



2020연구실 안전진단교육(1)

인체 유해성 및 일반안전관리

자료제공

한국과학기술연구원(KIST)

김영만

ymkim@kist.re.kr

인체 유해성 및 일반안전관리

- 동료들 향한 안전지적은 간섭이 아닌 배려 !
- 안전은 자기·동료·가족·나라사랑 임 !
- 실험 전 일상 안전점검 !
- 실험 전 유해인자위험분석 !
- 사고 시 행동 요령 및 대피방법 숙지 !

KIST

김영만

ymkim@kist.re.kr

안전제일



응급처치



제품의 안전관리 및 안전수칙

전동킥보드 운행 유의사항



- ✓ 운전면허 소지자 운행
- ✓ 차도에서 운행
- ✓ 안전장구 착용
- ✓ 시속20Km 이내 운행
- ✓ 배상보험 가입 후 운행

전동킥보드를 아무데나 세워두면 안됩니다.



- 한국과학기술연구원 전동킥보드 충전 중 화재 발생, 스마트모빌리티 전용 충전소 설치
- 광주 아파트 화재 부부 사망 (아들이 타던 전동킥보드 충전 중 화재)
- 휴대폰 충전 40~85 % 최적. 충전완료 시 과 충전 방지를 위해 충전기를 제거 !!

우리나라 국제 경제 수준



전통문화 한옥디자인과 호텔급 수준

- 싸이, BTS, 일본이 갖고 싶어했던 비틀즈(에스터데이)
- 국가처럼 부르는 아기 상어송 전세계 석권
- 외국인을 사로 잡은 오마이 갓 (영화 의상)
- 어떻게 하면 삼성전자를 따라잡을 수 있을까?

우리 국민의 안전의식 수준

■ 한국 '안전의식' OECD 36개국 중 "30위"

○ '성장의 질의 안전 측면 OECD 국가 비교와 시사점'

- 2000~04년 : 31위
- 2005~09년 : 31위
- 2010~17년 : 32위로 최하위권을 기록

○ 원인 : 안전의식 제고와 안전시설에 대한 투자가 미흡하다는 견해

"질적으로 뛰어난 성장이란 성장률이 높고 안정적이며 지속가능한 가운데 삶의 질도 향상시키는 상황을 의미"

- 안전 수준 향상을 위한 지속적인 투자가 필요

❖ 자료 : IMF의 QGI(Quality of Growth Index)를 활용 한국의 '성장의 질' 지수를 산출하고
OECD 국가들과 비교한 연구보고서



인재, 기억, 오류, 판단의 심리

- 자동차, 항공, 우주, 원자력발전 분야의 사고 60~90%가 human error
- 의료사고 연 5~9만 명 미국에서 사망 (인간 오류)
- 의사가 50 mg을 250mg으로 고쳤는데, 간호사가 25mg가 아닌 250mg로 읽음(오류)
- 폭발, 화재, 폐액 누출, 가스누출 등 조그만 부주의 비롯 (인재)
- 먹거리병에 농약(시약)을 넣어둔 것을 잊고 마셔 버림(오인)
- 냉장고 문을 열었는데 무엇을 꺼내려고 했는지 알 수 없었다 (망각)
- 필요한 정보를 제대로 수집하지 않음 (오판)
- 가연성 소재 근처에서, 용접기 사용(동탄메타폴리스 화재)
- 무게 고려하지 않고 환기구 위에 서서 구경 (판교 테크노밸리 추락)

어떻게 할 것 인가 ?

- **안전지식, 훈련으로 예방**
- 실험 상황의 잠재적 오류를 분석하고, 실제와 유사한 상황 설정하여 사고 대처 행동을 숙지, 훈련
- 오류 발생을 최소화할 수 있게 디자인
- 위험에 대한 낙관주의
- 적절한 판단을 위해 풍부한 전문적 안전 지식
- 필요한 행동은 자연스럽게 연결 (유도)
- 불필요한 행동은 하기 어렵게 시스템 구축

실험실 유해위험성 유형

- 시약 등 화학물질
- 2차 반응 생성물
- 고압가스

- 바이러스
- 감염성 병원균
- 교차오염

- 전리 방사선
- 전자파, 레이저
- 고온/습도, 고압 등

- 합선, 누전, 감전, 화재
- 절단, 선반, 위험기기



- 부자연스러운 자세
- 반복 동작 등

사고원인: 지식경험부족· 교육훈련 미이행 / 보호구 미사용

유해물질 취급 부주의 / 안전방호장치 결함 / 시설, 장비의 노후 / 심적 갈등

연구실과 연구행위의 특성을 반영하는 안전관리체계 수립

연구실 사고 피해에 대한 보상방법을 제도화 필요

실험실 유해인자의 종류

화학적요인

물질 형태(고체, 액체, 기체)로 인체에 침입하여 건강장해를 일으키는 요인

기체(가스, 증기)
액체(미스트, 포그)
고체(먼지, 흙)

물리적요인

에너지 형태로 인체에 전달되어 건강장해를 일으키는 요인

소음, 진동, 광선, 기압, 온열

생물학적 요인

생물체 형태로 인체에 건강장해를 일으키는 요인

바이러스, 세균, 곰팡이, 독소 등

인간공학적 요인

작업자세, 작업량, 공구나 기구, 중량물취급 등의 요인에 의한 건강장해요인

과다한 작업,
단순반복, 부자연스러운 자세, 중량물

사회심리적 요인

작업과 관련된 정신적 부담에 의하여 발생하는 요인

직업관련성
스트레스

유해물질 노출 특성 측면에서 실험실

실험실

변이가 심함 :

하루 종일 균일하게 노출되지 않고,
실험량, 실험방법에 따라 노출되는
특성이 매우 다양하며 일시적으로 고농도에 노출

동시 노출의 위험성

물질 별 노출농도는 낮으나 모두 합치면 높아질 수
있고, 이는 건강위험성이 커짐

인접 연구실에서의 노출

유해물질 노출은 실험실 뿐 아니라
연구실에서도 일어남

후드의 부적절한 사용

유해위험장소에 출입제한

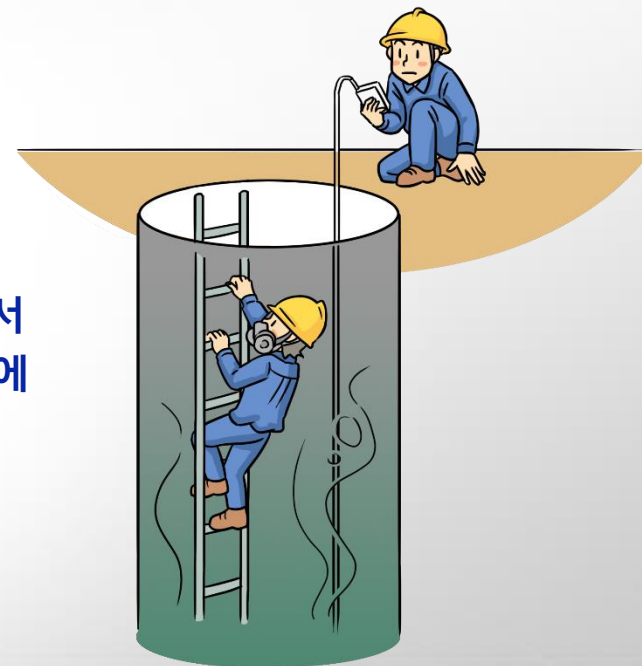
산소결핍공기 등은 소위 가스만이 아니라 생각지 못한 곳에서 만난다. 맨홀 등의 구멍은 모두 산소결핍에 조심해야 한다. 또한, 인화성 액체, 인화성 가스 또는 인화성 고체가 존재하여 폭발이나 화재가 발생할 우려가 있는 장소에서는 화기 사용, 지식결여 등으로 인한 사고 위험성이 매우 크다.

