하지 마시오.
P273	환경으로 배출하지 마시오.
P280	(보호장갑·보호의·보안경·안면보호구)를(을) 착용하시오.
P281	적절한 개인 보호구를 착용하시오.
P282	(방한장갑·안면 보호구·보안경)을(를) 착용하시오.
P283	방화·방염복을 입으시오
P284	호흡기 보호구를 착용하시오.
P285	환기가 잘 되지 않는 곳에서는 호흡기 보호구를 착용하시오.
P231+P232	불활성 기체 하에서 취급하고, 습기를 방지하시오.
P235+P410	저온으로 유지하고 직사광선을 피하시오.

(2) 대응

코드	예방조치 문구
P301	삼켰다면
P302	피부에 묻으면
P303	피부(또는 머리카락)에 묻으면
P304	흡입하면
P305	눈에 들어가면
P306	의복에 묻으면
P307	노출되면
P308	노출되거나 노출이 우려되면
P309	노출되거나 불편함을 느끼면
P310	즉시 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.
P311	의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.
P312	불편함을 느끼면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.

코드	예방조치 문구
P313	의학적인 조치·조언을 구하시오.
P314	불편함을 느끼면 의학적인 조치·조언을 구하시오.
P315	즉시 의학적인 조치·조언을 받으시오.
P320	긴급히(...) 처치를 하시오.
P321	(...) 처치를 하시오.
P322	(...) 조치를 하시오.
P330	입을 씻어내시오.
P331	토하게 하지 마시오.
P332	피부 자극이 생기면
P333	피부자극 또는 홍반이 나타나면
P334	차가운 물에 담그거나 젖은 붕대로 감싸시오.
P335	피부에 묻은 물질을 털어내시오.
P336	미지근한 물로 언 부분을 녹이시오. 손상된 부위를 문지르지 마시오.
P337	눈에 자극이 지속되면
P338	가능하면 콘택트렌즈를 제거하시오. 계속 씻으시오.
P340	신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 호흡하기 쉬운 자세로 안정을 취하시오.
P341	호흡이 어려워지면 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 호흡하기 쉬운 자세로 안정을 취하시오.
P342	호흡기 증상이 나타나면
P350	다량의 비누와 물로 부드럽게 씻어내시오.
P351	몇 분간 물로 조심해서 씻으시오.
P352	다량의 비누와 물로 씻으시오.
P353	피부를 물로 씻으시오/샤워하시오.
P360	의복를 벗기 전에 오염된 의복 및 피부를 다량의 물로 즉시 씻어내시오.
P361	오염된 모든 의복은 벗거나 제거하시오.
P362	오염된 의복은 벗고 다시 사용 전 세탁하시오.
P363	다시 사용전 오염된 의복은 세척하시오.
P370	화재 시

코드	예방조치 문구
P371	대형 화재 시
P372	화재 시 폭발 위험성이 있음.
P373	화염이 폭발성 물질에 도달하면 불을 끄려 하지 마시오.
P374	적절한 거리에서 주의해서 불을 끄시오.
P375	폭발의 위험이 있으므로 거리를 유지하면서 불을 끄시오.
P376	안전하게 처리하는 것이 가능하면 누출을 막으시오.
P377	누출성 가스 화재 시 누출을 안전하게 막을 수 없다면 불을 끄려하지 마시오.
P378	불을 끄기 위해(...)을(를) 사용하시오.
P380	주변 지역의 사람을 대피시키시오.
P381	안전하게 처리하는 것이 가능하면 모든 점화원을 제거하시오.
P390	물질손상을 방지하기 위해 누출물을 흡수시키시오.
P391	누출물을 모으시오.
P301+P310	삼켰다면 즉시 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.
P301+P312	삼켜서 불편함을 느끼면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.
P301+P330+P331	삼켰다면 입을 씻어내시오. 토하게 하려 하지 마시오.
P302+P334	피부에 묻으면 차가운 물에 담그거나 젖은 붕대로 감싸시오.
P302+P350	피부에 묻으면 다량의 비누와 물로 부드럽게 씻어내시오.
P302+P352	피부에 묻으면 다량의 비누와 물로 씻으시오.
P303+P361+P353	피부(또는 머리카락)에 묻으면 오염된 모든 의복은 벗거나 제거하시오. 피부를 물로 씻으시오/샤워하시오 .
P304+P312	흡입하여 불편함을 느끼면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.
P304+P340	흡입하면 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 호흡하기 쉬운 자세로 안정을 취하시오.
P304+P341	흡입하여 호흡이 어려워지면 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 호흡하기 쉬운 자세로 안정을 취하시오.
P305+P351+P338	눈에 묻으면 몇 분간 물로 조심해서 씻으시오. 가능하면 콘택트렌즈를 제거하시오. 계속 씻으시오.
P306+P360	의복에 묻으면 의복을 벗기 전에 오염된 의복 및 피부를 다량의 물로 즉시 씻어내시오.

코드	예방조치 문구
P307+P311	노출되면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.
P308+P313	노출되거나 노출이 우려되면 의학적인 조치·조언을 구하시오.
P309+P311	노출되거나 불편함을 느끼면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.
P332+P313	피부 자극이 생기면 의학적인 조치·조언을 구하시오.
P333+P313	피부자극성 또는 홍반이 나타나면 의학적인 조치·조언을 구하시오.
P335+P334	피부에 묻은 물질을 털어내고, 차가운 물에 담그거나 젖은 붕대로 감싸시오.
P337+P313	눈에 자극이 지속되면 의학적인 조치·조언을 구하시오.
P342+P311	호흡기 증상이 나타나면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.
P370+P376	화재 시 안전하게 처리하는 것이 가능하면 누출을 막으시오.
P370+P378	화재 시 불을 끄기 위해(...)을(를) 사용하시오.
P370+P380	화재 시 주변 지역의 사람을 대피시키시오.
P370+P380+P375	화재 시 폭발의 위험이 있으므로, 주변 지역의 사람을 대피시키고 거리를 유지하면서 불을 끄시오.
P371+P380+P375	대형 화재 시 폭발의 위험이 있으므로, 주변 지역의 사람을 대피시키고 거리를 유지하면서 불을 끄시오.

(3) 저장

코드	예방조치 문구
P401	(관련 법규에 명시된 내용에 따라) 적절히 보관하시오.
P402	건조한 장소에 보관하시오.
P403	환기가 잘 되는 곳에 보관하시오.
P404	밀폐된 용기에 보관하시오.
P405	잠금장치가 있는 저장장소에 저장하시오.
P406	금속부식성 물질이므로(제조자 또는 행정관청에서 정한) 내부식성 용기에 보관하시오.
P407	적하물 사이에는 간격을 유지하시오.
P410	직사광선을 피하시오.

