

# 서울대학교 연구실 설치·운영 가이드



2022. 11.

서울대학교 환경안전원

# 차 례

<b>I. 개요</b> .....	<b>1</b>
<b>II. 연구실 설치·운영 기준</b> .....	<b>2</b>
<b>III. 각 분야 및 항목별 기준</b> .....	<b>5</b>
<b>1. 주요구조부</b> .....	<b>5</b>
(1-1) 공간분리 .....	5
(1-2) 벽 및 바닥 .....	5
(1-3) 출입통로 .....	6
(1-4) 조명 .....	7
<b>2. 안전설비</b> .....	<b>8</b>
(2-1) 환기설비 .....	8
(2-2) 가스설비 .....	8
(2-3) 전기설비 .....	11
(2-4) 소방설비 .....	13
<b>3. 안전장비</b> .....	<b>16</b>
(3-1) 긴급세척장비 .....	16
(3-2) 시약장 .....	17
(3-3) 국소배기장비 등 .....	19
(3-4) 폐기물 저장장비 .....	23
<b>4. 그 밖의 연구실 설치·운영 기준</b> .....	<b>25</b>
(4-1) 연구·실험 장비 .....	25
(4-2) 일반적 연구실 안전수칙 .....	30
(4-3) 화학물질 취급·관리 .....	30
(4-4) 기계·기구 취급·관리 .....	33
(4-5) 생물체 취급·관리 .....	35
<b>IV. 별표</b> .....	<b>38</b>
[별표 1] 환경안전원 실험 폐수 및 폐기물 처리에 관한 지침 .....	38

# I. 개요

## [관련 근거]

- 연구실 안전환경 조성에 관한 법률
- 연구실 설치운영에 관한 기준(과학기술정보통신부고시 제2020-108호)
- 연구실 설치·운영 가이드라인(2019년, 과학기술정보통신부, 국가연구안전관리본부)
- 연구실 설치·운영 기준 이행 안내서(2022년, 과학기술정보통신부, 국가연구안전관리본부)

## [목적 및 적용사항]

- 서울대학교 과학기술분야 연구실에 출입하는 연구활동종사자가 연구활동 중 발생할 수 있는 상해 등을 예방하기 위하여 「서울대학교 연구실 설치·운영 가이드」를 배포하고자 함.
- 저위험 연구실: 연구개발활동 중 화학, 생물 및 기계·기구 등의 유해인자를 취급하지 않아 사고발생이 낮은 연구실
- 고위험 연구실: 저위험 연구실을 제외한 연구실
- 시행일: 2023. 1. 1.
- 본 가이드는 「연구실 설치운영에 관한 기준(과학기술정보통신부고시 제2020-108호)」에 따라 각 항목별로 준수하여야 하는 최소한의 사항을 기재한 가이드로, 타 법령을 적용받는 경우 해당 법령을 함께 준수하여야 함.

※ 예시: LMO 연구실을 운영하고자 할 경우 유전자변형생물체법을 함께 준수

### 예시

#### [연구실 설치·운영 기준]

구분	준수사항	연구실 위험도	
		저위험	고위험
(1-3) 출입통로 설치	출입구에 비상대피표지(유도등 또는 출입구·비상구 표지) 부착	필수	필수

## 1 주요구조부

### (1-3) 출입통로

- [설치]** 입구에 비상대피표지(유도등 또는 출입구·비상구 표지) 부착 저위험 고위험
- 저위험 고위험 연구실 필수
- 설치 기준

## Ⅱ. 연구실 설치·운영 기준

### 1 주요구조부

구분			준수사항	연구실 위험도	
				저위험	고위험
(1-1)	공간분리	설치	연구·실험공간과 사무공간 분리	권장	필수
(1-2)	벽 및 바닥	설치	기밀성 있는 재질, 구조로 천장, 벽 및 바닥 설치	권장	필수
			바닥면 내 안전구획 표시	권장	필수
(1-3)	출입통로	설치	출입구에 비상대피표지(유도등 또는 출입구·비상구 표지) 부착	필수	필수
			사람 및 연구장비기자재 출입이 용이하도록 주 출입통로 적정 폭, 간격 확보	필수	필수
(1-4)	조명	설치	연구활동 및 취급물질에 따른 적정 조도값 이상의 조명장치 설치	권장	필수

### 2 안전설비

구분			준수사항	연구실 위험도	
				저위험	고위험
(2-1)	환기설비	설치	기계적인 환기설비 설치	권장	필수
			국소배기설비 배출공기에 대한 건물 내 재유입 방지 조치	권장	필수
		운영	주기적인 환기설비 작동상태(배기팬 훼손상태 등) 점검	권장	필수
(2-2)	가스설비	설치	조연성가스와 가연성가스 분리보관	-	필수
			가스용기 전도방지장치 설치	-	필수
			취급 가스에 대한 경계, 식별, 위험표지 부착	-	필수
			가스누출검지경보장치 설치	-	필수
		운영	사용 중인 가스용기와 사용 완료된 가스용기 분리보관	-	필수
			가스배관 내 가스의 종류 및 방향 표시	-	필수
(2-3)	전기설비	설치	분전반 접근 및 개폐를 위한 공간 확보	권장	필수
			분전반 분기회로에 각 장치에 공급하는 설비목록 표기	권장	필수
			고전압장비 단독회로 구성	권장	필수
			전기기기 및 배선 등의 모든 충전부 노출방지 조치	권장	필수
		운영	콘센트, 전선의 허용전류 이내 사용	필수	필수
(2-4)	소방설비	설치	화재감지기 및 경보장치 설치	필수	필수
			취급 물질로 인해 발생할 수 있는 화재유형에 적합한 소화기 비치	필수	필수
			연구실 내부 또는 출입문, 근접 복도 벽 등에 피난안내도 부착	필수	필수
		운영	주기적인 소화기 충전상태, 손상여부, 압력저하, 설치불량 등 점검	필수	필수

### 3 안전장비

구분			준수사항	연구실 위험도	
				저위험	고위험
(3-1)	긴 급 세척장비	설치	연구실 및 인접 장소에 긴급세척장비(비상샤워장비 및 세안장비) 설치	-	필수
			긴급세척장비 안내표지 부착	-	필수
		운영	주기적인 긴급세척장비 작동기능 점검	-	필수
(3-2)	연구실 내 화학물질 보관 시 적용	설치	강제배기장치 또는 필터 등이 장착된 시약장 설치	-	필수
			충격, 지진 등에 대비한 시약장 전도방지조치	-	필수
		운영	시약장 내 물질 물성이나 특성별로 구분 저장(상호 반응물질 함께 저장 금지)	-	필수
			시약장 내 모든 물질 명칭, 경고표지 부착	-	필수
			시약장 내 물질의 유통기한 경과 및 변색여부 확인·점검	-	필수
		시약장별 저장 물질 관리대장 작성·보관	-	필수	
(3-3)	연구실 내 화학물질, 생물체 등 취급 시 적용 (※)	설치	흡후드 등의 국소배기장비 설치	-	필수
			적합한 유형, 성능의 생물안전작업대 설치	-	필수
		운영	흡, 가스 미스트 등의 유해인자가 발생되거나 병원성미생물 및 감염성물질 등 생물학적 위험 가능성이 있는 연구개발활동은 적정 국소배기장비 안에서 실시	-	필수
			주기적인 흡후드 성능(제어풍속) 점검	-	필수
			흡후드 내 청결상태 유지	-	필수
			생물안전작업대 내 UV램프 및 헤파필터 점검	-	필수
(3-4)	폐 기 물 저장장비	설치	「폐기물관리법」에 적합한 폐기물 보관 장비·용기 비치	-	필수
			폐기물 종류별 보관표지 부착	-	필수
		운영	폐액 종류, 성상별 분리 보관	-	필수
			연구실 내 폐기물 보관 최소화 및 주기적인 배출·처리	-	필수

※ '(3-3) 국소배기장비 등' 및 '(4-5) 생물체 취급·관리'의 예외사항

「산업안전보건법」에 따른 유해인자를 취급하지 않을 경우 해당 기준을 적용하지 아니할 수 있음.

산업안전보건법 시행규칙 별표 18(유해인자의 유해성·위험성 분류기준)

[생물학적 인자의 분류기준]

- 가. 혈액매개 감염인자: 인간면역결핍바이러스, B형·C형간염바이러스, 매독바이러스 등 혈액을 매개로 다른 사람에게 전염되어 질병을 유발하는 인자
- 나. 공기매개 감염인자: 결핵·수두·홍역 등 공기 또는 비말감염 등을 매개로 호흡기를 통하여 전염되는 인자
- 다. 곤충 및 동물매개 감염인자: 쯔쯔가무시증, 렙토스피라증, 유행성출혈열 등 동물의 배설물 등에 의하여 전염되는 인자 및 탄저병, 브루셀라병 등 가축 또는 야생동물로부터 사람에게 감염되는 인자

## 4 그 밖의 연구실 설치·운영 기준

구분		준수사항	연구실 위험도		
			저위험	고위험	
(4-1)	연구·실험 장 비  연구실 내 해당 연구·실험장비 사용 시 적용	설치	취급하는 물질에 내화학성을 지닌 실험대 및 선반 설치	권장	필수
			충격, 지진 등에 대비한 실험대 및 선반 전도방지조치	권장	필수
			레이저장비 접근 방지장치 설치	-	필수
			규격 레이저 경고표지 부착	-	필수
			고온장비 및 초저온용기 경고표지 부착	-	필수
			불활성 초저온용기 지하실 및 밀폐된 공간에 보관·사용 금지	-	필수
			불활성 초저온용기 보관장소 내 산소농도측정기 설치	-	필수
			운영	레이저장비 사용 시 보호구 착용	-
고출력 레이저 연구·실험은 취급·운영 교육·훈련을 받은 자에 한해 실시	-	필수			
(4-2)	일 반 적 연 구 실 안전수칙	운영	연구실 내 음식물 섭취 및 흡연 금지	필수	필수
			연구실 내 취침 금지(침대 등 취침도구 반입 금지)	필수	필수
			연구실 내 부적절한 복장 착용 금지(반바지, 슬리퍼 등)	권장	필수
(4-3)	화학물질 취급·관리	운영	취급하는 물질에 대한 물질안전보건자료(MSDS) 게시·비치	-	필수
			성상(유해 특성)이 다른 화학물질 혼재보관 금지	-	필수
			화학물질과 식료품 혼용 취급·보관 금지	-	필수
			유해화학물질 주변 열, 스파크, 불꽃 등의 점화원 제거	-	필수
			연구실 외 화학물질 반출 금지	-	필수
			화학물질 운반 시 트레이, 버킷 등에 담아 운반	-	필수
			취급물질별 적합한 방제약품 및 방제장비, 응급조치 장비 구비	-	필수
(4-4)	기계·기구 취급·관리	설치	기계·기구별 적정 방호장치 설치	-	필수
		운영	선반, 밀링장비 등 협착 위험이 높은 장비 취급 시 적합한 복장 착용 (긴 머리는 묶고 헐렁한 옷, 불필요 장신구 등 착용 금지 등)	-	필수
			연구·실험 미실시 시 기계·기구 정지	-	필수
(4-5)	생 물 체 취급·관리  (※)	설치	출입구 잠금장치(카드, 지문인식, 보안시스템 등) 설치	-	필수
			출입문 앞 생물안전표지 부착	-	필수
			고압증기멸균기 설치	-	필수
			에어로졸의 외부 유출 방지기능이 있는 원심분리기 설치	-	필수
		운영	출입대장 비치 및 기록	-	필수
			연구·실험 시 기계식 피펫 사용	-	필수
		연구·실험 폐기물은 생물학적 활성을 제거 후 처리	-	필수	