❖ 산소결핍의 위험성이 있는 장소의 예

- 금속의 녹이 발생한 장소
- 세균류가 번식되어 있는 장소
- 식물, 곡물을 저장하거나 발효 등을 위한 장소 등 이들 장소에서는 산소를 빨아들일 위험이 있기 때문에 어디에서나 산소결핍에 의한 사고가 일어날 염려가 있다.

❖ 화재 · 폭발의 위험성이 있는 장소의 예

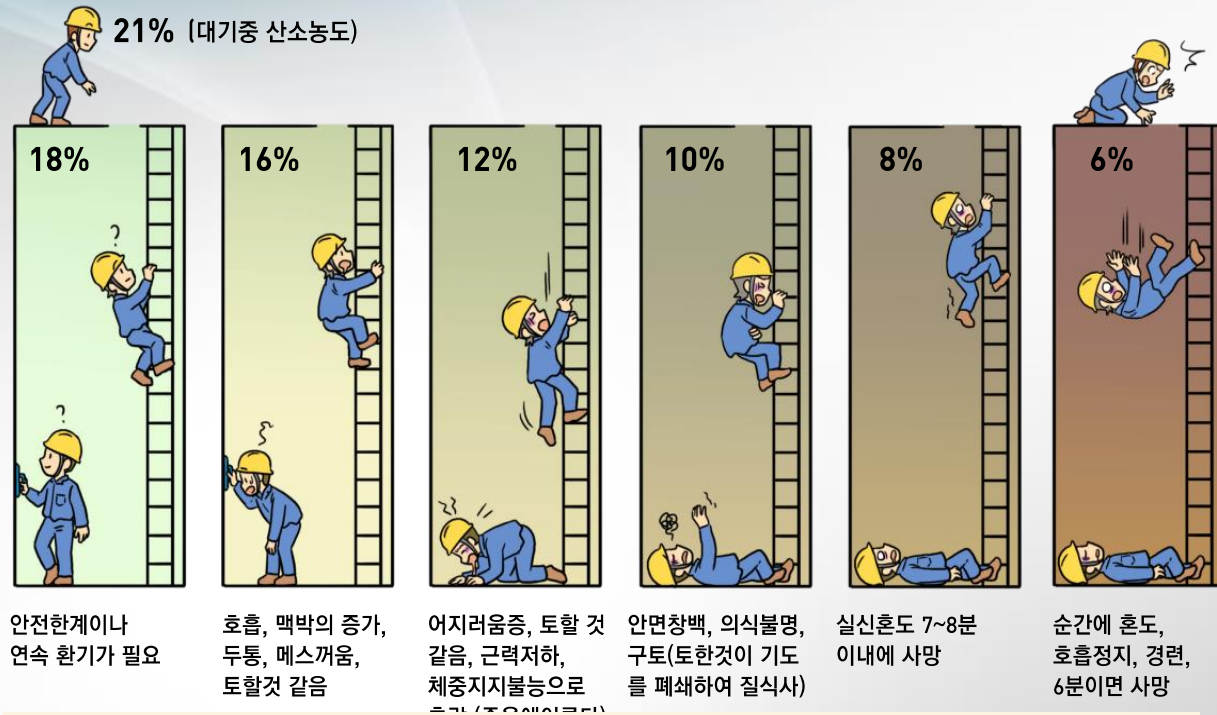
- 인화성 액체의 증기, 인화성 가스 또는 인화성 고체가 존재하여 폭발이나 화재가 발생할 우려가 있는 장소
- 화재 · 폭발 등 유해위험물질 보관 취급 장소 등



산소결핍 건강장애

밀폐공간이란 연구자가 작업을 수행할 수 있는 공간으로 환기가 불충분한 상태에서 산소결핍¹, 유해가스로 인한 건강장애와 인화성물질에 의한 화재·폭발 등의 위험이 있는 장소를 말한다.

- 일반적으로 우물, 수직갱, 터널, 잠함, 핏트, 압거, 맨홀, 탱크, 반응탑, 정화조, 침전조, 집수조 등이 밀폐공간에 해당된다
- 적정 산소농도 18~23.5%



¹ 산소결핍이란?

공기 중의 산소농도가 18% 미만인 상태를 말하며, 산소결핍증이란 산소가 결핍된 공기를 들며 마심으로써 생기는 증상이다.

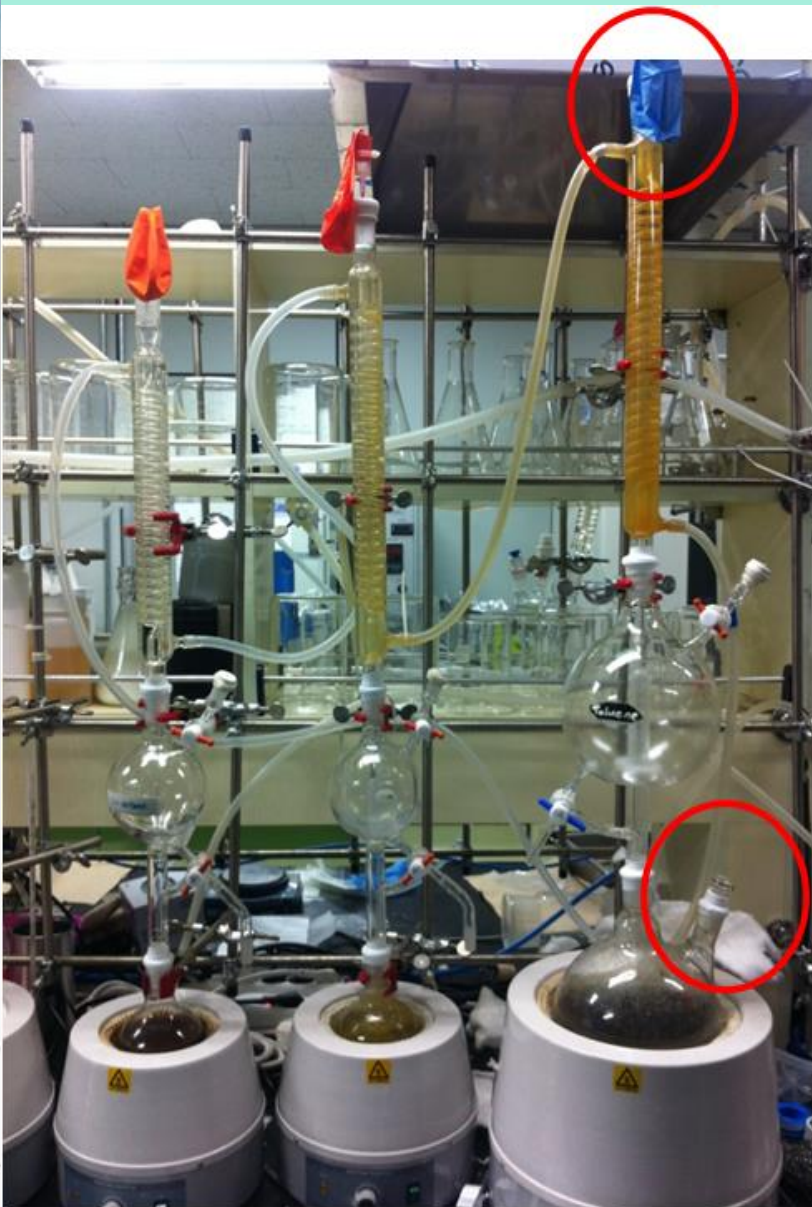
정상적인 공기는 산소가 약 21%, 질소 78%, 그리고 이산화탄소, 아르곤, 헬륨 등이 약 1% 정도로 구성된다. 그 중 산소농도가 16% 이하로 저하된 공기를 호흡하게 되면 체조직의 산소가 부족하게 되고, 맥박과 호흡이 빨라지고 구토·두통 등의 증상이 나타난다. 또 산소농도가 10% 이하가 되면 의식상실, 경련, 혈압강하 등과 함께 맥박수가 감소하게 되어 질식 사망하게 된다.