코드	예방조치 문구
P411	반응성이 높은 물질이므로 보관 시(...)℃를 넘지 않도록 유의하시오.
P412	50℃ 이상의 온도에 노출시키지 마시오.
P413	반응성이 높은 물질이므로(...)kg 이상으로 보관중일 때는(...)℃를 넘지 않도록 유의하시오.
P420	다른 물질과 격리하여 보관하시오.
P422	적절한(...)을(를) 충진하여 보관하시오.
P402+P404	건조한 장소에 보관하시오. 밀폐된 용기에 보관하시오.
P403+P233	용기는 환기가 잘 되는 곳에 단단히 밀폐하여 저장하시오.
P403+P235	환기가 잘 되는 곳에 보관하고 저온으로 유지하시오
P410+P403	직사광선을 피하고 환기가 잘 되는 곳에 보관하시오.
P410+P412	직사광선을 피하고 50℃ 이상의 온도에 노출시키지 마시오.
P411+P235	반응성이 높은 물질이므로 보관 시(...)℃를 넘지 않도록 유의하시오. 저온으로 유지하시오.

(4) 폐기

코드	예방조치 문구
P501	(관련 법규에 명시된 내용에 따라) 내용물과 용기를 폐기하시오

부록 4 물질안전보건자료(GHS/MSDS)의 작성 항목 및 기재 사항

출처: 고용노동부 고시 제2013-37호 제10조 제1항 관련

■ **화학제품과 회사에 관한 정보**

가. 제품명(경고표지 상에 사용되는 것과 동일한 명칭 또는 분류코드를 기재한다):

나. 제품의 권고 용도와 사용상의 제한:

다. 공급자 정보(제조자, 수입자, 유통업자 관계없이 해당 제품의 공급 및 물질안전보건자료 작성을 책임지는 회사의 정보를 기재하되, 수입품의 경우 문의사항 발생 또는 긴급 시 연락 가능한 국내 공급자 정보를 기재):

- ㅇ 회사명
- ㅇ 주소
- ㅇ 긴급전화번호

■ **유해 · 위험성**

가. 유해 · 위험성 분류

나. 예방조치 문구를 포함한 경고 표지 항목 (별도 자료 참조)

- ㅇ 그림문자
- ㅇ 신호어
- ㅇ 유해 · 위험 문구
- ㅇ 예방조치 문구

다. 유해 · 위험성 분류기준에 포함되지 않는 기타 유해 · 위험성(예: 분진폭발 위험성):

■ **구성성분의 명칭 및 함유량**

화학물질명 관용명 및 이명(異名) CAS번호 또는 식별번호 함유량 (%)

MSDS를 작성함에 있어서 영업비밀로서의 보호가치가 있다고 인정되는 경우에는 해당 정보는 기재하지 않을 수 있다.

■ **응급조치 요령**

가. 눈에 들어갔을 때:

나. 피부에 접촉했을 때:

다. 흡입했을 때:

라. 먹었을 때:

마. 기타 의사의 주의사항:

■ **폭발 · 화재 시 대처방법**

가. 적절한 (및 부적절한) 소화제:

나. 화학물질로부터 생기는 특정 유해성(예: 연소 시 발생 유해물질):

다. 화재 진압 시 착용할 보호구 및 예방조치:

■ **누출 사고 시 대처방법**

가. 인체를 보호하기 위해 필요한 조치 사항 및 보호구:

나. 환경을 보호하기 위해 필요한 조치사항:

다. 정화 또는 제거 방법:

■ **취급 및 저장방법**

가. 안전취급요령:

나. 안전한 저장 방법(피해야 할 조건을 포함함):

■ **노출방지 및 개인보호구**

가. 화학물질의 노출기준, 생물학적 노출기준 등:

나. 적절한 공학적 관리:

다. 개인 보호구

ㅇ 호흡기 보호:

- 눈 보호:
- 손 보호:
- 신체 보호:

■ **물리화학적 특성**

가. 외관(물리적 상태, 색 등):
나. 냄새:
다. 냄새 역치:
라. pH:
마. 녹는점/어는점:
바. 초기 끓는점과 끓는점 범위:
사. 인화점:
아. 증발 속도
자. 인화성(고체, 기체)
차. 인화 또는 폭발 범위의 상한/하한
카. 증기압:
타. 용해도:
파. 증기밀도:
하. 비중:
거. n-옥탄올/물 분배계수:
너. 자연발화 온도:
더. 분해 온도:
러. 점도:
머. 분자량

■ **안정성 및 반응성**

가. 화학적 안정성 및 유해 반응의 가능성:
나. 피해야 할 조건(정전기 방전, 충격, 진동 등):
다. 피해야 할 물질:
라. 분해 시 생성되는 유해물질:

■ **독성에 관한 정보**

가. 가능성이 높은 노출 경로에 관한 정보

나. 건강 유해성 정보

- ㅇ 급성 독성(노출 가능한 모든 경로에 대해 기재):
- ㅇ 피부 부식성 또는 자극성:
- ㅇ 심한 눈 손상 또는 자극성:
- ㅇ 호흡기 과민성:
- ㅇ 피부 과민성:
- ㅇ 발암성:
- ㅇ 생식세포 변이원성:
- ㅇ 생식독성:
- ㅇ 특정 표적장기 독성 (1회 노출):
- ㅇ 특정 표적장기 독성 (반복 노출):
- ㅇ 흡인 유해성:

※ 가. 항 및 나. 항을 합쳐서 노출 경로와 건강 유해성 정보를 함께 기재할 수 있음

■ **환경에 미치는 영향**

가. 생태독성:

나. 잔류성 및 분해성:

다. 생물 농축성:

라. 토양 이동성:

마. 기타 유해 영향:

■ **폐기 시 주의사항**

가. 폐기방법:

나. 폐기 시 주의사항(오염된 용기 및 포장의 폐기 방법을 포함함):

■ **운송에 필요한 정보**

가. 유엔 번호:

나. 유엔 적정 선적 명:

다. 운송에서의 위험성 등급:

라. 용기등급(해당하는 경우):
마. 해양오염물질(해당 또는 비 해당으로 표기):
바. 사용자가 운송 또는 운송 수단에 관련해 알 필요가 있거나 필요한 특별한 안전 대책:

■ **법적 규제현황**

가. 산업안전보건법에 의한 규제:
나. 유해화학물질관리법에 의한 규제:
다. 위험물안전관리법에 의한 규제:
라. 폐기물관리법에 의한 규제:
마. 기타 국내 및 외국법에 의한 규제:

■ **그 밖의 참고사항**

가. 자료의 출처:
나. 최초 작성일자:
다. 개정 횟수 및 최종 개정일자:
라. 기타:

부록 5 GHS/MSDS 예시(벤젠)

출처: KOSHA

고용노동부 Ministry of Employment and Labor

물질안전보건자료
(Material Safety Data Sheet)

산업재해예방 안전보건공단

물질명	CAS No.	KE No.	UN No.	EU No.
벤젠	71-43-2	KE-02150	1114	200-753-7

1. 화학제품과 회사에 관한 정보

가. 제품명 벤젠

나. 제품의 권고 용도와 사용상의 제한

제품의 권고 용도 고분자, 세제, 농약, 염료, 플라스틱, 수지 등 공업용 화학물질의 제조 왁스, 수지, 오일, 천연 고무 등의 용제

제품의 사용상의 제한 가솔린 첨가제

다. 공급자 정보(수입품의 경우 긴급 연락 가능한 국내 공급자 정보 기재)

회사명 자료없음

주소 자료없음

긴급전화번호 자료없음

2. 유해성·위험성

가.유해성·위험성 분류

인화성 액체 : 구분2

급성 독성(경구) : 구분4

피부 부식성/피부 자극성 : 구분2

심한 눈 손상성/눈 자극성 : 구분2

발암성 : 구분1A

생식세포 변이원성 : 구분1B

특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분1

특정표적장기 독성(1회 노출) : 구분3(마취작용)

특정표적장기 독성(반복 노출) : 구분1

흡인 유해성 : 구분1

만성 수생환경 유해성 : 구분3

나. 예방조치문구를 포함한 경고표지 항목

그림문자

신호어	위험
유해·위험문구	H225 고인화성 액체 및 증기
	H302 삼키면 유해함
	H304 삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음
	H315 피부에 자극을 일으킴
	H319 눈에 심한 자극을 일으킴
	H336 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음
	H340 유전적인 결함을 일으킬 수 있음
	H350 암을 일으킬 수 있음
	H370 신체 중 (...)에 손상을 일으킴
유해·위험문구	H372 장기간 또는 반복노출 되면 신체 중 (...)에 손상을 일으킴
	H412 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 유해함
예방조치문구	
예방	P201 사용 전 취급 설명서를 확보하시오.
	P202 모든 안전 예방조치 문구를 읽고 이해하기 전에는 취급하지 마시오.
	P210 열·스파크·화염·고열로부터 멀리하시오 - 금연
	P233 용기를 단단히 밀폐하시오.
	P240 용기와 수용설비를 접합시키거나 접지하시오.
	P241 폭발 방지용 전기·환기·조명·(...)·장비를 사용하시오.
	P242 스파크가 발생하지 않는 도구만을 사용하시오.
	P243 정전기 방지 조치를 취하시오.
	P260 (분진·흄·가스·미스트·증기·스프레이)를(을) 흡입하지 마시오.
	P261 (분진·흄·가스·미스트·증기·스프레이)의 흡입을 피하시오.
	P264 취급 후에는 취급 부위를 철저히 씻으시오.
	P270 이 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연하지 마시오.
	P271 옥외 또는 환기가 잘 되는 곳에서만 취급하시오.
	P273 환경으로 배출하지 마시오.
	P280 (보호장갑·보호의·보안경·안면보호구)를(을) 착용하시오.
	P281 적절한 개인 보호구를 착용하시오.
대응	P301+P310 삼켰다면 즉시 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.
	P301+P312 삼켜서 불편함을 느끼면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.
	P302+P352 피부에 묻으면 다량의 비누와 물로 씻으시오.
	P303+P361+P353 피부(또는 머리카락)에 묻으면 오염된 모든 의복은 벗거나 제거하시오. 피부를 물로 씻으시오/샤워하시오 .
	P304+P340 흡입하면 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 호흡하기 쉬운 자세로 안정을 취하시오.
	P305+P351+P338 눈에 묻으면 몇 분간 물로 조심해서 씻으시오. 가능하면 콘택트렌즈를 제거하시오. 계속 씻으시오.
	P307+P311 노출되면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.
	P308+P313 노출되거나 노출이 우려되면 의학적인 조치·조언을 구하시오.
	P312 불편함을 느끼면 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.
	P314 불편함을 느끼면 의학적인 조치·조언을 구하시오.
	P321 (…) 처치를 하시오.
	P330 입을 씻어내시오.
	P331 토하게 하지 마시오.
	P332+P313 피부 자극이 생기면 의학적인 조치·조언을 구하시오.

	P337+P313 눈에 자극이 지속되면 의학적인 조치·조언을 구하시오.
	P362 오염된 의복은 벗고 다시 사용 전 세탁하시오.
	P370+P378 화재 시 불을 끄기 위해 (…) 을(를) 사용하시오.
저장	P403+P233 용기는 환기가 잘 되는 곳에 단단히 밀폐하여 저장하시오.
	P403+P235 환기가 잘 되는 곳에 보관하고 저온으로 유지하시오.
	P405 잠금장치가 있는 저장장소에 저장하시오.
폐기	P501 (관련 법규에 명시된 내용에 따라) 내용물 용기를 폐기하시오.

다. 유해·위험성 분류기준에 포함되지 않는 기타 유해·위험성(NFPA)

보건	1
화재	3
반응성	0

3. 구성성분의 명칭 및 함유량

물질명	벤젠
이명(관용명)	벤졸(BENZOL)
CAS 번호	71-43-2
함유량(%)	100%

4. 응급조치요령

가. 눈에 들어갔을 때	눈에 묻으면 몇 분간 물로 조심해서 씻으시오. 가능하면 콘택트렌즈를 제거하시오. 계속 씻으시오. 눈에 자극이 지속되면 의학적인 조치·조언을 구하시오.
나. 피부에 접촉했을 때	비누와 물로 피부를 씻으시오
	오염된 옷과 신발을 제거하고 오염지역을 격리하시오
	피부 자극이 생기면 의학적인 조치·조언을 구하시오.
	피부(또는 머리카락)에 묻으면 오염된 모든 의복은 벗거나 제거하시오. 피부를 물로 씻으시오/샤워하시오 . 화상의 경우 즉시 찬물로 가능한 오래 해당부위를 식히고, 피부에 들러붙은 옷은 제거하지 마시오
다. 흡입했을 때	과량의 먼지 또는 흄에 노출된 경우 깨끗한 공기로 제거하고 기침이나 다른 증상이 있을 경우 의료 조치를 취하시오. 토하게 하지 마시오.
	호흡이 힘들 경우 산소를 공급하시오
	호흡하지 않는 경우 인공호흡을 실시하시오
라. 먹었을 때	삼켰다면 즉시 의료기관(의사)의 진찰을 받으시오.
	입을 씻어내시오.
	토하게 하지 마시오.
마. 기타 의사의 주의사항	의료인력이 해당물질에 대해 인지하고 보호조치를 취하도록 하시오
	접촉·흡입하여 생긴 증상은 지연될 수 있음
	폭로시 의료진에게 연락하고 추적조사 등의 특별한 응급조치를 취하시오.