### Ⅲ. 각 분야 및 항목별 기준

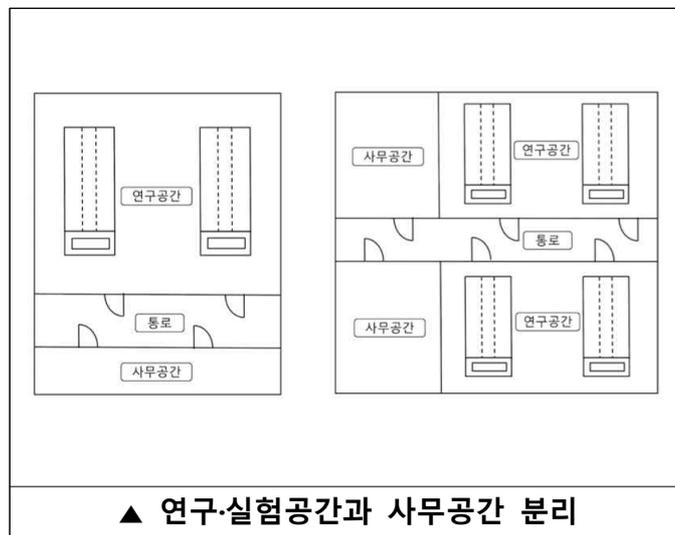
#### 1 주요구조부

##### (1-1) 공간분리

□ [설치]연구·실험공간과 사무공간 분리 **고위험**

○ 연구·실험공간과 사무공간은 별도의 통로나 방호벽으로 구분되어 있고, 연구실은 네 벽면과 천장으로 구성되어야 한다.

※ 2023. 1. 1. 이후 신축·구축·구조변경(리모델링 등)되는 연구실부터 적용



##### (1-2) 벽 및 바닥

□ [설치]기밀성 있는 재질, 구조로 천장, 벽 및 바닥 설치 **고위험**

○ 연구실 내부 벽은 기밀성이 있어야 하며 내구성이 있는 물질(예: 고광택 페인트)로 칠해져서 시설물이 오염되지 않도록 하거나 쉽게 청소할 수 있어야 한다.

□ [설치]바닥면 내 안전구획 표시 **고위험**

○ 위험기계 및 기구·장치를 사용할 경우에는 기계 작동반경을 고려하여 울타리를 설치하거나, 바닥면에 안전구획을 표시하여 실험구역을 명확히 하여야 한다.



▲ 바닥면 내 안전구획 표시

### (1-3) 출입통로

- **[설치]출입구에 비상대피표지(유도등 또는 출입구·비상구 표지) 부착** 저위험 고위험
  - 출입구는 비상시 신속한 대피가 가능하도록 유도등, 비상구, 출입구 표지 등이 부착되어 있어야 한다.
    - 피난구유도등은 피난구의 바닥으로부터 높이 1.5m 이상에 위치하여야 한다.
  
- **[설치]사람 및 연구장비·기자재 출입이 용이하도록 주 출입통로 적정 폭, 간격 확보** 저위험 고위험
  - 출입구의 폭은 장비들의 입출이 가능하도록 90cm 이상이어야 하며, 대형 장비를 사용하는 경우에는 장비의 출입을 위하여 폭이 120cm 이상이어야 한다.
    - 큰 폭의 출입구를 위해 2개의 문짝을 한 조로 설치할 수 있으며, 그 높이는 2.5m ~ 3m 정도가 되어야 한다.
  - 연구실에는 적어도 약 60cm의 통로 간격이 필요하며, 비상 탈출용의 주 통로는 반드시 90cm 이상의 폭을 유지하여야 한다.

#### (1-4) 조명

□ **[설치]**연구활동 및 취급물질에 따른 적정 조도값 이상의 조명장치 설치 고위험

○ 연구실의 조명은 실험활동에 방해되지 않도록 눈부심이나 어두움, 깜빡거림이 없어야 하고 실험특성에 맞는 조도가 되도록 조명을 설치하는 것을 권장한다.

- 일반 연구실: 최소 300lux 이상

- 정밀작업을 수행하는 연구실: 최소 600lux 이상

## 2 안전설비

### (2-1) 환기설비

- **[설치]기계적인 환기설비설치** 고위험
  - 모든 연구실은 기계적인 환기가 가능해야 하며, 환기는 외부의 공기를 유입시키고 내부의 공기를 바깥으로 배출하도록 해야 한다.
  - 연구실 내 후드가 실내 공기를 배기하는 유일한 수단이어서는 안 된다.
  
- **[설치]국소배기설비 배출공기에 대한 건물 내 재유입 방지 조치** 고위험
  - 연구실 후드나 기타 국소배기 설비의 배출공기는 건물로 재유입되지 않도록 충분한 속도로 방출되어야 한다.
  - 배기구를 통한 배기속도는 배기관 내에 액체나 고체물질이 농축되지 않도록 하기 위해 5 ~ 10m/s를 유지하여야 한다.
  
- **[운영]주기적인 환기설비 작동상태(배기팬 훼손상태 등) 점검** 고위험
  - 배기팬 훼손상태 등 환기설비의 작동상태를 정기적으로 확인·관리하여야 한다.

### (2-2) 가스설비

- **[설치]조연성가스와 가연성가스 분리보관** 고위험
  - 지연성 또는 조연성가스와 가연성가스는 약 6m의 거리를 두거나, 그 사이에 높이 약 1.5m의 불연성, 내화성 장애물을 설치하여야 한다.

구분	정의	예시
가연성가스	조연성가스와 반응하여 빛과 열을 내며 연소하는 가스로서 폭발한계의 하한이 10% 이하인 것과 폭발한계의 상한과 하한의 차가 20% 이상인 가스	프로판, 부탄, 메탄 등
조연성가스	가연성가스의 연소를 돕는 가스	공기, 산소, 염소 등

□ **[설치]가스용기전도방지장치 설치** 고위험

- 가스저장시설 내 저장용기가 넘어지는 것을 방지하기 위해 전도방지장치를 설치하여야 한다.
- 가스 실린더 보관대는 체인이나 스트랩 등을 이용하여 실린더의 전도를 방지할 수 있는 구조여야 한다.
  - 전도방지조치(체인 및 스트랩 등)는 실린더 바닥으로부터 1/3, 2/3 지점 2개소에 설치하는 것이 바람직하다.



▲ 가스 실린더 보관대



▲ 스트랩

□ **[설치]취급 가스에 대한 경계, 식별, 위험표지 부착** 고위험

- 고압가스 저장시설의 안전을 확보하기 위하여 고압가스를 취급하는 시설 또는 일반인의 출입을 제한하는 시설이라는 것을 명확하게 알아볼 수 있도록 경계표지, 식별표지 및 위험표지 등 적절한 표지를 해야 한다.
- 외부인의 출입을 통제할 수 있도록 적절한 경계책을 마련해야 한다.



▲ 고압가스 경고표지 예시



▲ 독성가스 저장실 경고표지 예시

## □ [설치]가스누출검지경보장치 설치 고위험

- 독성가스 및 특정고압가스, 공기보다 무거운 가연성가스 등의 저장설비에는 가스가 누출될 경우 이를 신속히 검지하여 효과적으로 대응할 수 있도록 하기 위해 가스누출검지경보장치를 설치하여야 한다. (단, 누출되어 공기 중에서 자기발화하는 가스는 불꽃감지기를 설치)
- 건축물 안에 설치되어 사용설비 등 가스가 누출되기 쉬운 설비를 설치한 곳 주위에는 누출한 가스가 체류하기 쉬운 장소에 이들 설비군의 둘레 10m 마다 1개 이상의 비율로 계산한 수를 설치한다.
- 건축물 밖에 설치되어 있는 설비, 벽 등 구조물에 인접하거나 피트 등의 내부에 설치되어 있는 경우에는 누출한 가스가 체류할 우려가 있는 장소에 그 설비군의 바닥면 둘레 20m마다 1개 이상의 비율로 계산한 수를 설치한다.
- 검지경보장치의 검출부는 가스비중, 주위상황, 가스설비 높이 등 조건에 따라 적절한 높이에 설치한다.
- 검지경보장치의 경보부, 램프의 점등 또는 점멸부는 관계자가 상주하는 곳으로 경보가 울린 후 각종 조치를 하기에 적합한 장소에 설치한다.

## □ [운영]사용 중인 가스용기와 사용 완료된 가스용기 분리보관 고위험

- 충전용기와 잔가스 용기는 각각 구분하여 용기보관 장소에 놓아야 한다.

## □ [운영]가스배관 내 가스의 종류 및 방향 표시 고위험

- 고압가스 저장시설 내에 밸브 등(조작스위치로 개폐하는 것은 제외한다)이 설치된 배관에는 그 배관 내 가스의 종류 및 방향이 표시되도록 해야 한다.



□ **[운영]**주기적인 가스누출검지경보장치 성능 점검 **고위험**

- 가스누출검지경보장치는 항상 작동상태이어야 하며 정기적인 점검과 보수를 통하여 정밀도를 유지하여야 한다.
- 가스누출검지경보장치는 국가표준기본법 및 제조사에서 권장하는 주기에 따라 주기적으로 자체점검을 실시하여야 한다.
  - 가연성 가스누출검지경보장치는 담배연기 등에 의해 경보되지 않아야 한다. 또한, 독성가스 누출감지 경보기는 담배연기, 기기 세척유 가스, 등유의 증발가스, 배기가스 및 탄화수소계 가스, 기타 가스에 의해 경보가 울리지 않아야 한다.
  - 가스감지에서 경보발신까지 걸리는 시간은 경보 농도의 1.6배에서 보통 30초 이내이어야 하며, 암모니아와 일산화탄소 또는 이와 유사한 가스 등을 감지하는 가스누출경보기는 1분 이내로 한다.
  - 경보를 발신한 경우에는 가스농도가 변화하여도 경보가 계속 울려야 하며, 누출 확인 또는 대책을 조치한 때에는 경보를 정지시켜야 한다.

(2-3) 전기설비

□ **[설치]**분전반 접근 및 개폐를 위한 공간 확보 **고위험**

- 실험장비와 분전반 사이에는 충분한 통로를 확보하여야 하며, 분전반을 실험장비 등으로 가려서는 안 된다.



▲ 분전반 설치 부적합 사례



▲ 분전반 설치 적합 사례

□ **[설치]**분전반 분기회로에 각 장치에 공급하는 설비목록 표기 **고위험**

- 분전반에는 각 장치에 공급하는 설비 목록이 표시(명판)되어야 한다. 사용전압이 각각 다른 분기회로가 혼재하는 경우 쉽게 식별할 수 있도록 차단기 가까운 곳에 전압을 표시하여야 한다.



□ **[설치]**고전압장비 단독회로 구성 **고위험**

- 정격소비전력 3kW 이상의 실험장비 또는 고전압을 필요로 하는 분석장비를 사용할 경우에는 분전반과 긴급 차단 스위치를 별도로 설치하여야 한다. 설치 위치는 개별 장비 주변에 설치하되, 모든 연구활동종사자들이 쉽게 작동시킬 수 있는 범위 내에 설치하여야 한다.