실험실 안전 기본수칙

- 안전한 실험: 적합한 개인보호구 착용,
- 안전지침서, GHS/MSDS 숙지 및 안전표지판 부착
- 안전 일상점검, 사고 발생 시 행동요령, 탈출요령
- 화재경보기, 소화기, 비상샤워설비
- 안전교육 필수
- 꼼꼼한 실험실 안전관리로부터
- 나의 건강 생명보호, 사고예방, 안전한 실험 !!!



화학물질 증기 누출로 인한 화재



화학물질이란 !!

- 화학물질: 1억3천종 등록 , 12만종 유통(국내 4만5천 유통, 5백여종 신규)
 - 매년 신규화학물질 2천여종
 - 1948년 DDT발견으로 노벨상 (미)1962년 환경파괴 경고
(한)1978년 살충제 한국금지
 - (일) 1968년 이타이이타이병(Cd) 미나마타병(Hg)
 - (유럽) 2006 REACH 화학물질 관리법
 - (한) 원진레이온, 가습기살균제, 생리대 (VOCs), 액체괴물(장난감), 라돈방사능침대
- 화학물질은 일상생활 뿐만 아니라 연구활동종사자에 피해 유발
- 화학물질은 사용전 독성, 잔류성, 발암성, 유해성을 이해
- 특히 폭발성, 인화성 등이 있는 화학물질은 제조, 사용, 폐기되는 과정에서 배출되면 생태계와 건강에 치명적
- 화학물질유해성 및 노출평가 후 대비 (유해성 확인)
 - 급성독성 - 부식성/자극성
 - 과민성(알레르기) - 변이원성(유전적 변화 또는 DNA 변이)
 - 발암성 - 생식독성 - 전신독성

유해물질 ?

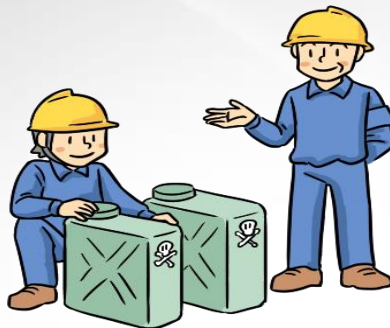
- 질병 발생 등 인체에 악 영향을 미치는 화학물질 (유해화학물질의 정의 화학물질관리법 제2조)
- 원자재/공정 중 발생물질/생산제품
- 분진, 나노물질
- 관리대상물질(168종)
 - 유기화합물(113), 금속류(23), 산 및 알칼리류(17), 가스상 물질류
- 발암성 물질 - 고용노동부 190종 발표
- 특별 관리물질(벤젠 등 36종)
 - 발암성, 생식세포 변이원성, 생식독성 물질 등 연구자에게 중대한 건강 장애를 일으킬 우려가 있는 물질..취급일지 작성, 특별관리물질 게시판 고지
- 화학물질 확인 및 분류 (ncis.nier.go.kr)
 - 화학물질정보시스템(ncis.nier.go.kr)이용 cas번호 검색어 입력 후 유독물질, 금지물질, 제한물질 등 인지 확인... 검색결과가 없을 경우 신규 화학물질로 판단

유해물질 안전한 취급

❖ 안전TIP : 화학물질 취급자 5대 환경안전보건수칙



사용하는 물질의 특성,
어떤 독성이 있는지 숙지



공기 중에 화학물질이 섞이지
않도록 용기뚜껑 관리



환기시설 잘 가동하여
연구실의 공기 질 관리



개인용 보호구를 착용



정기적으로 건강진단

유해물질 관리방법

- 대치 (Substitution)-공정변경, 시설변경, 물질변경(분말 또는 에어로졸 대신 용액 등으로)
- 격리 (Isolation)-저장물질의 격리, 시설의 격리, 공정 및 작업자의 격리
- 환기 (Ventilation)-자연환기, 국소배기, 전체환기
- 취급기준(화관법 제13조). 음식섭취, 보관, 용기관리
- 유해화학물질의 표시(화관법 제16조). 진열장소, 운반차량, 용기, 포장 등에 유해화학물질 표시
- 개인보호장구 착용(화관법 제14조). 연구자보호, 사고발생시 신속 대처할 수 있는 장구 비치
- 화학사고 발생신고 (화관법 제43조).응급조치, 15분 이내 관할지방관서, 환경관서, 경찰서, 소방소 등에 신고

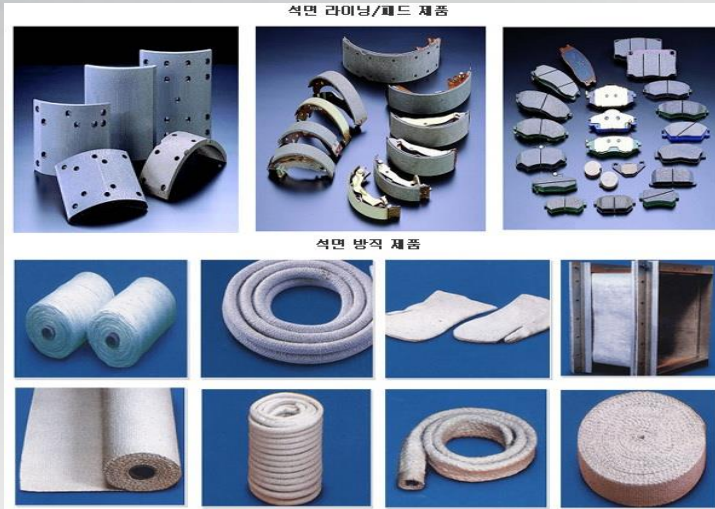
인체 유해성

- 액체괴물(감촉때문에 남녀노소 즐기는 장난감)
- 프탈레이트, 납, 아민 등 유해물질 범벅
- 바이러스, 세균, 곰팡이, 독소, 살충제, 제초제
- 라돈 모나자이트 침대, 가슴기 살균제(1400명 사망) 등
- 화학제품 향불(폐에 치명적임), 약품향, 인공향, 잔탁



석면 미세먼지의 특성과 위험성

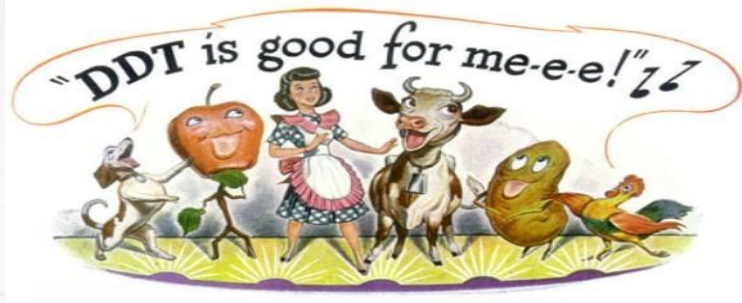
기적의 섬유, 가정 파괴범



- 미세먼지: 10 μm 이하 - PM 10 이라 명명
초미세먼지: 2.5 μm 이하 - PM 2.5 이라 명명- 허파까지 침투
KF 80 (0.6 μm 80% 차단) KF 94 (0.4 μm 94% 차단)