5. 폭발·화재시 대처방법

가. 적절한(부적절한) 소화제	이 물질과 관련된 소화시 알콜 포말, 이산화탄소 또는 물분무를 사용할 것
	질식소화시 건조한 모래 또는 흙을 사용할 것
나. 화학물질로부터 생기는 특정 유해성	가열시 용기가 폭발할 수 있음
	격렬하게 중합반응하여 화재와 폭발을 일으킬 수 있음
	고인화성 액체 및 증기
	고인화성: 열, 스파크, 화염에 의해 쉽게 점화됨
	누출물은 화재/폭발 위험이 있음
	실내, 실외, 하수구에서 증기 폭발 위험이 있음
	인화점이나 그 이상에서 폭발성 혼합물을 형성할 수 있음
	증기는 공기와 폭발성 혼합물을 형성할 수 있음
	증기는 자각 없이 현기증 또는 질식을 유발할 수 있음

	증기는 점화원까지 이동하여 역화(flash back)할 수 있음
	증기는 점화원에 옮겨져 발화될 수 있음
	타는 동안 열분해 또는 연소에 의해 자극적이고 매우 유독한 가스가 발생될 수 있음
	흡입 및 접촉 시 피부와 눈을 자극하거나 화상을 입힘
	흡입 및 피부 흡수 시 독성이 있을 수 있음
다. 화재진압시 착용할 보호구 및 예방조치	구조자는 적절한 보호구를 착용하시오.
	대부분 물보다 가벼우니 주의하시오
	대부분의 증기는 공기보다 무겁기 때문에 지면을 따라 확산하고 저지대나 밀폐공간에 축적될 수 있음 위험하지 않다면 화재지역에서 용기를 옮기시오
	지역을 벗어나 안전거리를 유지하여 소화하시오
	탱크 화재시 대규모 화재의 경우 무인 소화장비를 이용하고 불가능하다면 물러나 타게 놔두시오 탱크 화재시 소화가 진화된 후에도 다량의 물로 용기를 식히시오
	탱크 화재시 압력 방출장치에서 고음이 있거나 탱크가 변색할 경우 즉시 물러나시오
	탱크 화재시 최대거리에서 소화하거나 무인 소화장비를 이용하시오
	탱크 화재시 화염에 휩싸인 탱크에서 물러나시오

6. 누출사고시 대처방법

가. 인체를 보호하기 위해 필요한 조치사항 및 보호구 (분진·흄·가스·미스트·증기·스프레이)의 흡입을 피하시오.	
	노출물을 만지거나 걸어다니지 마시오
	들어갈 필요가 없거나 보호장비를 갖추지 않은 사람은 출입하지 마시오.
	매우 미세한 입자는 화재나 폭발을 일으킬 수 있으므로 모든 점화원을 제거하시오.
	모든 점화원을 제거하시오
	물질 취급시 모든 장비를 반드시 접지하시오
	엎질러진 것을 즉시 닦아내고, 보호구 항의 예방조치를 따르시오.
	오염 지역을 격리하시오.
	위험하지 않다면 누출을 멈추시오
	증기발생을 줄이기 위해 증기억제포말을 사용할 수 있음
	피해야할 물질 및 조건에 유의하시오
나. 환경을 보호하기 위해 필요한 조치사항	누출물은 오염을 유발할 수 있음
	수로, 하수구, 지하실, 밀폐공간으로의 유입을 방지하시오
	환경으로 배출하지 마시오.
다. 정화 또는 제거 방법	다량 누출시 액체 누출물과 멀게하여 도랑을 만드시오
	불활성 물질(예를 들어 건조한 모래 또는 흙)로 엎지른 것을 흡수하고, 화학폐기물 용기에 넣으시오. 소화를 위해 제방을 쌓고 물을 수거하시오.
	액체를 흡수하고 오염된 지역을 세제와 물로 씻어 내시오.
	청결한 빙목 도구를 사용하여 흡수된 물질을 수거하시오

7. 취급 및 저장방법

가. 안전취급요령	(분진·흄·가스·미스트·증기·스프레이)의 흡입을 피하시오.
	개봉 전에 조심스럽게 마개를 여시오.
	모든 안전 예방조치 문구를 읽고 이해하기 전에는 취급하지 마시오.
	물질 취급시 모든 장비를 반드시 접지하시오
	스파크가 발생하지 않는 도구만을 사용하시오.
	압력을 가하거나, 자르거나, 용접, 납땜, 접합, 뚫기, 연마 또는 열에 폭로, 화염, 불꽃, 정전기 또는 다른 점화원에 폭로하지 마시오. 목의 또는 환기가 잘 되는 곳에서만 취급하시오.
	용기가 비워진 후에도 제품 찌꺼기가 남아 있을 수 있으므로 모든 MSDS/라벨 예방조치를 따르시오. 이 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연하지 마시오.
	장기간 또는 지속적인 피부접촉을 막으시오.

	저지대 밀폐공간에서 작업시 산소결핍의 우려가 있으므로 작업중, 공기중 산소농도 측정 및 환기를 하시오 정전기 방지 조치를 취하시오. 취급 후에는 취급 부위를 철저히 씻으시오. 취급/저장에 주의하여 사용하시오. 폭발 방지용 전기·환기·조명·(...)·장비를 사용하시오. 피해야할 물질 및 조건에 유의하시오
나. 안전한 저장방법	빈 드럼통은 완전히 배수하고 적절히 막아 즉시 드럼 조절기에 되돌려 놓거나 적절히 배치하시오. 열·스파크·화염·고열로부터 멀리하시오 - 금연 용기는 환기가 잘 되는 곳에 단단히 밀폐하여 저장하시오. 음식과 음료수로부터 멀리하시오. 피해야할 물질 및 조건에 유의하시오 환기가 잘 되는 곳에 보관하고 저온으로 유지하시오.