□ **[설치]**전기기기 및 배선 등의 모든 충전부 노출방지 조치 **고위험**

- 전기기기 및 배선 등의 모든 충전부는 노출시키지 않아야 한다.
- 분전반의 충전부분은 감전을 방지하기 위하여 다음 방법 중 하나 이상의 방법으로 보호하여야 한다.
  - 충전부가 노출되지 않도록 폐쇄형 외함이 있는 구조
  - 충분한 절연효과가 있는 방호망이나 절연덮개 설치
  - 충전부를 내구성이 있는 절연물로 완전히 덮어 감쌀 것
- 연구실의 전기 배선은 가능한 한 벽이나 천장에서 배선 작업하여 전선으로 인한 누전현상을 방지하도록 하여야 한다.



□ **[운영]**콘센트, 전선의 허용전류 이내 사용 **저위험** **고위험**

- 한 개의 콘센트에 여러 개의 플러그를 사용하거나 문어발식 배선사용을 하면 안 된다.

(2-4) 소방설비

□ **[설치]**화재감지기 및 경보장치 설치 **저위험** **고위험**

- 연구실의 모든 구획에는 화재감지기를 통해 화재를 감지함과 동시에 자동으로 비상벨 등 경보를 울릴 수 있도록 하여야 한다.
  - 감지기 및 경보장치 등과 관련된 세부 설치기준은 ‘자동화재탐지설비 및 시각경보장치의 화재안전기준(NFSC203)’을 따른다.

□ [설치]취급 물질로 인해 발생할 수 있는 화재유형에 적합한 소화기 비치 저위험 고위험

- 연구실 내 또는 복도 등에는 연구자의 이동 동선에 맞게 소화기 등 초기 화재 진압이 가능한 설비를 보유하여 화재 시 사용할 수 있도록 하여야 한다.
- 한 연구실 당 하나 이상의 화재 적응성이 있는 소화기의 비치를 원칙으로 하며, 연구실 규모에 따라 바닥면적 33m<sup>2</sup>마다 한 대씩 비치하여야 한다. 또한 복도에는 소형소화기의 경우 20m 마다, 대형소화기의 경우에는 30m마다 한 대씩 비치하고 필요에 따라 추가 비치하도록 하여야 한다.
- 소화기구의 소화약제별 적응성

소화약제 구분 \ 적응대상		A급	B급	C급	D급
		일반화재	유류화재	전기화재	금속화재
가스	이산화탄소 소화약제(*)	-	○	○	-
	할론 소화약제	○	○	○	-
	할로겐화합물(*) 및 불활성기체 소화약제	○	○	○	-
분말	인산염류 소화약제	○	○	○	-
	중탄산염류 소화약제	-	○	○	**
액체	산알칼리 소화약제	○	○	**	-
	강화액 소화약제	○	○	**	**
	포 소화약제	○	○	**	**
	물·침윤 소화약제	○	○	**	**
기타	고체에어로졸 화합물	○	○	○	-
	마른모래	○	○	-	-
	팽창질석팽창진주암	○	○	-	-
	그밖의것	-	-	-	**

※ D급 화재는 금속전용 소화기구를 이용할 것.

※ “\*”: 이산화탄소 또는 할로겐화합물을 방사하는 소화기구(자동확산소화기를 제외한다)는 지하층이나 무장층 또는 밀폐된 거실로서 그 바닥면적이 20m<sup>2</sup> 미만의 장소에는 설치할 수 없음. 다만, 배기를 위한 유효한 개구부가 있는 장소인 경우에는 그러지 아니함.

※ “\*\*”의 소화약제별 적응성은 「화재예방, 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 제36조에 의한 형식승인 및 제품검사의 기술기준에 따라 화재 종류별 적응성에 적합한 것으로 인정되는 경우에 한함.

- 소화기구와 관련된 세부 설치기준은 ‘소화기구 및 자동소화장치의 화재안전기준 (NFSC 101)’ 을 따른다.

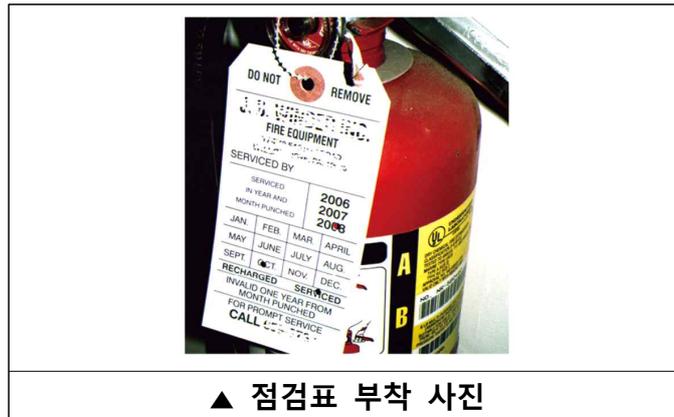
□ **[설치]** 연구실 내부 또는 출입문, 근접 복도 벽 등에 피난안내도 부착 저위험 고위험

- 연구실 내부 및 출입문 등에는 긴급 상황 발생 시 피난이 용이하도록 연구활동종사자가 보기 쉬운 위치에 피난안내도를 부착하여야 한다.



□ **[운영]** 주기적인 소화기 충전상태, 손상여부, 압력저하, 설치불량 등 점검 저위험 고위험

- 모든 소화기들에 대해서는 정기적으로 충전상태, 손상여부, 압력저하, 설치불량 등을 1개월에 1회 점검하고, 그 점검표를 소화기에 부착하여 기록하여야 한다.



**[점검항목]**

- 1) 지정된 장소에 비치되어 있는가?
- 2) 접근 및 식별이 용이한가?
- 3) 명판에 기재된 작동방법을 읽을 수 있으며 전면을 향하고 있는가?
- 4) 봉인줄 및 안전핀이 파손되거나 분실되지 않았는가?
- 5) 소화약제가 적정량 충전되어 있는가?
- 6) 외형상 손상, 부식, 누설 또는 노즐의 막힘이 있는가?
- 7) 압력계 눈금이 작동 가능한 범위나 위치에 있는가?
- 8) 대형소화기의 경우 타이어, 바퀴, 운반대, 호스 및 노즐은 정상 상태인가?

### 3 안전장비

#### (3-1) 긴급세척장비

- **[설치]** 연구실 및 인접 장소에 긴급세척장비(비상샤워장비 및 세안장비) 설치 고위험
  - 부식성, 피부자극성, 독성물질을 취급할 경우 취급 장소로부터 10초(16.8m) 이내에 긴급 세척장비(비상샤워장치 및 세안장치)를 설치하여야 한다.
  - 세부 설치기준은 “kosha guide 세안설비등의 성능 및 설치에 관한 기술 지침”을 따른다.

- **[설치]** 긴급세척장비 안내표지 부착 고위험
  - 연구활동종사자에게 잘 보이는 곳에 긴급세척장비의 설치 안내표지판을 설치하여야 한다.



- **[운영]** 주기적인 긴급세척장비 작동기능 점검 고위험
  - 주기적인 작동기능점검을 통해 분사량, 수질 및 누수여부를 확인한다.
  - 비상샤워장치 분기 1회, 세안설비 주 1회
  - 분사량은 비상샤워장치 분당 80L 이상, 세안설비 분당 1.5L 이상이어야 한다.
  - 긴급세척장비와 공급배관 사이에 차단밸브를 설치하는 경우 항상 열린 상태로 유지하여야 한다.

### (3-2) 시약장(연구실 내 화학물질 보관 시 적용)

#### □ [설치]강제배기장치 또는 필터 등이 장착된 시약장 설치 고위험

- 강제배기장치를 통해 유해공기를 배출하거나, 필터를 통해 유해공기를 순화할 수 있는 성능을 지닌 시약장(예: 밀폐형환기식시약장)을 설치하여야 한다.

#### □ [설치]충격, 지진 등에 대비한 시약장 전도방지조치 고위험

- 지진이 잦은 지역의 연구실은 시약장 전도 방지를 위해 와이어, 폴식기구 등으로 고정하여야 한다.



#### □ [운영]시약장 내 물질 물성이나 특성별로 구분 저장(상호 반응물질 함께 저장 금지) 고위험

- 시약장 내 화학물질은 물성이나 특성별로 저장하여야 한다.
  - 알파벳순이나 가나다 순 등 물질 이름으로 분류·저장하지 않아야 한다.
  - 서로 반응할 수 있는 물질은 함께 두지 않아야 한다.
  - 산성, 염기성, 산화제, 환원제, 과산화물, 금속성물질, 인화성, 발암성, 독성물질 등 종류가 다른 화학약품은 분리하여 저장한다.

**[화학약품 혼합에 따른 반응 위험성]**

약품(A)	약품(B)	반응 위험성
칼륨, 나트륨	물, 이산화탄소, 사염화탄소	격렬한 반응
등	아세틸렌, 과산화수소	분해반응
과망간산칼륨	에틸알코올, 메틸알코올, 빙초산, 벤조아레히드	급격한 산화반응
염소	암모니아, 아세틸렌, 부탄, 프로판, 수소, 나트륨, 벤젠	격렬한 반응, 생성물분해
과산화수소	등, 철, 금속, 아세톤, 아닐린, 유기물	급격한 분해반응
질산	삭산 아닐린, 크롬산, 인화성액체	발열, 산화반응
아세틸렌	염소, 취소, 불소, 등, 은, 수은	격렬한 발열반응, 생성물 분해
인화성액체	질산암모늄, 삼산화크롬, 과산화수소, 과산화나트륨	산화반응, 과산화물 생성, 급격한 반응

**[실험실용 냉장고에 대한 안전기준]**

- 1) 가연성 물질과 같은 특별한 위험이 있는 물질은 일반냉장고에 보관하지 않도록 함.
- 2) 시약장이 아닌 냉장고 내 시약보관 기간은 가능한 짧게 하여야 함.
- 3) 냉장고 속에 보관되는 용기는 완전히 밀폐되거나 뚜껑이 있어야 함.
  - 알루미늄 호일, 코르크마개, 유리마개 등으로 제작된 물질들은 가능한 냉장고 내 보관하지 말아야 함.
- 4) 용기가 넘어지지 않도록 안전하게 놓아야 함.
- 5) 물질표지 및 안전라벨을 부착하여야 함.
- 6) 냉장고는 서리가 끼지 않는 것을 사용하여야 함(물이 떨어지는 것을 방지).
- 7) 정기적으로 청소 및 정리정돈을 하여야 함.

**□ [운영]시약장 내 모든 물질 명칭, 경고표지 부착 고위험**

- 시약장내 모든 물질은 명칭, 안전라벨을 부착하여 연구자가 알아볼 수 있도록 해야 한다.

**□ [운영]시약장 내 물질의 유통기한 경과 및 변색여부 확인·점검 고위험**

- 유통기한 경과 및 변색 여부 등을 연 1회 이상 확인하고 사용하지 않는 물질은 안전하게 폐기하여야 한다.

□ **[운영]**시약장별 저장 물질 관리대장 작성·보관 고위험

○ 각 시약장 별로 저장하는 물질에 대한 관리대장을 작성하고 보관하여야 한다.

**(3-3) 국소배기장비 등(연구실 내 화학물질, 생물체 등 취급 시 적용)**

※ '(3-3) 국소배기장비 등' 및 '(4-5) 생물체 취급·관리'의 예외사항

「산업안전보건법」에 따른 유해인자를 취급하지 않을 경우 해당 기준을 적용하지 아니할 수 있음.