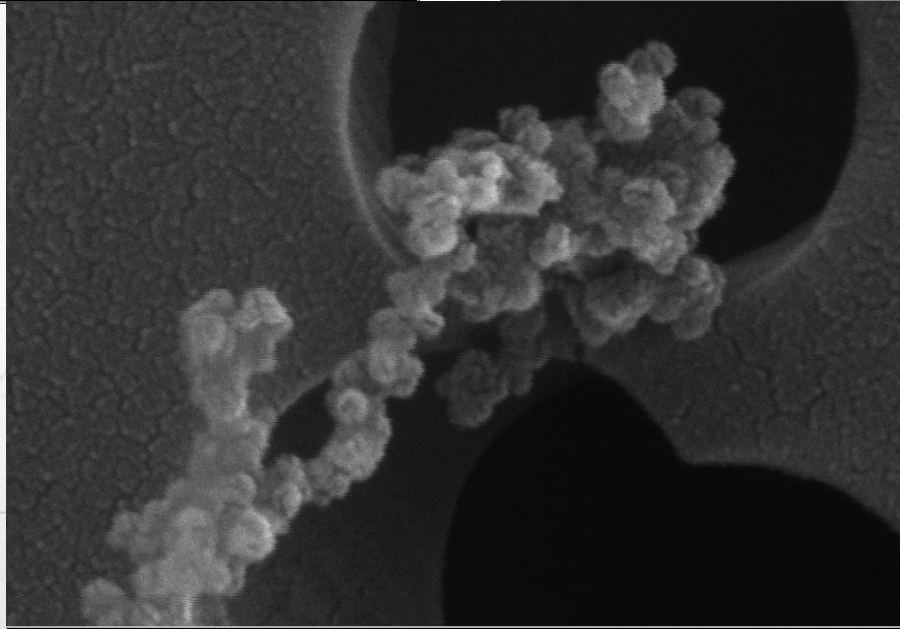
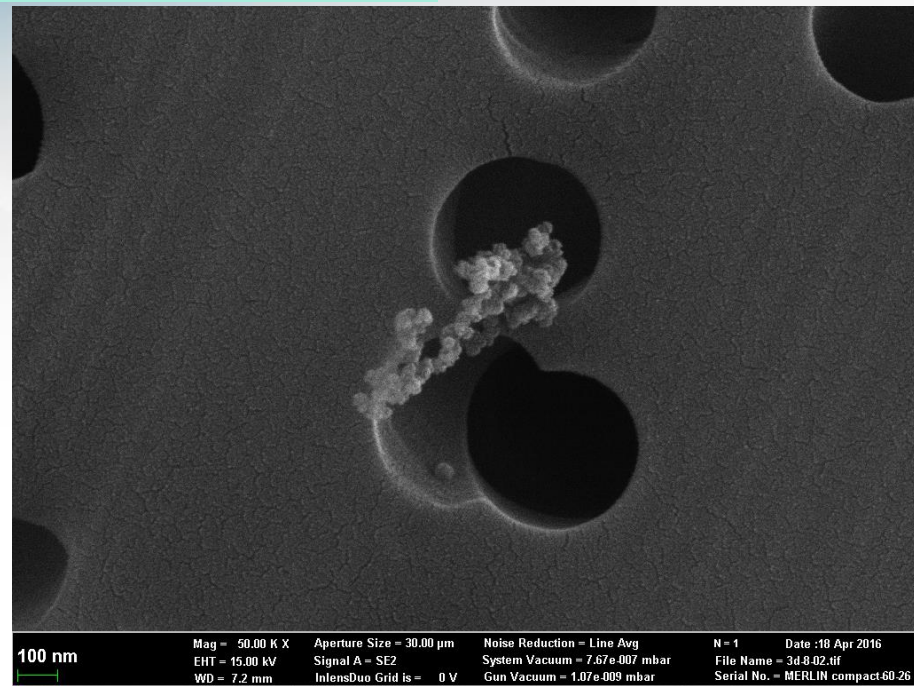
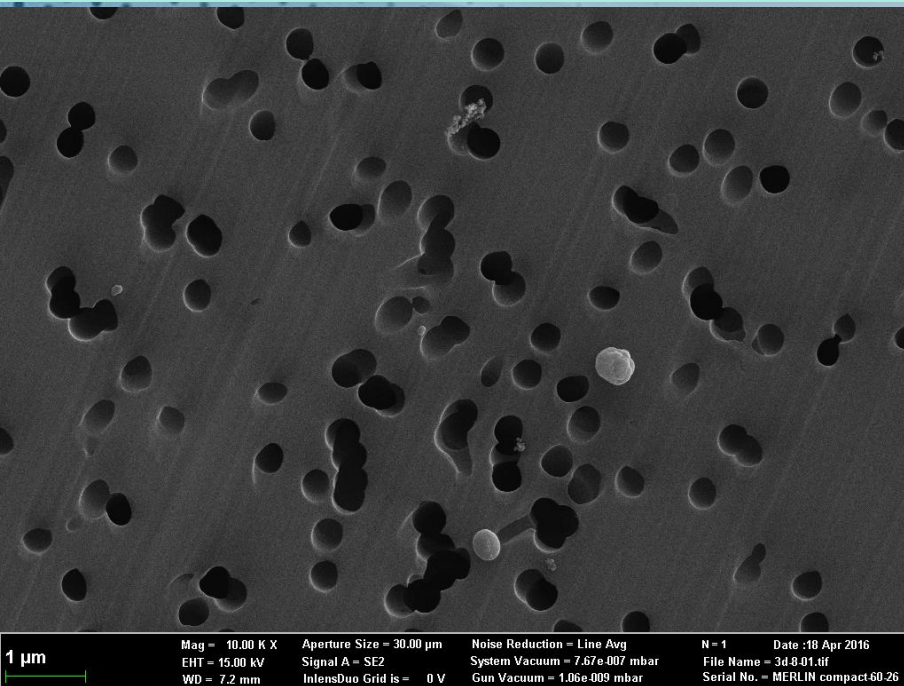


맹독성 농약 (DDT)



해충구제, 전염병예방 vs
침묵의 봄

3D printer (나노 입자)



