

## 실험실 자체 안전교육 지침서

# 차례

<b>I. 연구실 안전 일반 사항</b> .....	<b>3</b>
1. 연구실 사용하기 전에 반드시 점검해야 할 사항 .....	4
2. 연구실 안전 · 환경책임자의 주요 임무(10가지) .....	6
3. 연구활동종사자의 주요 안전수칙(10가지) .....	7
4. 사고 발생 시 일반 행동요령 .....	7
<b>II. 화학약품의 취급 안전 지침</b> .....	<b>13</b>
1. 화학약품의 취급의 일반 지침 .....	13
2. 화학약품의 저장(보관) 지침 .....	13
3. 화학약품의 혼합 저장 시 안전 지침 .....	14
4. 화학약품의 운반 지침 .....	15
5. 화학약품에 의한 사고 시 응급조치 .....	15
<b>III. 고압가스의 취급 안전 지침</b> .....	<b>18</b>
1. 연구실에서의 고압가스 사용 지침 .....	18
2. 고압가스 사용 시 주의사항 .....	19
3. 고압가스 누출 시/배기 시 제독제 .....	20
<b>IV. 전기 취급의 안전 지침</b> .....	<b>21</b>
1. 감전사고 .....	21
2. 전기화재 예방대책 .....	21
3. 전기 취급 안전 지침 및 안전점검 사항 .....	23
<b>V. 기계 실험의 안전 지침</b> .....	<b>25</b>
1. 기계 · 기구 취급의 안전 지침 .....	25
2. 레이저 장비의 안전 지침 .....	25
<b>VI. 방사선 취급의 안전 지침</b> .....	<b>26</b>
1. 방사선 취급 시 안전 지침 .....	26
2. 방사성 오염 제거 .....	27
<b>VII. 생물학적 안전 지침</b> .....	<b>29</b>
1. 일반적인 실험실 필요 사항 .....	29
2. 생물학적 폐기물의 처리 .....	30
3. 생물학적 폐기물 운반 .....	31
<b>VIII. 소방 안전 지침</b> .....	<b>32</b>
1. 화재의 종류 .....	32
2. 화재의 원인과 대책 .....	33

# I. 연구실 안전 일반 사항

## 연구실 안전에 관한 오해



### - 연구실 안전에 관한 오해

- 01 나에게 사고가 일어나지 않는다.
- 02 우리 학교, 우리 연구실은 다른 학교, 다른 연구실 보다 안전하다.
- 03 연구실 안전 사고가 일어날 확률은 거의 없다.
- 04 건강과 안전을 지키기 위한 대책은 엄청난 시간과 재원이 필요하다.
- 05 연구실에서 다루는 물질이 환경과 건강에는 큰 영향을 미치지 않는다.
- 06 연구자들은 다루는 물질과 공정을 잘 알기 때문에 안전교육을 받을 필요가 없다.
- 07 신속한 연구 진행을 위해 안전 수칙은 지킬 수 없다.
- 08 우리 대학에서는 안전사고가 없다.

## 연구실에서 꼭 지켜야 할 5가지 사항

안전한 연구실 환경 조성을 위하여 다음의 5가지 사항은 우리 모두가 꼭 지켜야 합니다.

### - 하나 : 일일안전점검 실시



#### 일일안전점검 실시

항시 일과 시작 및 종료 전·후에 연구실 내 안전결함요소가 있는지 체크하여 안전사고를 예방 합니다.

### - 둘 : 이동식 소화기 정위치



#### 이동식 소화기 정위치

소화기를 정위치하고 위치표지를 부착하여 화재 발생 시 즉시 사용 할 수 있도록 하여야 합니다.

### - 셋 : 전열기 사용금지 · 콘센트 다중연결 사용금지



#### 전열기 사용금지 · 콘센트 다중연결 사용금지

연구실 화재 사고의 대부분이 전열기 사용 부주의와 콘센트 용량초과 사용에 기인하고 있습니다.

### - 넷 : 연구실내에서 음식을 취사 및 취침 금지



#### 연구실내에서 음식을 취사 및 취침 금지

연구실에는 인체에 유해한 물질이 상존하므로 음식을 취사 시 인체에 흡수되어 치명적인 부작용을 초래 할 수 있습니다. 그리고 연구실내에서 취침 중 화재 발생 시 매우 위험합니다.