**산업안전보건법 시행규칙 별표 18(유해인자의 유해성·위험성 분류기준)**

**[생물학적 인자의 분류기준]**

- 
- 가. 혈액매개 감염인자: 인간면역결핍바이러스, B형·C형간염바이러스, 매독바이러스 등 혈액을 매개로 다른 사람에게 전염되어 질병을 유발하는 인자
  - 나. 공기매개 감염인자: 결핵·수두·홍역 등 공기 또는 비말감염 등을 매개로 호흡기를 통하여 전염되는 인자
  - 다. 곤충 및 동물매개 감염인자: 쯔쯔가무시증, 렙토스피라증, 유행성출혈열 등 동물의 배설물 등에 의하여 전염되는 인자 및 탄저병, 브루셀라병 등 가축 또는 야생동물로부터 사람에게 감염되는 인자
- 

□ **[설치]**흡후드 등의 국소배기장비 설치 고위험

- 흡후드는 공기의 흐름, 난류를 발생시킬 우려가 있는 행위 또는 시설(일반적인 환기시설, 출입통로 등)로부터 이격시켜 설치하여야 한다.
- 흡후드 측면과 건물의 주요 구조부(벽, 기둥 등) 간의 간격은 공기의 유입에 영향을 주지 않도록 이격시켜 설치하여야 한다.
- 흡후드 샷시 유리는 안전유리로 하며, 외부에 방폭필름을 부착하는 것이 좋다.

□ **[설치]적합한 유형, 성능의 생물안전작업대 설치** 고위험

- 생물안전작업대(Biological Safety Cabinet)는 유전자변형생물체 뿐만 아니라 병원체, 감염성 물질을 다루는 연구실에서 사용되는 대표적 밀폐장치로, 감염 위험요인이 있는 BL3 이상 연구실 영역에서는 반드시 설치하여야, 하고 BL2 연구실 영역에서도 설치를 권장한다.
- 생물안전작업대는 방수성, 내열성, 내화학성이어야 한다. 이 때 제1군 병원체를 취급하는 경우에는 1등급 생물안전작업대를, 제2군 병원체를 취급할 때에는 2등급 생물안전작업대를, 제3군 및 4군 병원체를 취급할 때에는 3등급 생물안전작업대를 사용하여야 한다.
- 생물안전작업대는 연구실 입구, 기둥, 벽 등과 적당한 거리를 유지하여 내부 공기 흐름을 방해하지 않도록 하여야 한다.
- 생물안전작업대는 국제적으로 통용되고 있는 성능시험을 모두 통과한 것을 사용하는 것이 바람직하다.

□ **[운영]흡, 가스, 미스트 등의 유해인자가 발생되거나 병원성미생물 및 감염성물질 등 생물학적 위험 가능성이 있는 연구개발활동은 적정 국소배기장비 안에서 실시** 고위험

- 흡후드 사용 시 샷시의 높이는 작업자의 코 위치 아래로 낮추어 사용하여야 한다.
- 흡후드 내 사용 장비의 위치는 공기의 흐름을 저해하지 않도록 샷시 입구로부터 15~20cm 뒤에서 작업하는 것이 바람직하다.
- 흡후드를 사용하지 않을 때는 항상 닫아 두어야 한다.
- 흡후드 안에서 작업할 때에는 움직임을 최소화 하고, 외풍이 교차되는 부분을 고려하여 작업하여야 한다.
- 흡후드를 사용하는 동안에는 머리카락이나 몸이 후드 밖에 위치하도록 하여야 한다.
- 흡후드 내의 방폭등이 정상 작동하는지 확인하고 샷시의 유리가 안전유리 재질인지 확인하여야 한다.

## □ [운영]주기적인 흡후드 성능(제어풍속) 점검 고위험

- 흡후드의 제어풍속은 개방상태로 개구면에서 가스상태의 경우 면속도 0.4m/s 이상, 입자상태의 경우 0.7m/s 이상 유지하여야 하며, 풍속을 감지하는 센서를 부착하는 것이 좋다.
- 각각의 흡후드에는 라벨을 부착하고, 라벨은 다음 정보를 포함하여야 한다.
  - 점검주시, 최종 점검일, 평균 면속(face velocity), 팬의 위치, 점검자 성명 등
- 흡후드는 연 1회 이상 다음 사항에 대해 점검을 실시하고, 제어풍속은 분기별 1회 측정하여 이상 유무를 확인하여야 한다.
  - 흡후드 내부, 샤프트 및 덕트의 물리적인 조건에 대해 육안검사
  - 각 경보위치에서 저기류와 기류손실 정보
  - 유량 모니터링
  - 표면속도
  - 전체 후드 표면 위의 내부 기류의 변동
  - 후드의 성능에 영향을 미칠 수도 있는 작업구역 환경의 변화

## □ [운영]흡후드 내 청결상태 유지 고위험

- 흡후드는 항상 양호한 상태로 유지되어야 하며, 후드나 배기장치에 이상이 생겼을 경우에는 즉시 수리를 의뢰하고 수리중이라는 표지를 표시해야 한다.

□ **[운영]** 생물안전작업대 내 UV램프 및 HEPA필터 점검 고위험

- 생물안전작업대의 UV 램프와 형광등이 동시에 작동이 되는지 확인한다. 조명이나 UV 램프는 매월 점검하여 정상 작동하는지 확인하여야 한다.
  - UV 램프는 연구활동종사자를 보호하기 위해 문이 열릴시 자동으로 꺼지거나 알람이 작동해야 한다.
- 생물안전작업대 내부는 오염되지 않고 항상 청결한 상태로 유지되도록 주의해야하며, 안전유지를 위해 일정기간 마다 공기흐름 및 HEPA필터의 효율 등에 대한 점검을 실시해야 한다.
- HEPA필터는 주기적으로 점검하여야 하고, 이상이 있을 경우 교체하여야 한다.
  - HEPA필터의 안전성 유지를 위해 표면 손상이나 개스킷과의 누기 여부를 확인하여야 한다.
- 생물안전작업대는 연기 발생기나 스모크 등으로 기류 흐름을 확인하여야 한다.
  - 바닥까지 연기가 내려오는 동안 와류나 공기의 섞임 현상이 있는지 또는 외부 유출이 없는지 확인한다.

### (3-4) 폐기물 저장장비

□ **[설치]** 「폐기물관리법」에 적합한 폐기물 보관 장비·용기 비치 고위험

- 폐기물은 부식 또는 손상되지 않는 재질로 된 보관 용기나 보관시설에 보관하여야 한다.
- 의료폐기물은 폐기물 종류별 전용 용기를 사용하여야 한다.

구분	보관시설	전용용기	도형 색상	보관기간	
격리의료폐기물	조직물류 폐기물과 성상이 같은 폐기물: 전용냉장시설(4℃ 이하) 그 밖의 폐기물: 밀폐된 전용보관 창고	상자형 (합성수지)	붉은색	7일	
위해의료폐기물	조직물류	전용 냉장시설(4℃ 이하) ※ 치아 및 방부제에 담긴 폐기물 (밀폐된 전용 보관창고)	상자형 (합성수지)	노란색	15일 (치아 60일)
	조직물류 (재활용하는 태반)	전용 냉장시설(4℃ 이하)	상자형 (합성수지)	녹색	15일
	손상성	밀폐된 전용보관 창고	상자형 (합성수지)	노란색	30일
	병리계	밀폐된 전용보관 창고	봉투형	검정색	15일
			상자형 (골판지)	노란색	
	생물·화학	밀폐된 전용보관 창고	봉투형	검정색	15일
			상자형 (골판지)	노란색	
	혈액오염	밀폐된 전용보관 창고	봉투형	검정색	15일
상자형 (골판지)			노란색		
일반의료폐기물	밀폐된 전용보관 창고	봉투형	검정색	15일	
		상자형 (골판지)	노란색		

□ **[설치]** 폐기물 종류별 보관표지 부착 고위험

- 보관 중인 각 폐액용기에는 품명, 특성, 주의사항 등이 적힌 라벨을 부착하여야 한다.



## 4 그 밖의 연구실 설치·운영 기준

### (4-1) 연구·실험 장비(연구실 내 해당 연구·실험장비 사용 시 적용)

#### □ [설치]취급하는 물질에 내화학성을 지닌 실험대 및 선반 설치 고위험

- 실험대의 작업 표면은 연구실에서 사용되는 화학물질 또는 재료 등에 대해 불침투성이어야 한다.
  - 특히 염산, 질산, 황산 등의 산(acid) 등에 강한 저항성을 갖추어야 한다.
  - 화학물질에 대한 실험대 표면 재질의 취약성

구분	Melamine resin	PP	Solid grade aminate	Epoxy	Stainless steel	Stoneware	Composite worktop	Glass
Damaging Materials	HCl HNO <sub>3</sub> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ozone Chloroform Benzol HNO <sub>3</sub>	HCl HNO <sub>3</sub> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HF	Chlorine Bromine compound H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HF	HF	HF

#### □ [설치]충격, 지진 등에 대비한 실험대 및 선반 전도방지조치 고위험

- 실험대 및 실험대 각 선반은 장비, 용기 및 시약 등의 하중을 충분히 견딜 수 있는 구조로 설치하고 각 선반에 펜스를 설치하여 용기, 시약 등이 전도되지 않도록 하여야 한다.

□ [설치]레이저장비 접근 방지장치 설치 고위험

- 연구실에서 사용되는 레이저장비의 경우, 연구자의 접근이 필요할 때를 제외하고는 사람의 접근을 방지하는 보호 하우징을 설치하여야 한다.
- 레이저빔은 그 유용한 빔경로 끝에서 종결되어야 하며, 위험한 빔 경로가 제어 영역을 넘으면 모든 경우 종단되어야 한다.
- 3B등급 이상의 고출력 레이저에는 유사시에 레이저의 전원을 차단하는 인터락 시스템<sup>1)</sup>이 설치되어 있어야 한다.
- 연구실 출입문에는 레이저 작동 중임을 알리는 경광등 및 비상 버튼 설치가 되어 있어야 한다.

□ [설치]규격 레이저 경고표지 부착 고위험

- 레이저를 사용하는 연구실 입구에는 레이저 이용 연구실 정보와 레이저 경고 표지를 부착하여야 한다.
  - 레이저 안전관리자 이름 및 연락처, 사용 중인 레이저들에 대한 상세정보(등급, 파장, 출력)가 표시된 레이저 이용 연구실 정보 부착
  - 일반인의 출입을 금지하는 표시(관계자 외 출입금지) 부착

레이저 이용 연구실 정보							
 <div style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; text-align: center;"> <b>레이저광선</b>                      Caution-Laser beam                 </div>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">연구실명</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">지도교수 (연구책임자)</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">레이저 안전관리자 (연락처)</td> <td></td> </tr> </table>	연구실명		지도교수 (연구책임자)		레이저 안전관리자 (연락처)	
연구실명							
지도교수 (연구책임자)							
레이저 안전관리자 (연락처)							
장비명: 등   급: 파   장: 출   력:							
<b>▲ 레이저 이용 연구실 정보</b>	<b>▲ 레이저 경고 표지</b>						

1) 인터락 시스템: “인터락 시스템” 이란 레이저가 동작하고 있을 때, 실험실 출입문 혹은 인클로저가 임의로 열릴 시 레이저출력이 외부로 노출되지 않도록 빔셔터로 레이저 출력을 차단하거나 그 동작 자체를 정지시키는 시스템으로 3B등급 이상의 고출력 레이저에는 필수적으로 설치되어야 한다.