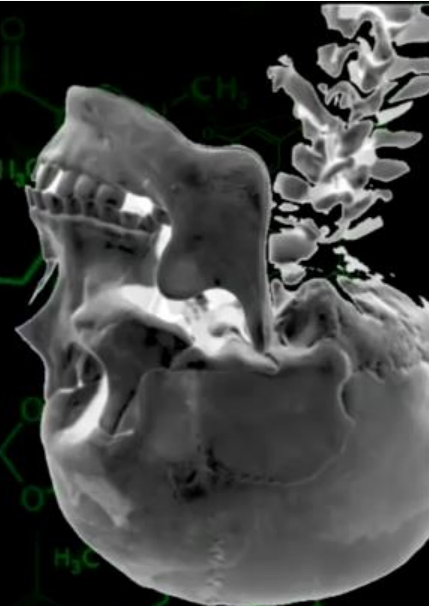
동영상. 위험한 화학물질 안전관리

세상에서

가장 위험한

화학물질

TOP 10



화공약품의 시약장 보관

(특성, 성상별, 양립불가 구분) 관리대장 및 GHS-MSDS



냉동 시약장 및 fume 시약장



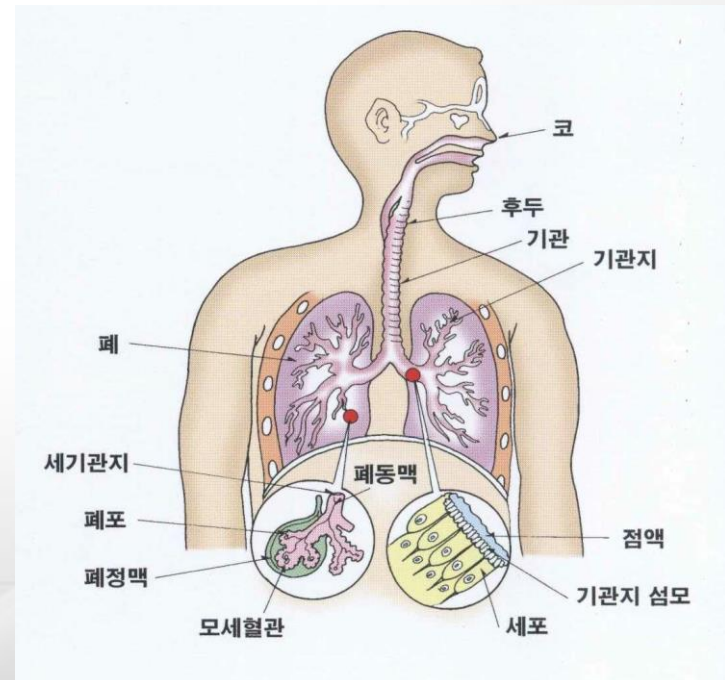
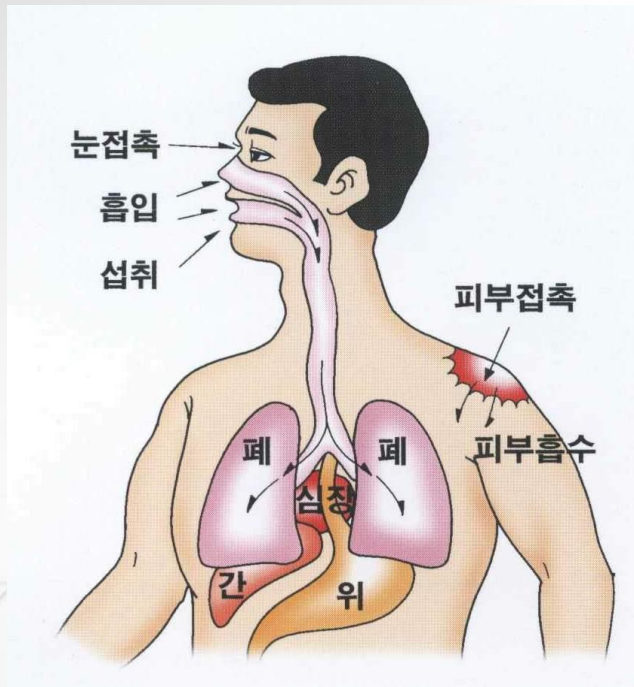
왜 착용(Why?)

- 실험실에는 유해물질, 가스, 분진, 소음 등 유해요인과 추락, 낙하, 충돌, 전기감전등 위험요인 존재
- 실험자를 보호하기 위해 실험환경과 실험방법을 개선하는 등 근본적인 안전대책을 강구해야 하지만 안전대책을 강구해야 하지만, 이 안전대책이 불가능 하거나 불충분할 경우를 대비해 그
보조수단으로 개인보호구를 착용



유해물질의 인체 침입경로 (개인보호구)

침입경로: 흡입(유독가스, 석면, 도장, 증기, 미스트, 분진, 용접흄), 피부흡수(기체, 액체, 고체), 섭취(삼킴) 액체, 고체, 마취, 발암, 간독성, 신장독성, 생식독성 불임, 피부. 눈 자극 손상, 혈액독성, 폐독성, 알러지 유발



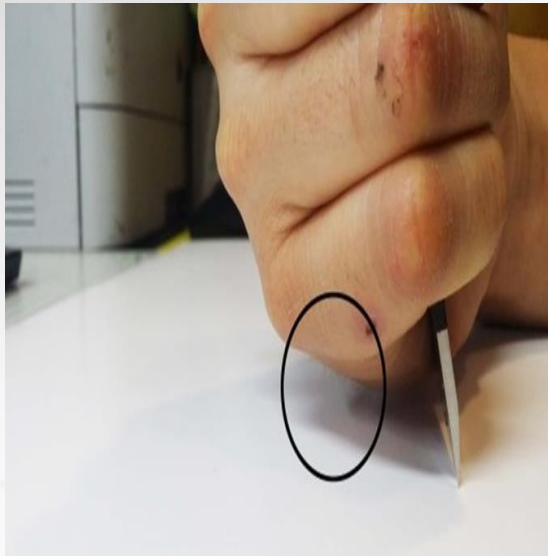
개인 보호구 종류

보안경				
보호장갑				
방진마스크 방독마스크				
실험복 보호복				
귀마개 귀덮개				

항상 안전한 연구실험실 |

칼날 등 기구에 의한 사고

- 베임 : 칼날, 유리
- 찔림 : 칼, 유리기구, 바늘

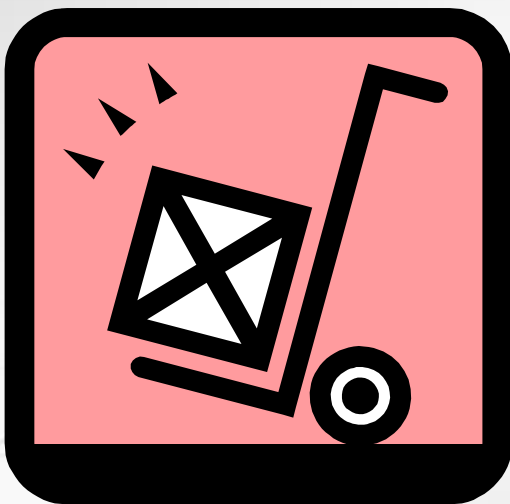


보안경, 안전모 말이 필요 없음



화학물질의 운반

- 운반용 용기에 넣어 운반(PVC, rubber bucket)
- 가연성 액체는 내압성 보관용기로 운반
- 4륜 카트 등 안전한 운반도구 사용
- 주변에 점화원 제거



과산화물을 형성하는 화합물



- 공기 중에 노출되면 서서히 과산화물을 형성 함
- 과산화물이 형성되어 함께 섞여 있으면 심각
- 공기 중에서 과산화물을 형성할 수 있는 화합물 목록
- 식품유효기간, UV protector(6개월), 제품의 사용설명서, 안전수칙
- 주기적(3, 6개월) 재검토하여 -OH -CHO -COOH
- 종이영수증(환경호르몬) 이제 그만 !!
- 모바일 영수증 발급확산, 벽지 등
- 알약통 개봉시점부터 1년 (USP), 소화제, 해열제 포장상태 1~2년, 시럽제 및 연고류 개봉후 30일
- 냉동 보관 보다는 실온 보관
- 안약 개봉 후 30일. 냉동 보관 보다는 실온 보관



발화성 물질 안전 수칙

- 물, 산, 알칼리와 접촉하여 스스로 발화하는 등 발화가 용이한 위험성물질, 미세한 금속분말 화재
- 가연성 유독성가스(H_2 , H_2S , SO_2)가 발생임
- 가열, 충격, 산화제, 불꽃, 고온체 접근금지, 폭발성물질 피하고, 통풍, 환기, 서늘하고 건조한 장소보관, 공기중 누출시 발화, 산소함유 안된 석유류에 보관, 금속제 견고한 용기보관, 밀폐 공기 접촉 금지
- 소화방법; 건조모래 물 뿌리는 소화 금지

Li, Na, K, 알칼리 금속, 토금속 S, P_4 , 황화합물
철분, 유기금속화합물 셀룰로이드류
Mg, Al, Zn 등 금속 분말 금속의 수소화물
가연성고체, 자연발화성, 인화성고체
금속의 인화물, 칼슘탄화물, 알킬 알칼리금속