### - 다섯 : 안전표지 및 안전수칙 부착



#### 안전표지 및 안전수칙 부착

연구실내 위험물질 · 기계장비 · 폐기물 등에 대한 주의환기를 위하여 필히 위험인자 주변과 출입구에 안전표지 및 안전수칙을 부착 하여야 합니다.

## 1. 연구실 사용하기 전에 반드시 점검해야 할 사항

### ■ 가스안전분야

#### ① 가스용기 보관상태

용기의 전도방지, 밸브 보호조치, 용기 저장소의 적절한 설치 위치, 그리고 성질에 따른 가스분류에 의한 보관 상태를 확인하며 종합적 안전성을 검토할 것.

#### ② 가스누출시험

배관, 밸브, 플레지 등의 이음부를 중심으로 가스누출 검지기, 비눗물 분무기를 이용하여 누출검사를 시행할 것.

#### ③ 경보장치 확인

표준가스를 이용하여 경보장치의 이상 유무를 테스트하며, 이상발생시 신속한 대처가 가능하도록 적합한 설치위치, 조작위치 등을 검토할 것.

#### ④ 안전장치 작동상태 확인

여러 종류의 가스 배관을 사용할 때 조작 실수에 의한 사고를 미리 방지하고자 중간밸브 설치 위치, 종류, 개폐 방향 등 종합적인 안전성을 확인할 것.

#### ⑤ 배관

배관의 고정 상태를 확인하며 보행자, 장애물 등에 의한 배관손상을 방지하며, 부식, 진동, 균열 등을 검사하여 종합적 안전성을 검토할 것.

### ■ 화공안전분야

#### ① 화공약품 보관상태 적정성 확인

위험물 분류에 따라 발화성, 산화성, 인화성, 부식성, 가연성 등 각기 보관 장소 및 보관 방법과 시약 용기의 보관 방법 등을 확인할 것.

#### ② 화공약품 취급 시 안전 조치 적정성 확인

약품 운반 중 안전조치, 화학약품의 독성, 산·염기, 유기용제 분류에 따른 취급방법 금수성, 자연 발화성 약품의 사용 및 관리 등 종합적인 안전성을 검토할 것.

#### ③ 폐기물 관리상태 적정성 확인

폐액의 회수 처리 시 유해물질이 유출되지 않도록 하고, 충분한 주의를 요하며, 보관용기, 장소 및 폐기물의 성질에 따라 분리 보관, 처리 등을 확인할 것.

## ■ 산업위생분야

### ① 연구실 안전장치 점검

눈 세안장치, 비상 샤워 장치, 후드 등 설치 위치, 작동상태 확인 및 소음, 진동, 분진 등을 측정하여 종합적인 안정성을 확인할 것.

### ② 보호 장비 점검

안면 보호 장비(보안경 등), 호흡 보호 장비(마스크), 그 외 보호구 비치, 보관 및 관리상태 등 전반적으로 확인할 것.

### ③ MSDS 보유여부 및 안전표지판 설치여부 확인할 것.

## ■ 소방안전분야

### ① 피난 계획 및 피난 시설물 관리상태 점검

화재 노출 시 피해감소 및 화재 확대 위험을 방지하도록 적절한 피난계획 및 피난시설물 관리 상태를 종합적으로 점검할 것.

### ② 소화 장치 점검

위험물 취급량, 장치 규모, 위험특성 등에 따라 적절한 소화설비(스프링클러, 소화전 등)의 설치 및 유지관리가 적정한 지를 진단할 것.

### ③ 화재경보장치 적정성 확인

연구실 내 인원들에게 화재 위험상황을 신속히 알릴 수 있도록 연구실에 가장 가까운 화재경보기의 경보 설치 여부 및 경보기의 정상 작동 여부를 확인할 것.

## ■ 전기안전분야

### ① 전기화재 사고예방 점검

전열기, 전기조명 등의 과열로 주위 가연물을 착화여부, 배선의 과열로 전선피복 착화 전동기 및 변압기 등의 전기기기의 과열 및 선간 단락, 누전 및 정전기 등 점검할 것.

### ② 전선의 관리상태 점검

전선피복이 벗겨지거나 못, 핀 등의 손상으로 전선의 접촉 또는 단락상

태를 점검하고, 피복이나 전기기기의 절연물이 열화 및 외부손상으로 누전상태 점검할 것.

③ 전기기기 접속부 조임 상태

전선과 전선, 전선과 단자, 또는 접속편 등의 조임상태가 불완전할 경우 발화의 원인이 되므로 접속부 조임 상태를 점검할 것.