8. 노출방지 및 개인보호구

가. 화학물질의 노출기준, 생물학적 노출기준 등	
국내규정	TWA - 1ppm 3mg/m3 STEL - 5ppm 16mg/m3 (허용기준)
ACGIH 규정	TWA 0.5 ppm
	STEL 2.5 ppm
생물학적 노출기준	S-phenylmercapturic acid in urine : 2.5ug/g creatinine. t,t-Muconic acid in urine : 500ug/g creatinine
나. 적절한 공학적 관리	공정격리, 국소배기를 사용하거나, 공기수준을 노출기준 이하로 조절하는 다른 공학적 관리를 하시오. 이 물질을 저장하거나 사용하는 설비는 세안설비와 안전 샤워를 설치하시오.
다. 개인보호구	
호흡기 보호	자료없음
눈 보호	자료없음
손 보호	자료없음
신체 보호	자료없음

9. 물리화학적 특성

가. 외관	
성상	액체
색상	무색-노란색
나. 냄새	특유의 냄새
다. 냄새역치	4.68 ppm
라. pH	자료없음
마. 녹는점/어는점	5.5 ℃
바. 초기 끓는점과 끓는점 범위	80.1 ℃
사. 인화점	-11 ℃ (c.c.)
아. 증발속도	자료없음
자. 인화성(고체, 기체)	자료없음
차. 인화 또는 폭발 범위의 상한/하한	8.0 / 1.2 %
카. 증기압	94.8 ㎜Hg (25℃)
타. 용해도	0.18 g/100㎖ (25℃)
파. 증기밀도	2.8 (공기=1)
하. 비중	0.88 (물=1)
거. n-옥탄올/물분배계수	2.13
너. 자연발화온도	498 ℃
더. 분해온도	자료없음

러. 점도	0.604 cP (25℃)
머. 분자량	78.11
10. 안정성 및 반응성	
가. 화학적 안정성 및 유해 반응의 가능성	고인화성 액체 및 증기 격렬하게 중합반응하여 화재와 폭발을 일으킬 수 있음 흡입 및 피부 흡수 시 독성이 있을 수 있음 흡입 및 접촉 시 피부와 눈을 자극하거나 화상을 입힘 인화점이나 그 이상에서 폭발성 혼합물을 형성할 수 있음 가열시 용기가 폭발할 수 있음 고인화성: 열, 스파크, 화염에 의해 쉽게 점화됨 누출물은 화재/폭발 위험이 있음 실내, 실외, 하수구에서 증기 폭발 위험이 있음 증기는 공기와 폭발성 혼합물을 형성할 수 있음 증기는 점화원까지 이동하여 역화(flash back)할 수 있음 증기는 자각 없이 현기증 또는 질식을 유발할 수 있음
나. 피해야 할 조건	열·스파크·화염·고열로부터 멀리하시오 - 금연
다. 피해야 할 물질	자료없음
라. 분해시 생성되는 유해물질	타는 동안 열분해 또는 연소에 의해 자극적이고 매우 유독한 가스가 발생될 수 있음
11. 독성에 관한 정보	
가. 가능성이 높은 노출 경로에 관한 정보	자료없음
나. 건강 유해성 정보	
급성독성	
경구	LD50 930 ㎎/㎏ Rat
경피	LD50 > 8200 ㎎/㎏ Rabbit
흡입	증기 LC50 44.66 ㎎/ℓ 4 hr Rat
피부부식성 또는 자극성	토끼를 이용한 피부 자극성 시험 결과 자극을 일으킴
심한 눈손상 또는 자극성	토끼를 이용한 안 자극성 시험 결과 중정도의 자극을 일으킴
호흡기과민성	자료없음
피부과민성	자료없음
발암성	
산업안전보건법	발암성 (특별관리물질)
고용노동부고시	1A
IARC	Group 1
OSHA	자료없음
ACGIH	A1
NTP	K
EU CLP	Carc. 1A
생식세포변이원성	* 산업안전보건법 특별관리물질(생식세포 변이원성) * 고용노동부고시 1B
생식독성	NTP (1986),ATSDR (2005)에 어미 동물 독성이 나타나는 용량으로 태아 독성이 보이는 것으로 구분 2로 분류.
특정 표적장기 독성 (1회 노출)	사람에서는 피부, 비, 구, 인두에의 자극, 기관염, 후두염, 기관지염, 폐로의 대량 출혈 (NICNAS (2001)) 등의 기술, 실험동물에서는 마취 상태 시에 호흡 장해가 관찰되었다(EHC 150 (1993)) 등의 기재가 있는 것으로부터, 호흡기를 표적 장기로 해, 마취 작용을 가진다고 생각할 수 있었다. 이상부터 분류를 구분 1(호흡기), 구분 3(마취 작용)으로 분류.

특정 표적장기 독성 (반복 노출)	사람에서 골수의 형성 부전, 과형성 또는 혈구 감소증, 혈액 독성, 재생 불량성 빈혈에 의한 사망예가 보고됨. 혼단성 척수염, 빈발성 두통, 피로감, 수면 장해 및 기억장해, 백혈구 및 적혈구 수의 감소, 평균 적혈구 용적의 증가가 나타남. 실험동물에서 순환 적혈구와 호중구의 형태 이상, 비장 유핵세포, 순환 적혈구 및 임파구수의 감소, 백혈구수 감소, 골수 세포 충실성의 감소, 골수 다능성간세포수의 감소, 적혈구, 백혈구, 임파구, 적혈구 용적률 감소, 평균 적혈구 용적의 증가가 나타남
흡인유해성	액체를 삼키면 화학성 폐렴을 일으킬 위험이 있음

12. 환경에 미치는 영향

가. 생태독성	
어류	LC50 5.3 ㎎/ℓ 96 hr
갑각류	EC50 10 ㎎/ℓ 48 hr (물벼룩독성 : EC50=20.6ppm, 48hr(국립환경과학원))
조류	EC50 41 ㎎/ℓ 8 hr
나. 잔류성 및 분해성	
잔류성	log Kow 2.13
분해성	자료없음
다. 생물농축성	
농축성	자료없음
생분해성	50 (%) 28 day
라. 토양이동성	자료없음
마. 기타 유해 영향	자료없음

13. 폐기시 주의사항

가. 폐기방법	1) 소각하시오. 2) 증발・농축방법으로 처리한 후 그 잔재물은 소각하시오 3) 분리・증류・추출・여과의 방법으로 정제한 후 그 잔재물은 소각하시오. 4) 중화・산화・환원・중합・축합의 반응을 이용하여 처리한 후 발생하는 잔재물은 소각하거나, 응집・침전・여과・탈수의 방법으로 다시 처리한 후 그 잔재물은 소각하시오.
나. 폐기시 주의사항	(관련 법규에 명시된 내용에 따라) 내용물 용기를 폐기하시오.