Reactive Compounds with water



물과 반응하여 수소(H_2)와 같은
가연성 기체와 열 발생

→ 폭발적으로 반응



알칼리 금속 : Li, Na, K

알카리 토금속 : 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg)

하이드라이드 : KH, NaH, $LiAlH_4$, $NaBH_4$

카바이드(CaC_2) 등



폭발성 물질 안전 수칙

- 가열, 마찰, 충격 등으로 인하여 산소, 산화제의 공급이 없더라도 발열반응, 가스발생, 폭발 등 격렬한 반응을 일으킬 수 있는 액체, 고체 위험물
(Self-reactive Substances), 가연성물질, 산소함유
- 화약, 산업용폭발물, 강산화, 환원제 혼합물 혼입금지
- 직사광선이 차단되고 건조, 환기 양호한 곳에 분리 캐비닛저장, 엄격한 안전관리
- 소화방법: 냉각소화, 방화포, 모래 등
건조분말, CO₂, 하론소화기 사용 불가
 - 질산에스테르류
 - 니트로소 화합물
 - N=N, =N₂ 화합물
 - N₂H₄, 그 유도체
 - 니트로 화합물
 - 유기질소화합물, 유기과산화물
 - 유기할로겐 화합물과 금속
 - trinitrophenol(젓은상태보관)

생물학적 안전 관리

➤ 유해물의 유입경로

- 오염된 날카로운 것 또는 주사 바늘로 부터 베임, 찔림
- 손톱 물어 뜯거나, 연필, 펜 씹는 습관, 피부에 상처, 상해에 피부접촉
- 호흡, 점막접촉(입, 코, 목구멍의 내면 피부), 음식 섭취, 흡연