④ 전기 안전기기의 적정성 확인

전기누전 화재를 방지하기 필요한 장소에 전기화재경보기(누전화재경보기) 설치 및 작동 상태 점검, 과전류를 방지하기 위해 정격용량의 퓨즈 사용 및 배선용차단기의 설치 여부 확인 및 누전으로 말미암은 감전 사고를 방지하기 위한 누전차단기의 설치 및 작동상태 점검할 것.

⑤ 기 타

다중 전기콘센트의 사용 여부, 이동전선의 관리상태, 전기기기의 접지 상태 등을 점검할 것.

## 2. 연구실 안전 · 환경책임자의 주요 임무(10가지)

- ① 연구활동종사자에게 연구실 환경보건안전지침서 및 MSDS 등을 이용하여 수시로 환경보건안전교육을 실시한다.
- ② 연구실의 정리정돈과 위험요소가 없는지 수시로 확인한다.
- ③ 실험실 설비 및 시험장비의 안전 상태와 기능을 점검하고 개선한다.
- ④ 연구활동종사자에게 보안경, 장갑 등 개인 보호구를 보급하고, 착용여부를 확인한다.
- ⑤ 화학약품은 필요한 수량만 구입하여 사용하고 정기적으로 보관약품을 정리한다.
- ⑥ 화학약품, 고압가스, 개인보호구 등의 구입·사용·보관 상태에 대한 기록을 유지, 관리한다.
- ⑦ 실험실 내에서는 흡연을 금하고, 화재발생 우려가 있는 화기사용을 금지시킨다.
- ⑧ 실험실 폐기물의 발생을 최소화하도록 하고 폐기물 처리 절차에 따르게 한다.
- ⑨ 소화기 위치, 비상시 행동요령과 비상연락망을 눈에 잘 띄는 곳에 게시하도록 한다.
- ⑩ 연구실에서 불안정한 행동(달리기, 장난 등)을 금지시킨다.

### 3. 연구활동종사자의 주요 안전수칙(10가지)

- ① 연구실에서는 안전수칙을 준수하고, 반드시 적합한 보호구를 착용한다.  
(콘택트렌즈, 반바지, 스커트, 넥타이, 슬리퍼, 하이힐의 착용을 금함)
- ② 위험성이 있는 실험을 할 때에는 2인이 한다. 만약 혼자 실험 시에는 문을 열어 비상상황 발생 시 다른 사람에게 알릴 수 있게 한다.
- ③ 실험 시 화학약품은 적당량만 사용하여 사고의 가능성이나 확산을 방지하고, 폐기 물의 최소화에 노력한다.
- ④ 가스 용기는 고정장치로 고정하고, 사용 후 중간밸브 및 주 밸브를 잠그며 개폐여 부를 알리는 표지를 걸어 놓는다.
- ⑤ 유해성이나 인화성 물질을 다루는 실험은 반드시 후드 내에서 한다.
- ⑥ 코드의 복잡한 연결이나 과부하에 주의하고, 전기 콘센트 가까이에서 인화성물질을 다루지 않는다.
- ⑦ 연구실의 폐기물 수거, 관리, 처리는 학교에서 정한 절차에 따른다.
- ⑧ 화재경보기와 소화기의 위치 및 사용법을 잘 알아둔다.
- ⑨ 사고 발생 시 대처방법, 비상 시 행동요령과 비상연락망을 필히 알아 둔다.
- ⑩ 계단을 오르고 내릴 때에는 계단 손잡이를 꼭 잡고 다닌다.

### 4. 사고 발생 시 일반 행동요령

#### ※ 화재에 따른 적용가능 소화기의 종류

- ① 일반화재(A급화재) : 하론 소화기, ABC분말 소화기, 옥내 소화전
- ② 유류화재(B급화재) : 하론 소화기, ABC분말 소화기
- ③ 전기화재(C급화재) : 하론 소화기, ABC분말 소화기
- ④ 금속화재(D급화재) : 마른모래



<하론 소화기>



<ABC분말 소화기>



<옥내 소화전>

## ■ 소화기 사용법

1 소화를 붙이 난 곳으로 옮깁니다.



2 손잡이 부분의 안전핀을 뽑습니다.



3 바람을 등지고 호스를 불쪽으로 향합니다. 4 손잡이를 힘껏 움켜쥐고 비로 쏟아내듯 뿌어냅니다.