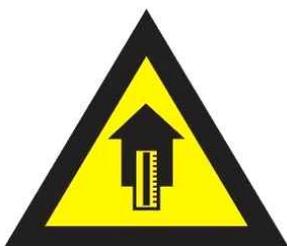
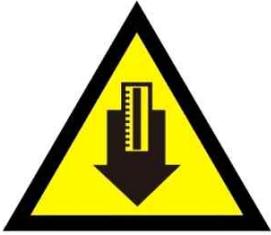
[등급별 레이저의 정의]

1등급 레이저	특정 광학계* 사용을 포함한 보통의 사용조건에서 안전하고 위해성이 없는 레이저 * 특정광학계: 주어진 조건에서 사용될 경우, 레이저 광선의 광세기가 보통의 사용 조건에서 보다 더욱 높아지는 효과를 가져올 수 있는 광학기구 및 장치를 말함
2등급 레이저	가시광선영역(400~700 nm)의 파장에서 동작하고, 특정 광학계 사용을 포함한 보통의 사용 조건에서 안구가 레이저광선에 노출되었을 때, 가시광선 특성상 유발된 눈 깜박임과 같은 반사작용을 통해 안구가 보호될 수 있는 수준까지의 출력 특성을 갖는 레이저
2M등급 레이저	가시광선영역(400~700 nm)의 파장에서 동작하고, 특정 광학계 사용을 제외한 보통의 사용 조건에서 안구가 레이저광선에 노출되었을 때 가시광선 특성상 유발된 눈 깜박임과 같은 반사작용을 통해 안구가 보호될 수 있는 수준까지의 출력 특성을 갖는 레이저
3R등급 레이저	직접적으로 레이저광선에 노출되는 경우 잠재적인 위해성이 있고 가시광선영역(400~700 nm)에서 동작하는 경우에는 2등급 레이저 노출한계의 5배 이하의 출력을 가지고, 비가시광선 영역에서 동작하는 경우에는 1등급 레이저 노출한계의 5배 이하의 출력을 가지는 레이저
3B등급 레이저	난반사되거나 산란된 레이저광선에 의한 노출에는 안전하지만 직접적으로 레이저광선에 노출되는 경우에는 위해성이 있는 레이저
4등급 레이저	직접적인 노출뿐만 아니라 난반사 및 산란 등에 의한 간접적인 노출에도 위해성이 있고 안구 및 피부 손상, 화재 등의 사고를 야기할 수 있어 A3용에 각별한 주의가 요구되는 레이저

□ [설치]고온장비 및 초저온용기 경고표지 부착 고위험

○ 고온장비 및 초저온용기에는 관련 안전표지를 부착하여야 한다.

- 고온장비: 고압멸균기, 오븐, 핫플레이트, 퍼니스 등
- 초저온용기: 액체헬륨, 액체질소, 액체수소, 액체알곤, 액체산소 및 액체메탄 충전용기 등

 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">고온 경고</div>	 <div style="background-color: yellow; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">저온경고 LOW TEMPERATURE</div>
▲ 안전표지 부착 예시(고온장비)	▲ 안전표지 부착 예시(초저온용기)

□ **[설치] 불활성 초저온용기 지하실 및 밀폐된 공간에 보관·사용 금지** 고위험

- 액체질소, 액체알곤 등 불활성의 초저온가스(이산화탄소 포함) 용기는 지하실 및 밀폐된 공간에서 보관 또는 사용할 수 없다.

□ **[설치] 불활성 초저온용기 보관장소 내 산소농도측정기 설치** 고위험

- 액체질소 등 초저온가스를 보관 및 사용하는 연구실 내부에는 반드시 산소농도 측정기를 설치하여야 한다.

□ **[운영] 레이저장비 사용 시 보호구 착용** 고위험

- 레이저 실험을 진행할 경우, 광선으로부터 안구를 적절히 보호할 수 있도록 제작된 레이저보안경 및 보호 장비를 반드시 착용하여야 한다.
  - 단, 모든 파장으로부터 안구를 보호할 수 있는 보안경은 존재하지 않으므로 실험에 사용되고 있는 레이저의 동작 파장에 따라 그에 적합한 보안경을 선택해 착용하여야 한다.
  - 어떤 종류의 보안경을 사용하더라도 시야가 충분히 확보되어 안전하게 이동할 수 있어야 한다.
  - 레이저 노출에 따라 발생 할 수 있는 신체 손상(피부 화상)을 보호할 수 있는 실험복 및 팔 덮개, 장갑을 착용하여야 한다.
- 4등급 레이저 사용자는 모든 방향에서 오는 레이저광선을 막을 수 있는 보안경을 착용하여야 한다.
- 레이저 실험을 할 경우, 넥타이 착용 및 느슨한 옷을 입는 것을 피해야 하며, 긴 머리 등으로 시야를 가리지 않도록 해야 한다.

□ **[운영] 고출력 레이저 연구실험은 취급·운영 교육훈련을 받은 자에 한해 실시** 고위험

- 고출력 레이저의 실험은 안전관리자가 부여한 권한이 있는 연구자만 수행하여야 하며, 2명 이상의 연구자가 함께 진행하는 것을 권장한다.
  - 레이저 사용자는 사전에 안전관리자에게 레이저 사용방법 및 취급절차 등 교육·훈련을 받아야 한다.

- 4등급 레이저 사용자는 레이저 사용과 관련한 작동법 및 안전지침을 완벽히 숙지하고 기기를 사용하여야 한다.

# 레이저 Laser 안전수칙

Safety rules



## 레이저 일반 안전사항



- 레이저의 동작특성을 충분히 숙지하고 안전지침을 따를 것
- 레이저의 위치, 레이저광선의 경로, 사용하는 광학계의 위치를 숙지할 것
- 레이저광선으로 인해 레이저 사용자뿐만 아니라 주변 사람들에게도 안전사고가 발생할 수 있음을 숙지 할 것
- 레이저광선이 사용자의 눈높이를 피해 진행하도록 할 것
- 의도되지 않은 반사 및 산란광선이 발생하지 않도록 광학부품을 정렬 할 것
- 고전류나 고전압으로 레이저를 동작시키는 경우, 전기 안전사고에 유의 할 것
- 사용하는 레이저에 따라 적합한 보안경 및 보호 장비를 착용할 것
- 레이저 안전수칙 및 안전지침서 등 설비 운영에 관한 안전교육을 수강할 것

※레이저 안전교육: 환경안전원(www.ieps.snu.ac.kr)

- 레이저 실험은 레이저 안전관리자가 부여한 권한이 있는 사용자만 수행 할 것
- 실험을 진행하기 전에 안전조치 사항 및 안전장치의 동작여부를 확인할 것
- 유사시에 레이저 출력을 차단하거나 그 동작을 정지시키는 인터락 시스템을 설치할 것
- 레이저광선에 노출되었을 시 유독 가스를 발생시킬 수 있는 물질들은 레이저광선 경로로부터 멀리 둘 것

## 고출력 레이저 (등급 3B, 등급 4) 안전 수칙



## 레이저 안전사고 조치사항



- 레이저 안전사고 발생 시 즉시 레이저 동작을 정지시키고, 가능할 경우 전원을 차단 할 것
- 안구가 레이저광선에 노출되었거나 그 노출이 의심되는 사람은 즉시 병원 검사를 받을 것
- 안전사고 발생 시 레이저 안전관리자 및 환경안전원(880-5500)에 연락할 것

서울대학교 환경안전원 IEPS(Institute of Environmental Protection and Safety, SNU)  
TEL. 02-880-5500

### ▲ 레이저 안전수칙

## (4-2) 일반적 연구실 안전수칙

### □ [운영]연구실 내 음식물 섭취 및 흡연 금지 저위험 고위험

- 연구실 내에서는 음식물을 섭취하거나 담배를 피우지 않아야 한다.
  - 연구실 내 냉장고, 유리기구 등에 음식이나 음료를 보관·취급하지 않아야 한다.

### □ [운영]연구실 내 취침 금지(침대 등 취침도구 반입 금지) 저위험 고위험

- 연구실에서는 취침 등의 행위를 하여서는 안 된다.

### □ [운영]연구실 내 부적절한 복장 착용 금지(반바지, 슬리퍼 등) 고위험

- 연구실 내에서는 긴 소매 실험복 및 긴 바지, 발등이 덮이는 신발을 착용하여야 한다.
  - 반바지, 치마, 슬리퍼 등을 착용하여서는 안 된다.
- 유해물질 등을 취급하는 연구활동종사자에게는 마스크, 눈 보호용 고글, 장갑, 실험복, 안면보호대 등 적절한 보호 장비를 제공하고 사용토록 하여야 한다. 다만, 연구실 바깥에서는 착용하지 않아야 한다.

## (4-3) 화학물질 취급·관리

### □ [운영]취급하는 물질에 대한 물질안전보건자료(MSDS) 게시·비치 고위험

- 취급하는 유해물질에 대한 물질안전보건자료(MSDS)를 게시하고, 이를 숙지하여야 한다.
- 화학물질을 취급하는 연구자에게는 대상 화학물질의 물질안전보건자료(MSDS)에 관한 안전·보건교육을 실시하여야 한다.

□ **[운영]성상(유해 특성)이 다른 화학물질 혼재보관 금지** 고위험

- 종류가 다른 화학물질을 같은 보관시설 안에 보관하는 경우에는 화학물질간의 반응성을 고려하여 칸막이나 바닥의 구획선 등으로 구분하여 상호간에 필요한 간격을 두어야 한다.
  - 폭발성 물질과 같이 불안정한 물질은 폭발 반응을 방지하는 방법으로 보관한다.
  - 고체 유해화학물질은 밀폐한 상태로 보관하고 액체, 기체인 경우에는 완전히 밀폐 상태로 보관한다.

□ **[운영]화학물질과 식료품 혼용 취급·보관 금지** 고위험

- 유해화학물질은 식료품, 사료, 의약품, 음식과 함께 혼합 보관하거나 운반하지 말아야 한다.

□ **[운영]유해화학물질 주변 열, 스파크, 불꽃 등의 점화원 제거** 고위험

- 열, 스파크, 불꽃 등의 점화원은 화재, 폭발 위험이 높은 유해화학물질로부터 제거하여야 한다.

□ **[운영]연구실 외 화학물질 반출 금지** 고위험

- 유해화학물질을 연구실 외부로 반출하지 않아야 한다.
  - 연구실 복도에 보관하는 경우 해당 시약장은 항상 시건장치가 되어 있어야 한다.
- 연구실의 유해화학물질 입고량, 출고량을 정확히 파악하여 관리대장의 기록과 항상 맞도록 하여야 한다.
- 유해화학물질을 취급하거나 저장·적재·입출고 중에는 내용물이 환경 중으로 유출되지 않도록 포장하여야 한다.