➤ 생물학적 유해물

- 바이러스, 세균, 곰팡이, 전염성 물질, 자기 감염, 실험복, 실험폐기물

➤ 생물관련 실험실의 보호조치

- 감염의 제어, 개인보호와 위생, 소독

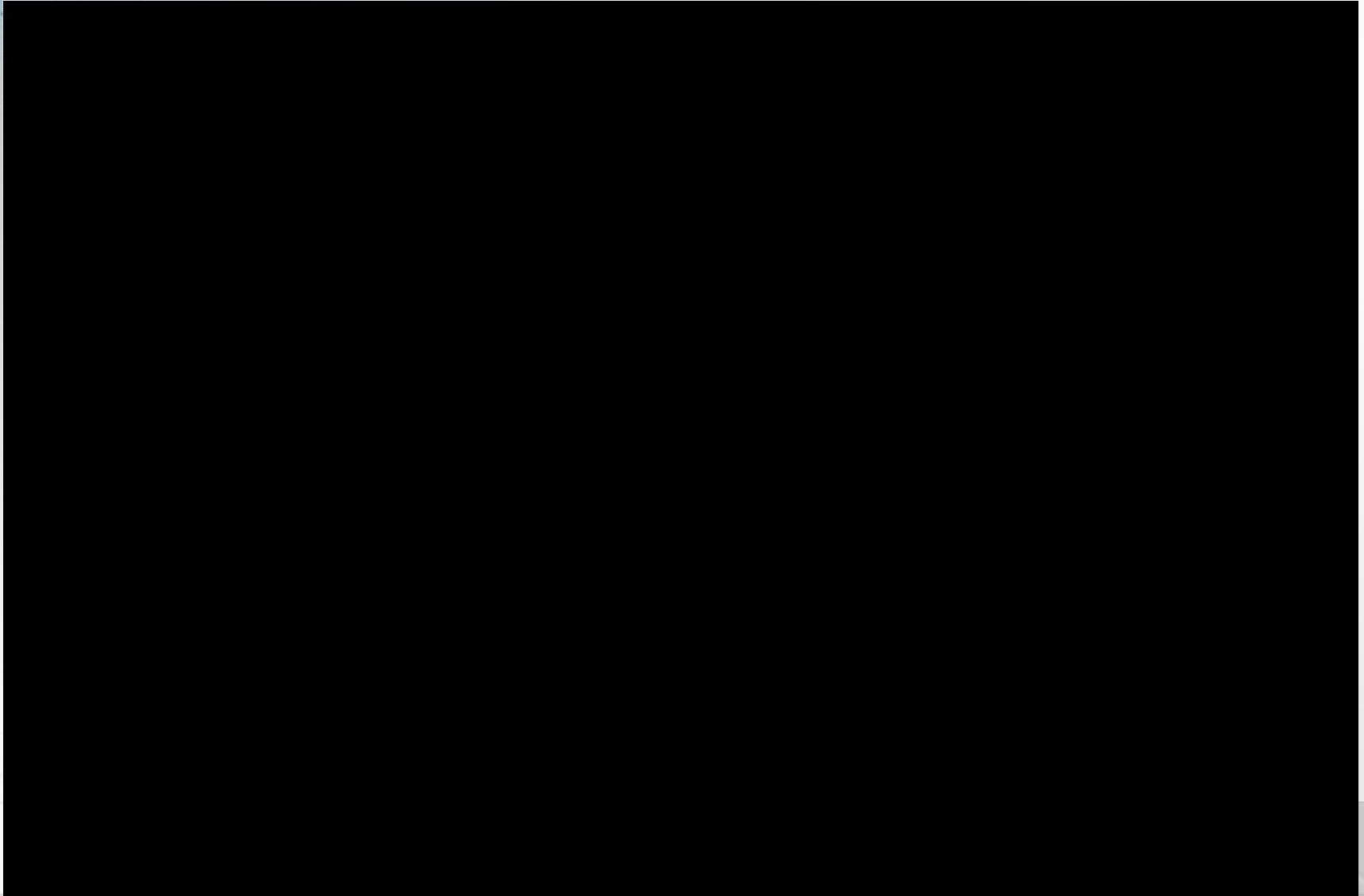
➤ 생물학적 위험 폐기물처리 및 운반

- 병원균폐기물, 유리조각, 수술용 칼, 주사기, 주사바늘...고압멸균용 봉투

➤ 소독/멸균제

- Chlorine, Iodine, Alcohol, Formaldehyde, Hydrogen Peroxide

동영상. 유해물질 안전관리



좋은 후드

속도 0.4-0.7m/sec

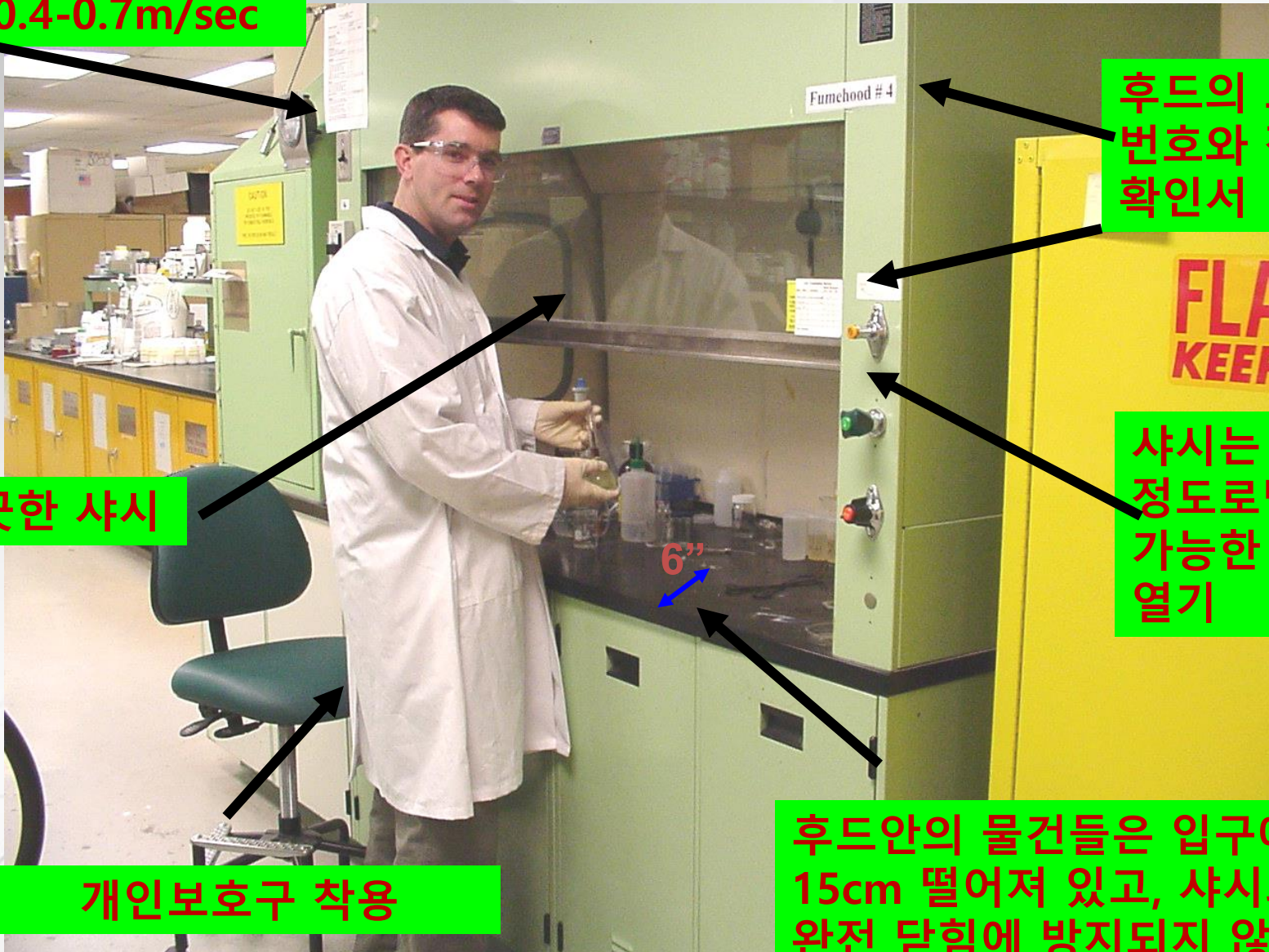
후드의 고유
번호와 점검
확인서

깨끗한 샤시

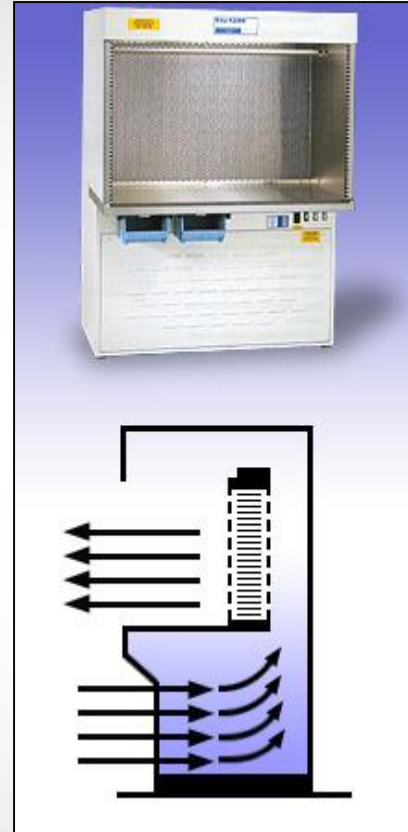
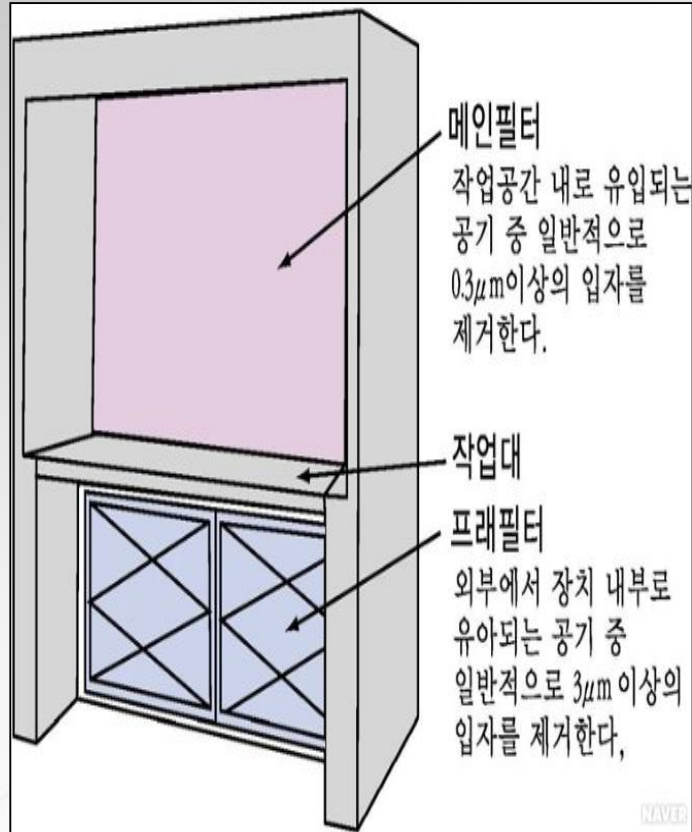
샤시는 편안한
정도로만
가능한 조금
열기

개인보호구 착용

후드안의 물건들은 입구에서
15cm 떨어져 있고, 샤시의
완전 닫힘에 방지되지 않음.

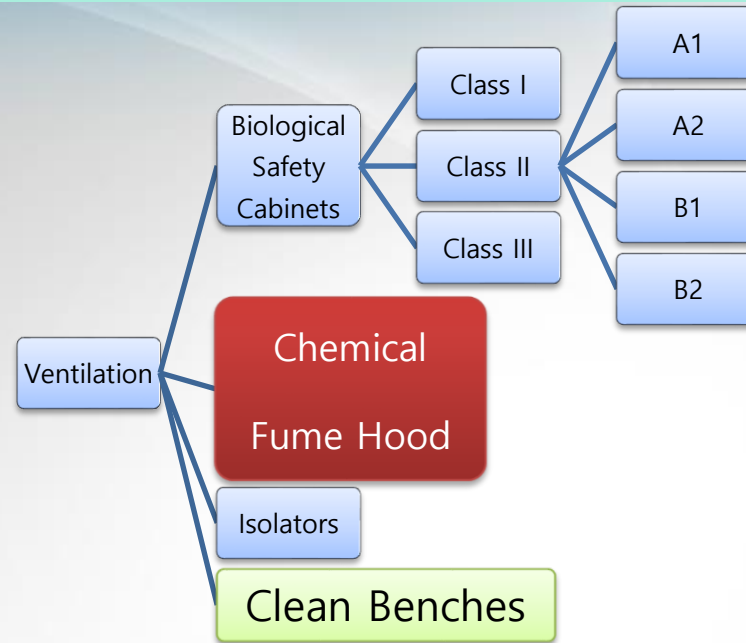


Clean Bench



- ❖ Provide product protection only
- ❖ Product protection is provided by creating a unidirectional airflow generated through a HEPA filter
- ❖ Discharge air goes directly into workroom
- ❖ Applications
 - Any application where the product is not hazardous but must be kept contaminant free
 - Preparation of non-hazardous intravenous mixtures and media
 - Particulate free assembly of sterile equipment and electronic devices