14. 운송에 필요한 정보

가. 유엔번호(UN No.)	1114
나. 적정선적명	벤젠(BENZENE)
다. 운송에서의 위험성 등급	3
라. 용기등급	2
마. 해양오염물질	자료없음
바. 사용자가 운송 또는 운송수단에 관련해 알 필요가 있거나 필요한 특별한 안전대책	
화재시 비상조치	F-E
유출시 비상조치	S-D

15. 법적규제 현황

가. 산업안전보건법에 의한 규제	작업환경측정대상물질 (측정주기 : 6개월)
	관리대상유해물질
	특수건강진단대상물질 (진단주기 : 6개월)
	특별관리물질
	노출기준설정물질
	허용기준설정물질
나. 유해화학물질관리법에 의한 규제	사고대비물질
	유독물
다. 위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제1석유류(비수용성액체) 200ℓ
라. 폐기물관리법에 의한 규제	지정폐기물

마. 기타 국내 및 외국법에 의한 규제

국내규제

잔류성유기오염물질관리법	해당없음

국외규제

미국관리정보(OSHA 규정)	해당없음
미국관리정보(CERCLA 규정)	4.53599 kg 10 lb
미국관리정보(EPCRA 302 규정)	해당없음
미국관리정보(EPCRA 304 규정)	해당없음
미국관리정보(EPCRA 313 규정)	해당없
미국관리정보(로테르담협약물질)	해당없음
미국관리정보(스톡홀름협약물질)	해당없음
미국관리정보(몬트리올의정서물질)	해당없음
EU 분류정보(확정분류결과)	F; R11Carc. Cat. 1; R45Muta. Cat. 2; R46T; R48/23/24/25Xn; R65Xi; R36/38
EU 분류정보(위험문구)	R45, R46, R11, R36/38, R48/23/24/25, R65
EU 분류정보(안전문구)	S53, S45

16. 그 밖의 참고사항

가.자료의 출처

ICSC(차, 인화 또는 폭발 범위의 상한/하한)

(1) ICSC (2004)(2) Merck (13th, 2001)(3) SRC (2005)(4) Dean (15th Ed)(5) NLM(6) NICNAS (2001)(7) EHC 150 (1993)(8) 노동부 (2002)(9) NTP (2005)(10) IARC (2005)(11) ACGIH (2006)(12) EPA (2000)(13) EU REACH법령 (2006)(14) NTP TR289 (1986)(15) NTP (1986)(16) ATSDR (2005)(17) IRIS (2002)(18) NICNAS (2001)(19) EU-RAR (2003)(20) PHYSPROP Database (2005)(21) 기존 화학물질 안전성 점검 데이터

나. 최초작성일	2008-02-19
다. 개정횟수 및 최종 개정일자	
개정횟수	17 회
최종 개정일자	2014-12-17

라. 기타

2. 유해성·위험성(추가정보) : 국립환경과학원고시 제2011-15호에 따른 유독물 분류는 다음과 같습니다.
- 인화성액체 구분2
- 급성독성(경구) 구분4
- 피부부식성/피부자극성 구분2
- 심한눈손상성/눈자극성 구분2
- 생식세포변이원성 구분1
- 발암성 구분1
- 특정표적장기독성(반복노출) 구분1
- 흡인유해성 구분1
- 만성수생환경유해성 구분3

○산업안전보건기준에 관한 규칙 별표 12에 따른 특별관리물질

○고용노동부고시 제2012-31호 "화학물질 및 물리적인자의 노출기준"에서 제공하는 생식세포변이원성, 생식독성 분류결과 : 생식세포변이원성 구분1B

부록 6 GHS/MSDS 자료 검색 방법

고용노동부의 산업안전보건법, 환경부의 유해화학물질관리법, 유해화학물질 등록 및 평가에 관한 법률, 화학물질관리법과 국민안전처의 위험물안전관리법 등의 MSDS 자료를 검색하여 쉽게 알아 볼 수 있는 방법을 소개하면 다음과 같다.

1 스마트 폰의 앱 이용

안전보건공단의 "MSDS"란 앱을 다운 받아 물질명을 넣어 자료 확인

2 인터넷의 국내외 사이트 이용

① 안전보건공단 화학물질정보 msds.kosha.or.kr

산업재해예방 안전보건공단 화학물질정보

② 국립환경과학원 화학물질정보시스템 ncis.nier.go.kr

ncis 화학물질정보시스템 Chemicals Information System

③ 소방방재청 국가위험물정보시스템 www.nema.kr

소방방재청
National Emergency Management Agency
국가위험물정보시스템

④ 식품의약품안전평가원 독성정보제공시스템 www.nifds.go.kr

식품의약품안전평가원 Tox-Info 독성정보제공시스템

⑤ ILO-ICSC www.inchem.org

ILO-ICSC International Chemical Safety Cards

⑥ EU-ESIS esis.jrc.ec.europa.eu

EU-ESIS European chemical Substances Information System

⑦ OECD-echemportal www.echemportal.org

OECD eChemPortal

부록 7 함께 보관해서는 안 되는 물질

다음의 목록은 연구실에서 쉽게 찾아 볼 수 있는 화학약품을 기준으로 반응성 · 인화성 · 폭발성을 이유로 함께 보관해서는 안 되는 물질을 나열하였다. 함께 두어서는 안 되거나 필히 격리 보관해야 하는 물질은 GHS/MSDS에 자세하게 기재 되어 있으니 화학약품 배치 시 반드시 참고 해야 한다.

화합물	함께 보관해서는 안 되는 물질
가연성 액체	질산 암모늄, 크롬산, 과산화수소, 질산, 과산화소듐, 할로겐
과망간산 포타슘	글리세린, 에틸렌 글라이콜, 벤즈알데하이드, 황산
과산화 나트륨	에탄올 또는 메탄올, 빙초산, 초산 무수물, 벤즈알데하이드, 이황화탄소, 글리세린, 에틸렌 글라이콜, 에틸 아세테이트, 메틸 아세테이트, 푸르푸랄
과산화수소	구리, 크롬, 철, 대부분의 금속 또는 금속염, 알코올, 아세톤, 유기화합물, 아닐린, 나이트로메탄, 가연성 액체, 기체 산화제
과염소산	초산 무수물, 비스무스 및 비스무스를 포함한 합금, 알코올, 종이, 나무
과염소산 포타슘	황산 및 다른 산류
구리	아세틸렌, 과산화수소
모르폴린	강산, 강산화제
무수 암모니아	수은, 염소, 칼슘 하이포아염소산, 요오드, 브롬, 불화수소산