□ **[운영]화학물질 운반 시 트레이, 버킷 등에 담아 운반** 고위험

- 화학물질 운반 시에는 직접 용기를 들어 운반하기 보다는 트레이, 버킷 등에 담아 운반하여야 한다.
- 화학물질을 운반하는 경우 해당 물질이 유출되거나 누출되었을 때 상호반응을 일으켜 화재, 유독가스 생성, 발열 등의 사고를 일으킬 수 있는 물질과 함께 운반하지 않아야 한다.
- 버스, 철도, 지하철 등 대중 교통수단을 이용하여 유해화학물질을 운반하지 않아야 한다.
- 유해화학물질을 우편 또는 택배로 보내지 않아야 한다.
- 차량의 운전석이나 승객이 타는 자리 옆에 유해화학물질을 두지 말고 반드시 지정된 화물칸으로 이송하고 화물칸은 덮개를 덮어야 한다.
- 유해화학물질을 이송할 때에는 화학물질의 증기, 가스가 대기 중으로 누출되지 않도록 한다.
- 유해화학물질을 운반하는 도중에 발생할 우려가 있는 화재, 폭발, 유출·누출에 대한 위험방지 조치를 하여야 한다.
- 고체 유해화학물질을 이송 시에는 비산하는 분진이 없도록 한다.

□ **[운영]취급물질별 적합한 방제약품 및 방제장비, 응급조치 장비 구비** 고위험

- 취급 물질에 따른 개인보호구 예시

취급물질	개인보호구
인화성 액체	① 보안경, 튕 수 있는 잠재적인 위험이 있는 경우 고글이나 보안면 ② 실험복, 가열 등의 실험이나 4L 이상의 양을 사용할 경우 노멕스 ③ 소재의 방염 성능 실험복 ④ 적합한 내화학성 장갑
부식성 액체	① 보안경, 튕 수 있는 잠재적인 위험이 있는 경우 고글이나 보안면 ② 실험복, 튕 수 있는 잠재적인 위험이 있는 경우 내화학성 앞치마 ③ 적합한 내화학성 장갑
극저온 액체 또는 드라이아이스	① 보안경, 튕 수 있는 잠재적인 위험이 있는 경우 고글이나 보안면 ② 실험복 ③ 절연된 방한 장갑
압축 가스	① 보안경 ② 필요한 경우에(예, non-inert 가스와 연결하거나 끊을 경우) 실험복 ③ 필요한 경우에(예, 실린더 취급시) 장갑, non-inert 가스와 연결하거나 끊을 경우에는 내화학성 장갑

취급물질	개인보호구
금수성 물질 (또는 발열반응)	① 고글과 보안면 ② 방염성 실험복(예, 노멕스 등) ③ 적절한 내화학성 장갑 ④ 비합성 의복
폭발성 물질	① 고글과 보안면 ② 방염성 실험복(예, 노멕스 등) ③ 헤비 웨이트 장갑(예, 정전기 방지용 PVC 장갑 등) ④ 공학적 제어시 방폭 실드(blast shield)
나노 물질	① 보안경, 될 수 있는 잠재적인 위험이 있는 경우 고글이나 보안면 ② Tyvek 형태의 일회용 작업복(또는 실험복) ③ 적절한 내화학성 장갑
발암성, 생식독성, 고독성 물질	① 보안경, 될 수 있는 잠재적인 위험이 있는 경우 고글이나 보안면 ② 실험복 ③ 적절한 내화학성 장갑
화학적으로 보존된 동물/인체 표본	① 보안경 ② 가운 또는 실험복 ③ 적절한 내화학성 장갑
기타 위험물질	① 보안경 ② 실험복 ③ 적절한 내화학성 장갑

○ 방제약품

- 황산, 염산, 황산반토, 소석회, 가성소다, 활성탄 등

○ 방제자재

- 오일웬스, 흡착제(흡착포, 흡착분, 흡착물), 유처리제(분말, 액체) 등

#### (4-4) 기계·기구 취급·관리

□ [설치]기계·기구별 적정 방호장치 설치 고위험

○ 기계의 위험점이 있을 경우 적절한 방호장치를 설치하여 안전조치 하여야 한다.

- 위험점 종류: 협착점, 끼임점, 절단점, 물림점, 접선물림점, 회전말림점 등
- 방호장치 종류: 덮개, 울, 슬리브, 건덜다리, 반발예방장치, 역화방지기 등

□ **[운영]선반, 밀링장비 등 협착 위험이 높은 장비 취급 시 적합한 복장 착용**  
**(긴 머리는 묶고 헐렁한 옷, 불필요 장신구 등 착용 금지 등) 고위험**

- 기계·물리분야 연구실에서는 취급하는 장비 등에 적합한 개인보호구를 반드시 착용하여야 한다. 단, 회전기계 운전 시에는 장갑 사용을 금지한다.
  - 안전모, 보안경, 청력보호구, 보안면, 보호복, 안전화 등
- 고열에 노출되거나 다량의 고열물체를 취급하는 경우 또는 매우 더운 장소에서 작업을 수행하는 경우에는 방열장갑, 방열복 등의 개인보호구를 착용하여야 한다.

□ **[운영]연구·실험 미 실시 시 기계·기구 정지 고위험**

- 실험을 실시하지 않을 경우에는 기계·기구를 정지시켜 놓아야 한다.
- 기계를 정지시킬 때 완전히 정지될 때까지는 손을 대지 말아야 하며 기계의 타력(여력)을 손이나 공구, 기타 물건으로 정지시키려 하지 말아야 한다.
- 기계의 취급은 인가자에 한하여 실시하며 정지 중 타인에 의해 작동되지 않도록 관계자의 작동금지 표지를 걸어 두는 것이 좋다.



## (4-5) 생물체 취급·관리

### ※ '(3-3) 국소배기장비 등' 및 '(4-5) 생물체 취급·관리'의 예외사항

「산업안전보건법」에 따른 유해인자를 취급하지 않을 경우 해당 기준을 적용하지 아니할 수 있음.

#### 산업안전보건법 시행규칙 별표 18(유해인자의 유해성·위험성 분류기준)

##### [생물학적 인자의 분류기준]

- 가. 혈액매개 감염인자: 인간면역결핍바이러스, B형·C형간염바이러스, 매독바이러스 등 혈액을 매개로 다른 사람에게 전염되어 질병을 유발하는 인자
- 나. 공기매개 감염인자: 결핵·수두·홍역 등 공기 또는 비말감염 등을 매개로 호흡기를 통하여 전염되는 인자
- 다. 곤충 및 동물매개 감염인자: 쯔쯔가무시증, 렙토스피라증, 유행성출혈열 등 동물의 배설물 등에 의하여 전염되는 인자 및 탄저병, 브루셀라병 등 가축 또는 야생동물로부터 사람에게 감염되는 인자

##### [생물 연구시설의 안전관리 등급 분류]

등급	대상
1등급 연구시설 (BL1)	건강한 성인에게는 질병을 일으키지 아니하는 것으로 알려진 생물체와 환경에 대한 위해를 일으키지 아니하는 것으로 알려진 생물체를 개발하거나 이를 이용하는 실험을 실시하는 시설
2등급 연구시설 (BL2)	사람에게 발병하더라도 치료가 용이한 질병을 일으킬 수 있는 생물체와 환경에 방출되더라도 위해가 경미하고 치유가 용이한 생물체를 개발하거나 이를 이용하는 실험을 실시하는 시설
3등급 연구시설 (BL3)	사람에게 발병하였을 경우 증세가 심각할 수 있으나 치료가 가능한 생물체와 환경에 방출되었을 경우 위해가 상당할 수 있으나 치유가 가능한 생물체를 개발하거나 이를 이용하는 실험을 실시하는 시설
4등급 연구시설 (BL4)	사람에게 발병하였을 경우 증세가 치명적이며 치료가 어려운 생물체와 환경에 방출되었을 경우 위해가 막대하고 치유가 곤란한 생물체를 개발하거나 이를 이용하는 실험을 실시하는 시설

### □ [설치]출입구 잠금장치(카드, 지문인식, 보안시스템 등) 설치 고위험

- 생물 연구실 주출입구에는 잠금장치(카드, 지문인식시스템, 보안시스템 등)를 설치하여야 한다.(BL1, BL2 권장)

□ **[설치]**출입문 앞 생물안전표지 부착 **고위험**

- 유전자변형생물체를 취급할 경우 출입문 앞에 생물안전표지(유전자변형생물체의 정보, 시설번호, 안전관리등급, 시설 관리자의 이름 및 연락처 등)를 부착하여야 한다.



□ **[설치]**고압증기멸균기 설치 **고위험**

- 실험 중 발생하는 감염성 폐기물을 안전하게 처리하기 위한 고압증기멸균기를 설치하여야 한다.(BL3, BL4의 경우 양문형 고압증기멸균기 사용)

□ **[설치]**에어로졸의 외부 유출 방지기능이 있는 원심분리기 설치 **고위험**

- 원심분리기를 사용하는 경우 에어로졸의 외부 유출 방지기능이 있는 원심분리기를 설치하여야 한다.



□ **[운영]**출입대장 비치 및 기록 **고위험**

- 연구실 출입문은 항상 닫아 두며 승인받은 자만 출입하여야 한다.(BL1 권장)
- 연구실에 출입대장을 비치하고 출입자를 기록 관리하여야 한다.(BL1 제외, BL2 권장)

□ **[운영]**연구·실험 시 기계식 피펫 사용 **고위험**

- 피펫팅을 하는 경우 입으로 빠는 행위는 절대 하지 말아야 하며, 기계식 피펫을 사용하여야 한다.

□ **[운영]**연구·실험 폐기물은 생물학적 활성을 제거 후 처리 **고위험**

- 모든 폐기물은 고압증기멸균이나 화학제 등을 사용하여 생물학적 활성을 제거한 후 처리하여야 한다.

## IV. 별표

### 별표 1 환경안전원 실험 폐수 및 폐기물 처리에 관한 지침

## 실험 폐수 및 폐기물 처리에 관한 지침

(개정; 2019. 5. 29)

### - 환경안전원 -

#### 용어의 정의

**폐수** : "폐수"라 함은 액체성 또는 고체성의 수질오염물질이 혼입되어 그대로 사용할 수 없는 물을 말한다. (환경부 수질환경보전법 2조4항)

1. 배출하고자 하는 용수(수돗물, 증류수 등)에 화학물질이 혼입되어 그대로 사용할 수 없는 물 (세척수, 실험실 폐수, 폐산, 폐알칼리, 기타 중금속 등)

**지정폐기물** : "지정폐기물"이라 함은 사업장폐기물 중 폐유·폐산 등 주변환경을 오염시킬 수 있거나 의료폐기물 등 인체에 위해를 줄 수 있는 유해한 물질을 말한다.

(환경부 폐기물관리법 2조4항)

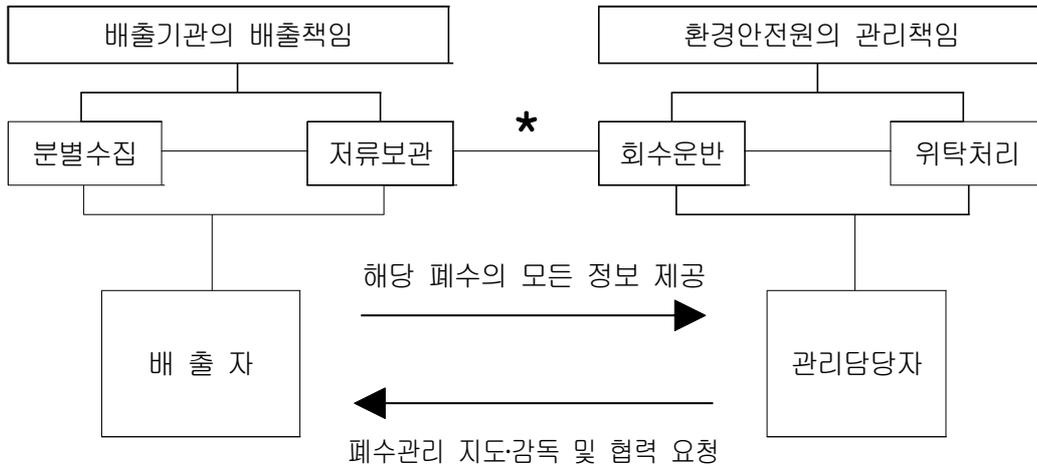
1. 시약병에 남아 있는 액체 및 고체 시약(폐산, 폐알칼리, 폐유독물, 폐유기용제 등)
2. 실험과정에서 발생하는 고체 폐기물(폐산, 폐알칼리, 폐유독물, 폐유기용제 등)
3. 실험과정에서 용수가 혼합되지 않고 발생하는 폐유(엔진 오일, 윤활유 등)

환경안전원(이하 '안전원'이라 한다)에서 정한 「실험 폐수 및 폐기물 처리에 관한 지침」(이하 '처리 지침'이라 한다)은 실험실습을 수행하는 대학(원), 연구소 등(이하 "배출기관"이라 한다)의 실험자, 환경안전관리자가 보다 안전하게 연구 활동과 실험폐수 및 폐기물 관리를 하도록 하는데 그 목적이 있다. 지침은 폐수 처리지침과 폐기물 처리 지침으로 구성되어 있다.