실험실에서 사용되는 환기설비종류 특징

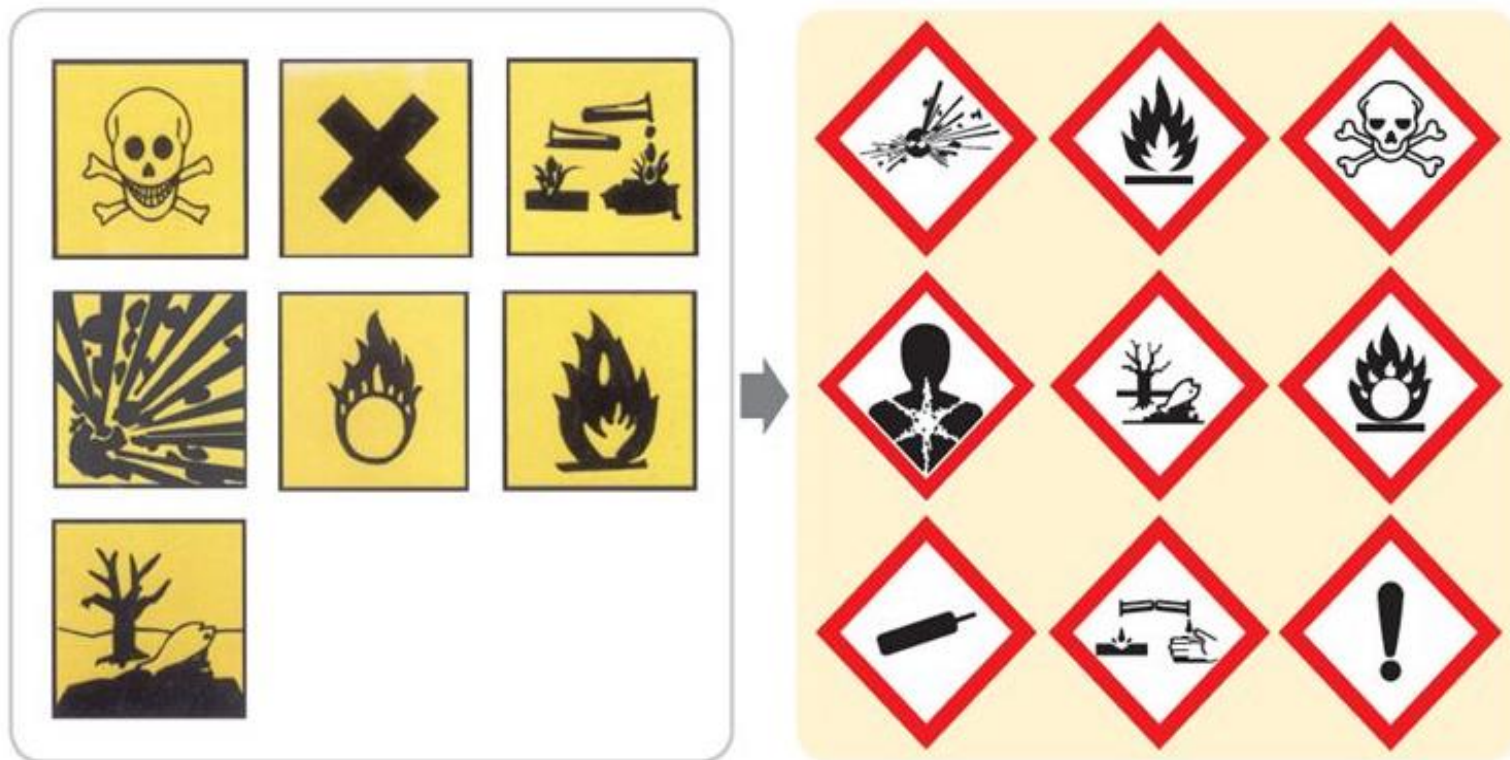


		Protection		
		Personnel	Product	Environment
BSC	Class I	○	×	○
	Class II	○	○	○
	Class III	○	○	○
Chemical Fume Hood		○	×	×
Clean Bench		×	○	×
Isolators		○	○	○

GHS 도입에 의한 주요 변화

▶ 그림문자

- 흑색의 심벌에 적색의 마름모꼴 테두리로 변경



7 가지 그림문자에서 9 가지 그림문자 (발암성, 고압가스 추가 됨)

MSDS 의 구성

- (1) 화학제품과 회사에 관한 정보(Identification)
- (2) 유해·위험성(Hazard identification)
- (3) 구성 성분의 명칭 및 함유량(Composition/information on ingredients)
- (4) 응급 조치요령(First aid measures)
- (5) 폭발·화재 시 조치요령(Fire-fighting measures)
- (6) 누출 사고 시 대처 방법(Accident release measures)
- (7) 취급 및 저장방법(Handling and storage)
- (8) 노출 방지 및 개인 보호구(Exposure control/personal protection)
- (9) 물리 화학적 특성(Physical and chemical information)
- (10) 안정성 및 반응성(Stability and reactivity) (11) 독성에 관한 정보(Toxicological)
- (12) 환경에 미치는 영향(Ecological information)
- (13) 폐기 시 주의사항(Disposal consideration)
- (14) 운송에 필요한 정보(Transport information)
- (15) 법적 규제현황(Regulatory information)
- (16) 기타 참고 사항(Other information)

종류 별로 구분 및 MSDS에 의한 표기를 하여 시약의 혼동 또는 시험의 오류 방지



안면 세척기 및 비상샤워



- ➔ 접근이 용이(10초, 15m)하고
- ➔ 가까운 곳에 위치, one touch

실험실 유해 폐기물

- 폐액 처리
 - 폐 산, 알칼리, 중금속용액
 - 유기용제류를 분류하여 처리
- 폐기물
 - 초자기구는 따로 버림
- 실험실 유해폐기물은 라벨링을 잘 하여 배출
- 보관(빠른 기일 안에 폐기 처리)
- 운반 폐기는 정해진 법 준수
 - 일반쓰레기통에 버리지 말 것
 - 하수구나 화장실에 버리지 말 것
 - 우수(빗물)에 버리지 말것
- 매년 유해폐기물에 대한 교육

안전사고를 미연에 방지하려면

- 불안정한 상태, 행동을 없애라- 90% 사고는 예방
- 사전유해인자위험성분석 - 위험요소 인지, 분석, 실행
- 위험한 사회(사고 안나겠지, 괜찮아, 조금, 산만) 제거
- 제반 안전규정과 규칙을 철저히 준수
- 연구자 안전 교육 , 혼자 판단 및 단정금지
- 소외되는 곳 점검철저
- 실험 후 정리정돈 및 철저한 마무리
- $100 - 1 = 0$ 화재, 사고는 모든 것을 빼앗간다

이것을 꼭 지키면 나와 동료 구함 !!!

- **실험 전:** 안전점검, 안전표식 부착, 위험성 교육 이수
- 실험실 출입 시 개인 보호 장구 착용
- **실험 중:** 안전규정, 연구방법 준수 및 한눈을 팔지 말고
- **실험 후:** 끝났다는 해이한 마음 버리고, 종료까지 최선을 다함
정리 정돈 및 뒷마무리(Tidy and clean arrangement!)
- 심신상태 및 불안정할 때, 실험을 피한다
- 화재경보기, 소화기, 비상설비 사용법 및 위치 파악,
사고 발생 시 대처 방법
- **No smoking! No eat and drink! No play!**
- **Avoid to be alone in the lab !!!**

*Thank
you!*