화합물	함께 보관해서는 안 되는 물질
불화수소산	수용액 또는 무수 암모니아
뷰틸 리튬	물
브롬	암모니아, 아세틸렌, 부타다이엔, 부탄, 메탄, 프로판(또는 그외의 석유가스), 수소, 소듐 카바이드, 터펜틴, 벤젠, 미세 금속
산소	기름, 그리이스, 수소, 가연성 액체, 기체 및 고체
셀레나이드	환원제
수은	아세틸렌, 풀민산(fulminic acid), 암모니아
시안화물(소듐, 포타슘)	산
시안화수소산	질산, 알칼리
아닐린	질산, 과산화수소
아세톤	진한 질산과 황산의 혼합물
아세틸렌	염소, 브롬, 구리, 불소, 은, 수은
아자이드	산
아질산염	산
아크롤레인	산화제, 산, 알칼리, 암모니아
알칼리 및 알칼리토류금속	물, 사염화탄소 또는 그 외의 염화 탄화수소, 이산화탄소, 할로겐
염산	대부분의 금속, 알칼리 또는 활성 금속
염산 포타슘	황산 및 다른 산
염소	암모니아, 아세틸렌, 부타다이엔, 부탄, 메탄, 프로판(또는 그외의 석유가스), 수소, 소듐 카바이드, 터펜틴, 벤젠, 미세 금속
염소산 염	암모늄 염, 산, 금속 분말, 황, 미세 유기 또는 연소성 물질
옥살산	은, 수은
요오드	아세틸렌, 수용액 또는 무수 암모니아, 수소
유기 과산화물	유기 또는 무기산, 마찰, 열
유기용매	강산화제, 산, 강한 부식성 화합물

화합물	함께 보관해서는 안 되는 물질
은	아세틸렌, 옥살산, 타르타르산, 암모늄 화합물
이산화염소	암모니아, 메틴, 포스핀, 황화수소
질산	초산, 아닐린, 크롬산, 시안화수소산, 황화수소, 가연성 기체, 가연성 액체
질산암모늄	산, 금속 분말, 가연성 액체, 염소산 염, 아질산 염nitrites, 황, 미세 유기 또는 연소성 물질
질산염	황산
초산	크롬산, 질산, 수산기를 지닌 화합물, 에틸렌 글라이콜, 과염소산, 과산화물, 과망간산염
칼슘 옥사이드	물
큐멘 하이드로페록사이드	유기 또는 무기산
크롬산	초산, 나프탈렌, 캠포, 글리세린, 터펜틴, 알코올, 가연성 액체
탄화수소	불소, 염소, 브롬, 크롬산, 과산화소듐
포타슘	사염화탄소, 이산화탄소, 물
하이드라진	산화제, 과산화수소, 질산, 금속 옥사이드, 강산, 다공성 물질
활성 탄소	칼슘 하이포아염소산, 모든 산화제
황산	염산포타슘, 과염소산 포타슘, 과망간산 포타슘(또는 소듐, 리튬)
황화수소	발연 질산, 기체 산화제, 수용액 또는 무수 암모니아, 수소
흰 인	공기, 산소, 알칼리, 환원제

부록 8 GHS/MSDS 물리적 위험성 비교 물질

환경부 및 고용노동부가 고시한 물리적 위험성(물반응성, 폭발성, 인화성 등)의 정도에 따라 유의해야 하는 화학물질 105종을 나열하였다. 해당 105종은 다룸, 보관, 폐기 시 각별한 주의를 요한다.

번호	물질명	cas번호	번호	물질명	cas번호
1	Sodium peroxide	1313-60-6	14	Methyl ethyl ketone	78-93-3
2	Hydrogen peroxide	7722-84-1	15	Methyl chloroacetate	96-34-4
3	Urea peroxide	124-43-6	16	Methylhydrazine	60-34-4
4	Sodium	7440-23-5	17	Chromic anhydride	1333-82-0
5	Nitrobenzene	98-95-3	18	Benzene	71-43-2
6	Di-n-butylamine	111-92-2	19	Benzeneacetonitrile	140-29-4
7	Hexamethylene diisocyanate	822-06-0	20	Bronopol	52-51-7
			21	Bis(2-ethylhexyl)amine	106-20-7
8	Difenoconazole	119446-68-3	22	Bis(2-chloroethyl)ether	111-44-4
9	Mercaptoacetic acid	68-11-1	23	Propyleneoxide	75-56-9
10	Methacrylonitrile	126-98-7	24	Nickel oxides, sulfides	12035-36-8 1313-99-1 12035-72-21 6812-54-7
11	Metaldehyde	108-62-3			
12	Methyl vinyl ketone	78-94-4			
13	Methyl alcohol	67-56-1	25	Cyclonite	121-82-4

번호	물질명	cas번호	번호	물질명	cas번호
26	Cyclohexylamine	108-91-8	53	Phenylhydrazine	100-63-0
27	Aniline	62-53-3	54	Fenthion	55-38-9
28	Ethyl acetate	141-78-6	55	Furfural	98-01-1
29	Sodium chlorite	7758-19-2	56	Picricacid	88-89-1
30	Acrolein	107-02-8	57	Dimethyl sulfate	77-78-1
31	Acrylonitrile	107-13-1	58	Diethylsulfate	64-67-5
32	Allylalcohol	107-18-6	59	Hydrazine	302-01-2
33	Ethoprophos	13194-48-4	60	Hydrazine hydrate	7803-57-8
34	2,3-Epoxypropyltrimet hylammonium chloride	3033-77-0	61	Hydroxylamine	7803-49-8
35	Phosphorus pentasulfide	1314-80-3	62	2,4-Dinitroaniline	97-02-9
36	Isobutylamine	78-81-9	63	2,4-Dinitrophenol	51-28-5
37	Methyl isothiocyanate	556-61-6	64	1,2-Dibromo-3-chloropropane	96-12-8
38	Carbon disulfide	75-15-0	65	2,3-Dibromopropanenitrile	4554-16-9
39	White phosphorus	7723-14-0	66	Diphenylmethane 4,4'-diisocyanate	101-68-8
40	Zinc phosphide	1314-84-7	67	1,3-Dichloro-2-propanol	96-23-1
41	Aluminum phosphide	20859-73-8	68	1,3-Dichloropropene	542-75-6
42	Zetacypermethrin	52315-07-8	69	1,1'-Methylenebis[4-isocyanatocyclohexane]	5124-30-1
43	Thallium nitrate	10102-45-1	70	2-Methylpropanenitrile	78-82-0
44	Nitric acid	7697-37-2	71	2-Bromoethanol	540-51-2
45	Potassium	7440-09-7	72	2-Vinylpyridine	100-69-6
46	Alloyofpotassiumand sodium	11135-81-2	73	m-Aminochlorobenzene	108-42-9
47	Xylene	1330-20-7	74	3-Ethoxypropylamine	6291-85-6
48	Chloromethyl methyl ether	107-30-2	75	2-Chlorobenzenamine	95-51-2
49	Chlorohydrin	96-24-2	76	2-Chloroethanol	107-07-3
50	Toluene	108-88-3	77	N-2-Propenyl-2-propen-1-amine	124-02-7
51	Thiosemicarbazide	79-19-6			
52	Fenitrothion	122-14-5			