## I. 폐수 처리지침

### 1. 폐수 배출 및 수거 체계

폐수 관리의 책임은 배출기관의 배출책임과 본 안전원의 관리책임으로 나누어져 있는데 구체적인 내용은 다음 <그림 1>과 같다.



[그림 1] 폐수 배출 및 수거 체계

<그림1>에서 \* 은 배출자와 환경안전원 관리담당자와의 교류점으로, 폐수는 상호간의 엄격한 인수인계 작업을 통하여 배출 및 수거되어야 한다.

배출자는 폐수처리의뢰전표를 작성하여 관리담당자에게 해당 폐수의 모든 정보를 제공하고, 관리담당자는 폐수관리에 대한 지도·감독 및 협력요청으로 배출자와의 관계를 긴밀하게 하여야 한다.

특히 처리지침을 위반한 경우 「서울대학교연구실안전환경관리규정」제12조2(시정요구 등) <표 1 참조>에 따라 제재를 받을 수 있다.

[표 1] 「서울대학교연구실안전환경관리규정」제12조2(제재 등)

<p><b>제12조2(제재 등)</b></p> <p>⑨항 안전원장은 관리기관 및 연구실안전책임자가「처리지침」을 위반한 경우 관리기관의 장 또는 연구실안전책임자에게 위반사항을 통보하고, 다음 각호의 필요한 조치를 할 수 있다. 다만, 조속한 시일 내에 위원회의 추인을 받아야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 실험폐수 및 방사성폐기물 수집 중단</li> <li>2. 해당 연구실에 대한 경고 또는 사용 제한</li> </ol>
--

## 2. 폐수 저장 용기 및 분별 수집

### 가. 폐수 저장 용기

폐수 저장 용기<그림 2>는 안전원에서 배부하는 20ℓ형 용기만을 사용한다.

용기는 폐수의 종류에 따라 4가지(유기계 폐수, 무기계 폐수, 알칼리 폐수, 산 폐수)로 구분된다.

일차적으로 종류가 다른 폐수나 같은 종류라도 혼합해서는 안 되는 물질을 동일한 폐수 저장 용기에 섞어서는 아니 된다.



[그림 2] 폐수 저장 용기

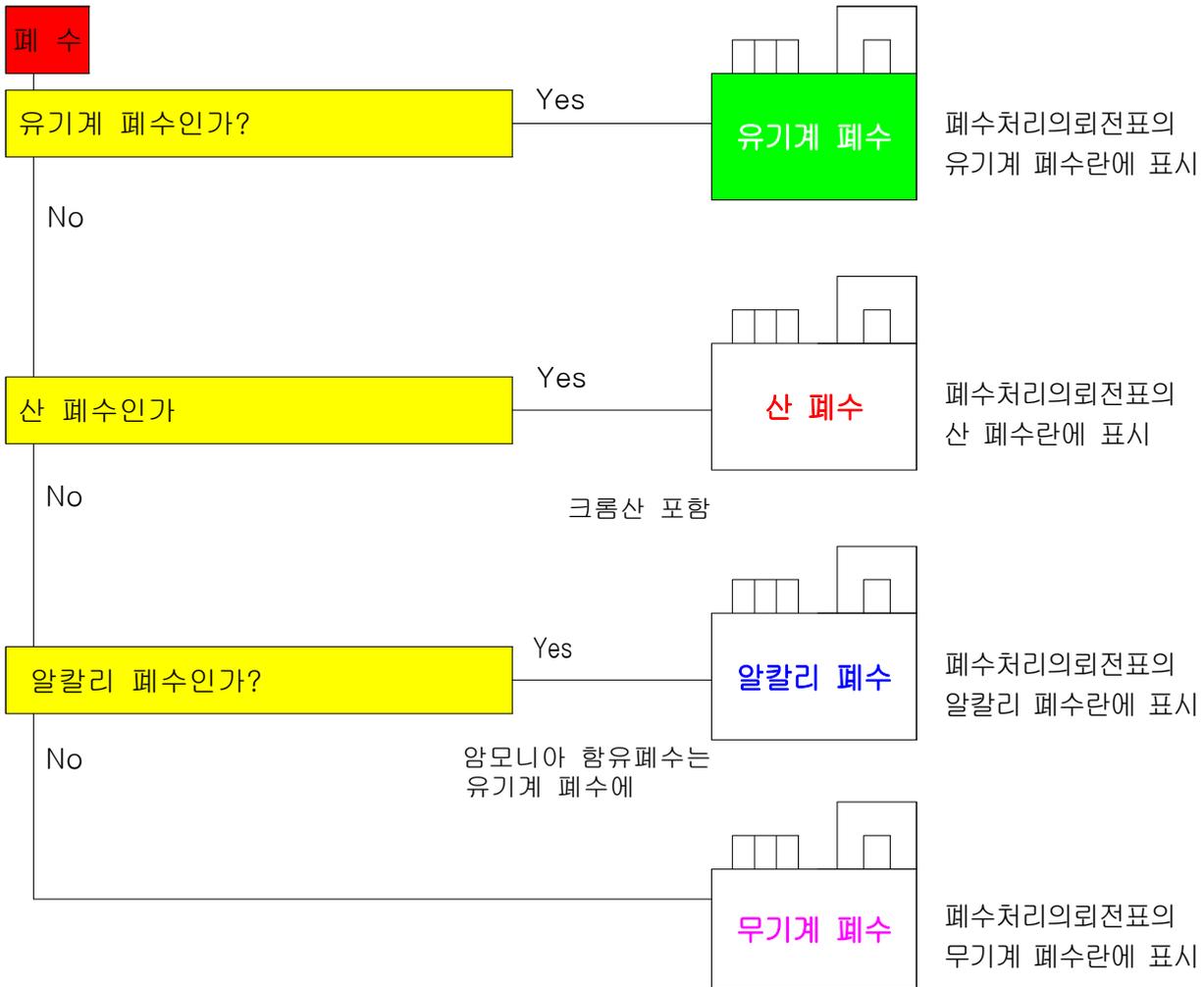
#### 나. 폐수 분별 수집 <표 2 참조>

- 1) 분별수집 시 정확한 폐수의 분류는 배출자에게 주어진 최소한의 책임과 의무이며 실험자의 안전을 확보할 수 있는 출발점임을 인식하고, 배출자들은 이에 협조하여야 한다.
- 2) 폐수는 분별 수집하여 지정 용기에 저장하고, 2회까지의 세척 폐수도 저장하여야 한다. 특히 폐수의 농도가 높거나 독성이 강한 물질, 배출 허용기준이 낮은 물질(수은, 카드뮴, 6가크롬 등)을 함유하고 있을 때는 3회 이상의 세척 폐수도 저장하여야 한다.
- 3) 배출자는 폐수를 분류함에 있어 폐수 분별 수집 계통도 <그림 3>를 따르고 그 물질의 물리·화학적 성질을 고려하여 엄격하게 분류 저장하여야 한다.
- 4) 어떤 물질들이 혼합되어 다량의 에너지를 방출하거나, 가연성 증기나 기체 또는 유독한 증기나 기체 등을 방출하여 위험을 초래할 수 있을 때, 이 물질들을 서로 **공존할 수 없는 물질 (Incompatible substances)**이라고 한다. <별첨 1>  
**공존할 수 없는 물질은 같은 종류의 물질이라 하더라도 동일한 용기에 섞어서는 안 된다.**
- 5) 공존할 수 없는 물질에 대한 정보는 <별첨1>, 또는 폐수 수집 기본 분류표 시약병의 라벨 <별첨 2>을 참고하거나, 물질안전보건자료 (MSDS)에서 찾아야 한다.

MSDS를 제공하는 Web site  
한글판 <http://msds.kosha.or.kr>  
영문판 <http://www.hazard.com/msds>

- 6) 반응성 및 폭발성의 물질은 안전한 물질로 전환시킨 후에 용기에 수집하여야 한다.

7) 침전물이나 고형물 (장갑, 병, 휴지, 자석, 분필, 등)을 용기에 넣어서는 안 된다.



[그림 3] 폐수 분별 수집 계통도

[표 2] 폐수의 분별 저장 시 주의 사항

- 1) 반드시 안전원이 지정한 용기를 사용하여야 한다.
- 2) 혼합해서는 안 되는 물질(앞사람이 배출한 물질을 포함)을 동일한 용기에 섞어서는 안 된다.
- 3) 반응성 및 폭발성의 물질은 안전한 물질로 전환시킨 후에 용기에 수집하여야 한다.
- 4) 원 폐수와 2차 세척수를 용기에 수집함이 원칙이나, 독성이 강한 물질은 3회까지의 세척폐수도 수집한다.
- 5) 침전물이나 고형물 (장갑, 병, 휴지, 자석 등)을 용기에 넣어서는 안 된다.

- 폐수의 분별 저장에 대한 의문사항은 환경안전원으로 연락한다(880-5500, 5594)



**다. 폐수의뢰 신청**

- 1) 폐수 의뢰자와 환경안전관리자는 **필요한 사항이 모두 기입된 폐수처리의뢰전표를 폐수 저장 용기에 부착한다.**
- 2) 폐수 의뢰자는 **혼합된 폐수가 더 이상의 화학반응을 일으키지 않음을 확인한 후** 폐수 저장 용기를 지정된 시간<표 3 참조>에 기관별로 정해진 장소까지 운반하여야 한다.
- 3) 폐수 저장 용기는 반드시 **2인 이상의 인원이 개인보호장비를 착용하고 운반장비를 이용하여 이송한다.**
- 4) 기관별 폐수 저장용기 수거(지정 수거일)시 동일한 장소에 빈 용기가 비치되며, 용기가 더 필요할 경우 환경안전원에 연락한다.