번호	물질명	cas번호
78	2-Propyn-1-ol	107-19-7
79	Dichloro(phenyl) phosphine	644-97-3
80	2-Thienylacetonitrile	20893-30-5
81	Tributylamine	102-82-9
82	(Epoxyethyl)benzene	96-09-3
83	1-Methyl-propylamine	13952-84-6
84	2-Furanmethanol	98-00-0
85	4-Nitrotoluene	99-99-0
86	Phosphorochloridic acid diethyl ester	814-49-3
87	Propiononitrile	107-12-0
88	Nonylphenols, 4-tert-Octylphenol	25154-52-3 104-40-5 84852-15-3 139-84-4 136-83-4 140-66-9
89	1,2-Dichloroethane	107-06-2
90	Trichloroacetonitrile	545-06-2
91	2-Methyl-2-propenoylchloride	920-46-7

번호	물질명	cas번호
92	n-Propyl chloroformate	109-61-5
93	Methanesulfonyl chloride	124-63-0
94	Bis(2-ethylhexyl) phthalate	117-81-7
95	Dibutyl phthalate	84-74-2
96	Butylbenzyl phthalate	85-68-7
97	Dimethyl sulfide borane	13292-87-0
98	Acetone cyanohydrin	75-86-5
99	Butanenitrile	109-74-0
100	Diphenyliodonium nitrate	722-56-5
101	Benzoyl peroxide	94-36-0
102	2-Aminothiophenol	137-07-5
103	[(2E)-1, 4-Dichloro-2-butene	110-57-6
104	Glycidol	556-52-5
105	2-Nitrotoluene	88-72-2

참고문헌

연구 논문 및 자료

산업안전대사전, 도서출판 골드, 2004

화학용어사전, 일진사, 2011

현장 응급처치의 원칙 및 관리지침(H-57-2012), 한국산업안전보건공단, 2012

화학물질의 분류 및 표지에 관한 세계조화시스템(GHS), 정부 합동 GHS 추진위원회, 2006

위험물의 류(類)별 구분체계 개선 및 위험물질 정보제공 선진화 방안 연구, 소방산업기술원, 2013

2013년 연구실 안전관리 현황 지도점검 분석 결과, 미래창조과학부, 2014

단행본

표준 연구실 안전, 과학기술부, 2006

연구실 안전보건 지침서, KIST, 2008

연구실 안전관리 매뉴얼, 교육과학기술부, 2008

응급처치론, 중앙소방학교, 2010

국내외 연구·실험실 사고사례 모음, 교육과학기술부, 2011

연구실 안전사고 사례집, 교육과학기술부, 2012

기본응급처치학 1판, 전국응급구조학과교수협의회, 한미의학, 2013

산업안전보건매뉴얼, 교육부 및 한국직업능력개발원, 2013

재해자 구조 및 응급처치, 대한산업보건협회, 2014

119구급대원 현장응급처치 표준지침, 소방방재청, 2014

Safety in Academic Chemistry Laboratories, American Chemical Society, 2003

First aid, CPR, and AED(6th ed.), AAOS, 2007

Chemical safety manual for small businesses, American Chemical Society, 2007

Advanced Assessment and Treatment of Trauma(1st ed.), AAOS., 2007

First Aid/CPR/AED PARTICIPANT'S MANUAL, American Red Cross, 2011

Laboratory Safety Manual, The University of California, Berkeley, 2012

Laboratory Safety Manual, The University of Texas at Austin, 2013

Laboratory Safety Manual, the University of California, San Francisco, 2013

The Emergency Response Safety and Health Database, NIOSH, 2014

Laboratory Safety Manual, the University of California, Davis, 2014

○ 온라인 출처

한국과학기술연구원(KIST): www.kist.re.kr

대한의학회: www.kams.or.kr/health(알기 쉬운 건강정보)

보건복지부 국가건강정보포털: health.mw.go.kr(종합건강정보)

한국과학기술원(KAIST): www.kaist.ac.kr/html/etc/safety/safety_01020401.html(실험실안전)

노동환경건강연구소 일과환경: safedu.org/pds1/10686(발암물질 목록)

소방산업정보시스템: www.sobangin.or.kr/(소화기)

산업안전보건공단 블로그: blog.naver.com/koshablog

락포드 시스템: www.rockfordsystems.com/online/safeguarding/freestandshlds.cfm(보호막)

Direct Industry: www.directindustry.com/(안전시설)

2013벤처국방마트: www.defense.or.kr/(안전시설)

코넬 대학(Cornell University): sp.ehs.cornell.edu/lab-research-safety/chemical-safety/(연구실화학안전)

프린스턴 대학(Prinston University): web.princeton.edu/sites/ehs/labsafetymanual/TOC.htm(연구실 안전 매뉴얼)

벨몬트 대학(The University of Vermont): www.uvm.edu/safety/lab/(연구실 안전)

(주)CHC Lab: www.chclab.com(시약장의 설계기준)

석림랩텍: sercrim.com(안전제품)

3M: solutions.3m.com/wps/portal/3M/ko_KR/Products/ProdServ/Dir/Safety-Security/(보호구)

연구실 안전 표준 교재

실험 전·후 안전 I

– 실험 전 안전편

발행일 2015년 4월 15일
발행처 국가과학기술인력개발원
웹사이트 www.kird.re.kr
디자인/인쇄 (주)드림디앤디 (TEL. 02-2268-6940)

ISBN 978-89-97350-03-2
ISBN 978-89-97350-02-5 (세트)

연구실 안전 표준 교재

실험 전 · 후 안전 I

Safety Before and After the Experiment I

실험 전 · 후 안전 II

Safety Before and After the Experiment I

전기 · 전자 안전

Safety for Electricity & Electronics

화학 · 가스 안전

Safety for Chemistry & Gas

실험 전·후 안전 I

KIRD
국가과학기술인력개발원
본원 / 충청북도 청주시 청원구 오창읍 양청4길 45
분원 / 대전광역시 유성구 대덕대로 593 대덕테크비즈센터 11층
웹사이트 / www.kird.re.kr

비매품
94080
9 788997 350032
ISBN 978-89-97350-03-2
ISBN 978-89-97350-02-5 (세트)