[표 3] 기관별 폐수 저장용기 환경안전원 수거 시간

구 분	자연대 공과대	약학대, 반도체(연) 농생대, 신소재(연)	사범대, 생활대, 수의대, 공동기기원, 유전공학(연) 화학공정(연), 정밀기계(연) 동물병원, 기타
환경안전원 수거시간	<b>화요일</b> (오전 9:00~12:00)	<b>수요일</b> (오전 9:00~12:00)	<b>목요일</b> (오전 9:00~12:00)

\* 위 기관 외에 폐수가 발생하는 기관은 환경안전원으로 직접수거 의뢰한다.(880-5500, 5594)

**라. 폐수처리의뢰 시 주의사항**

- 1) 폐수를 배출할 때마다 전표 뒷면에 폐액의 양 및 성분을 표시하고 배출자의 성명을 적는다.
- 2) 용기를 지정된 장소까지 운반할 때는 반드시 개인보호장비를 착용한 2인 이상의 인원이 운반 장비를 이용하여 이송하여야 한다.
- 3) 「서울대학교연구실안전환경관리규정」 제12조2 (제재 등)  
**③항<표 1 참조>에 의거하여 아래의 폐수 저장 용기는 수거하지 않는다.**
  - 가) 전표가 부착되지 않거나 지정된 용기가 아닌 경우
  - 나) 기입이 누락된 항목(환경안전관리자 날인 등)이 있는 전표가 부착된 용기
  - 다) 구형 또는 복사된 전표가 부착된 용기
  - 라) 이물질 (장갑, 병, 휴지 등)이 포함된 용기
  - 마) 지정된 시간과 장소 이외에 의뢰된 용기

## II. 지정폐기물(잔류시약 등) 처리지침

서울대학교 관악캠퍼스에서 발생하는 지정폐기물은 전량 배출기관 자체에서 외부의 전문처리업체에 위탁 처리하여야 한다. 지정폐기물이라 함은 다음과 같다:

1. 시약병에 남아 있는 액체 및 고체 시약(폐산, 폐알칼리, 폐유독물, 폐유기용제 등)
2. 실험과정에서 발생하는 고체 폐기물(폐산, 폐알칼리, 폐유독물, 폐유기용제 등)
3. 실험과정에서 발생하는 폐유(엔진 오일, 윤활유 등)

### 1. 지정폐기물 수집

- 가. 시약병에 남아 있는 잔류시약을 폐기할 때는 시약을 다른 용기에 옮겨 담지 말고 원래의 용기 채로 배출하여야 한다.
- 나. 잔류시약, 폐유, 고체폐기물 등 지정폐기물을 환경안전원에서 배부한 폐수 저장 용기에 저장하지 말아야 한다.
- 다. 지정폐기물을 다른 용기에 옮겨 담거나, 다른 용기에 옮겨진 시약이 반응하여 화재, 폭발 등의 사고가 발생하였을 경우, 그 책임은 배출자 및 연구실안전책임자에게 있다.

### 2. 지정폐기물 배출

지정폐기물을 실험실에 장기 보관하는 것은 위험하니, 실험실 또는 기관별(대학, 학부(과))로 취합하여 수시로 외부 전문처리업체에 위탁 처리하여야 한다.

**(별첨 1) 공존할 수 없는 물질**

화합물	공존할 수 없는 화합물
초산	크롬산, 질산, 수산화기를 지닌 화합물, 에틸렌 글라이콜, 과염소산, 과산화물, 과망간산염
아세틸렌	염소, 브롬, 구리, 불소, 은, 수은
알칼리 및 알칼리토류금속	물, 사염화탄소 또는 그 외의 염화 탄화수소, 이산화탄소, 할로겐
무수 암모니아	수은, 염소, 칼슘 하이포아염소산, 요오드, 브롬, 불화수소산
질산암모늄	산, 금속 분말, 가연성 액체, 염소산 염, 아질산 염nitrites, 황, 미세 유기 또는 연소성 물질
아닐린	질산, 과산화수소
브롬	염소와 동일함
뷰틸 리튬	물
활성 탄소	칼슘 하이포아염소산, 모든 산화제
염소산 염	암모늄 염, 산, 금속 분말, 황, 미세 유기 또는 연소성 물질
크롬산	초산, 나프탈렌, 캄포, 글리세린, 터펜틴, 알코올, 가연성 액체
염소	암모니아, 아세틸렌, 부타다이엔, 부탄, 메탄, 프로판(또는 그외의 석유가스), 수소, 소듐 카바이드, 터펜틴, 벤젠, 미세 금속
이산화염소	암모니아, 메탄, 포스핀, 황화수소
구리	아세틸렌, 과산화수소
큐멘 하이드로페록사이드	유기 또는 무기산
시아나화물(소듐, 포타슘)	산
가연성 액체	질산 암모늄, 크롬산, 과산화수소, 질산, 과산화소듐, 할로겐
탄화수소	불소, 염소, 브롬, 크롬산, 과산화소듐
시아나화수소산	질산, 알칼리
불화수소산	수용액 또는 무수 암모니아
과산화수소	구리, 크롬, 철, 대부분의 금속 또는 금속염, 알코올, 아세톤, 유기화합물, 아닐린, 나이트로메탄, 가연성 액체, 기체 산화제
황화수소	발연 질산, 기체 산화제, 수용액 또는 무수 암모니아, 수소
요오드	아세틸렌, 수용액 또는 무수 암모니아, 수소
수은	아세틸렌, 풀민산(fulminic acid), 암모니아
질산	초산, 아닐린, 크롬산, 시안화수소산, 황화수소, 가연성 기체, 가연성 액체
옥살산	은, 수은
과염소산	초산 무수물, 비스무스 및 비스무스를 포함한 합금, 알코올, 종이, 나무
포타슘	사염화탄소, 이산화탄소, 물
염산 포타슘	황산 및 다른 산
과염소산 포타슘	황산 및 다른 산

화합물	공존할 수 없는 화합물
과망간산 포타슘	글리세린, 에틸렌 글라이콜, 벤즈알데하이드, 황산
은	아세틸렌, 옥살산, 타르타르산, 암모늄 화합물
소듐	사염화탄소, 이산화탄소, 물
과산화 소듐	에탄올 또는 메탄올, 빙초산, 초산 무수물, 벤즈알데하이드, 이황화탄소, 글리세린, 에틸렌 글라이콜, 에틸 아세테이트, 메틸 아세테이트, 푸르푸랄
황산	염산포타슘, 과염소산 포타슘, 과망간산 포타슘(또는 소듐, 리튬)
아세톤	진한 질산과 황산의 혼합물
아크롤레인	산화제, 산, 알칼리, 암모니아
아자이드	산
칼슘 옥사이드	물
하이드라진	산화제, 과산화수소, 질산, 금속 옥사이드, 강산, 다공성 물질
염산	대부분의 금속, 알칼리 또는 활성 금속
모르폴린	강산, 강산화제
질산염	황산
아질산염	산
유기용매	강산화제, 산, 강한 부식성 화합물
산소	기름, 그리이스, 수소, 가연성 액체, 기체 및 고체
유기 과산화물	유기 또는 무기산, 마찰, 열
흰 인	공기, 산소, 알칼리, 환원제
셀레나이드	환원제

**(별첨 2) 폐수 수집 기본 분류표**

구분	Acid, Inorganic (무기산)	Acid, Oxidizing (산화산)	Acid, Organic (유기산)	Alkalis (bases) (염기알칼리)	Oxidizers (산화제)	Poisons, Inorganic (무기독소)	Poisons, Organic (유기독소)	Water-reactives (물반응성)	Organic solvents (유기용제)
Acid, Inorganic (무기산)			X	X		X	X	X	X
Acid, Oxidizing (산화산)			X	X		X	X	X	X
Acid, Organic (유기산)	X	X		X	X	X	X	X	
Alkalis (bases) (염기알칼리)	X	X	X				X	X	X
Oxidizers (산화제)			X				X	X	X
Poisons, Inorganic (무기독소)	X	X	X				X	X	X
Poisons, Organic (유기독소)	X	X	X	X	X	X			
Water-reactives (물반응성)	X	X	X	X	X	X			
Organic solvents (유기용제)	X	X		X	X	X			

### (별첨 3) 위해물질 구분 및 등급표시

등급	이름	표지판(국내)	표지판(국제)	내용
1	폭발성 물질			일반적으로 폭발성이 있는 물질. 단, 폭발성 물질이라도 운송하기에 너무 위험하거나 주요 위해요소가 다른 등급에 해당될 때는 제외함.
2.1	인화성 기체			20°C의 온도와 101.3kPa의 표준압력에서 기체인 물질로서 가) 공기와 13% 이하로 섞었을 때 연소하거나 나) 최저 폭발한계에 상관없이 최소 12% 이상의 공기와 혼합하였을 때 연소함
2.2	불연성, 무독성 기체			가) 대기 중에서 산소의 농도를 묽게 하거나, 산소를 대체하여 질식하게 하는 기체 나) 일반적으로 공기보다 더 많은 산소를 공급하여 연소가 잘 되게 하는 산화성 기체 다) 위해등급 2.1이나 2.3에 속하지 않는 기타 기체
2.3	독성 기체			가) 강한 부식성이나 독성으로 인해 사람의 건강에 위대한 기체 나) LC50 값이 500ppm 이하인 사람에게 부식성이나 독성을 지닌 기체
3	인화성 액체			37.8°C(100°F) 이하의 온도에서 점화되어 연소하는 액체
4.1	인화성 고체			가) 쉽게 연소되고 마찰 등에 의해 불이 잘 붙는 고체 나) 강열한 발열반응을 일으키면서 분해하기 쉬운 고체 다) 물이나 알콜 등과 혼합되거나 다른 둔감한 물질과 혼합되어 둔감화된 폭약(desensitized explosives)
4.2	극인화성(자연발화성) 물질			산소와 반응하여 생성되는 반응열이 주변으로의 열손실보다 커서 쉽게 자동발화점에 달하여 스스로 불이 붙는 물질들로서 자연발화물(pyrophorics)이나 자가 가운(self-heating) 물질이 해당됨
4.3	금수성 물질			물과 접촉하여 수소와 같은 폭발 및 인화성 기체를 발생하는 물질로서 일반적인 점화원으로 잘 점화된다.
5.1	산화성 물질			반드시 가연성 물질은 아니더라도 산소를 아주 잘 발생시키거나 산화반응을 잘 일으키는 물질로서, 다른 물질 발화나 연소를 촉진하여 불이 붙은 경우에는 그 정도를 가중시킨다.

등급	이름	표지판(국내)	표지판(국제)	내용
5.2	유기 과산화물			가연성 물질이며 모두 과산화기(-O-O-) 구조를 갖고 있다. 산화제로 작용하며 폭발적으로 분해하기 쉬워 액체나 고체 모두 위험하며 특히 마찰이나 충격에 민감하며 급격히 연소한다.
6.1	독성 물질			입이나 코로 흡입되거나 피부에 접촉되어 사람에게 심각한 상처를 입히고 심하면 죽음에 이르게 하는 물질
6.2	전염성 물질			사람이나 동물에게 병을 유발한다고 알려져 있거나 추정되는 박테리아, 바이러스, 리켓차, 기생충, 곰팡이 또는 이들의 재조합, 혼성 또는 변이종과 같은 번식하는 미생물을 함유하는 물질
7	방사성 물질			건강에 위대한 방사선을 자발적으로 방출하는 물질
8	부식성 물질			화학반응에 의해 생체조직에 접촉되었을 때 소량으로도 심각한 손상을 일으키거나, 다량 누출되었을 경우에는 다른 물건들이나 운송수단 등에도 구조적인 손상을 일으켜 심하면 완전히 파괴해버리기도 한다.
9	기타 위해물질			그 외에 운반 및 운송 도중에 위해를 미칠 수 있는 물질 및 물품들