## ■ 소화기 관리법

1 소화기는 보기 쉽고 사용하기에 편리한 곳에 둡니다. 2 통행에 지장을 주는 곳에 놓아서는 안 됩니다.



3 습기나 직사광선을 피해야 합니다.



4 화기 취급 장소에는 반드시 소화기를 설치합니다.



※ 옥내 소화전 사용요령

- ① 옥내 소화전 함의 문을 열고, 노즐을 잡고 호스를 당겨 푼다.
- ② 노즐을 잡고 화재 현장으로 간다. 호스의 길이가 부족하면 호스를 추가로 연결한다.
- ③ 1인은 소화전 밸브를 열고, 다른 1인은 노즐을 잡고 화점을 향하여 방사한다.(수압에 대비 노즐은 두 손으로 잡고, 호스는 겨드랑이에 끼운다.)

※ 옷에 불이 붙었을 때

- ① 옷에 불이 붙으면 바닥에 구르거나 소방 담요로 화염을 덮는다.
- ② 불을 끈 후에는 약품에 오염된 옷을 벗고, 복도에 설치된 비상샤워기에서 샤워를 하도록 한다.
- ③ 상처부위를 씻고 열을 없애기 위하여 30분 이상 수돗물에 담그도록 한다.
- ④ 보건진료소(교내☎ 1278)의 도움을 받고 화상 정도에 따라 전문의의 치료를 받도록 한다.

※ 가스 누출 시

- ① 가스용기의 주 밸브를 잠근다.
- ② 배기 후드의 가동과 창문을 열고 환기시킨다.
- ③ 개인보호구를 착용하고 휴대용 플래시를 찾는다.
- ④ 모든 전기기구의 전원을 끄고, 비상구를 찾는다.

※ 화학약품 오염 시

- ① 눈에 들어갔을 때에는 눈 세안장치에서 물로 15분 이상 씻게 한다.
- ② 옷이나 피부에 묻었다면 옷을 벗고, 비상샤워기에서 충분히 씻게 한다.
- ③ 응급조치를 마치면 피해 화학약품의 이름을 적고 보건진료소(교내☎ 1278)의 도움을 받아 전문의의 치료를 받게 한다.

※ 유독물질을 삼켰을 때

- ① 소량의 화학약품을 삼켰을 때는 토하게 하고(부식성 약품일 때는 금기), 우유, 차, 전분등의 현탁액을 먹인다.
- ② 강 산을 삼켰을 때는 산화마그네슘, 수산화알루미늄, 우유 등의 현탁액을 먹인다.
- ③ 강 알칼리를 삼켰을 때는 1~2%의 식초산, 레몬주스 등을 먹인다.
- ④ 보건진료소(교내☎ 1278)의 도움을 받으며 필요시 전문의의 치료를 받게 한다.

※ 의식을 잃었을 때

- ① 환자를 신선하고 평평한 장소에 편하게 눕히고, 환자의 턱을 끌어올려 기도가 열리게 하고 의식이 있는지와 호흡을 하는지를 확인한다.
- ② 호흡이 정지되었다면, 119신고 및 주변에 자동심장충격기(AED)요청 후 즉시 심폐소생술(CPR)을 실시한다.

# 4분의 골든타임 심폐소생술(CPR)

심정지 후, 골든타임은 단 4분!  
초기 4분 이내 심폐소생술을 실시해요!

## 심폐소생술 방법

### 1 반응 확인

- 양쪽 어깨를 두드리며, 환자의 의식과 반응 확인



### 4 가슴 압박 30회

- 환자의 가슴 압박점을 찾아  
깍지 긴 두 손의 손바닥  
뒤꿈치로 압박 실시

※ 분당 100~120회 속도,  
약 5cm 깊이



### 2 신고 및 도움 요청

- 119 신고 및 주변에  
자동심장충격기(AED) 요청



### 5 인공호흡 2회

- 환자의 머리를 뒤로 기울이고,  
턱을 들어올려 기도 유지
- 환자의 코를 막고,  
구조자의 입을 환자 입에 밀착
- 환자의 가슴이 올라올 정도로  
1초 동안 숨 불어넣기

※ 가슴압박 : 인공호흡 = 30 : 2



### 3 호흡 확인

- 환자의 얼굴과 가슴을  
10초 내로 관찰해 호흡 확인
- 호흡이 없거나 비정상적이면  
즉시 심폐소생술 준비



“구급대가 도착할 때까지 심폐소생술을 지속해 주세요!”

# 멈춘 심장을 뛰게 하는 자동심장충격기(AED)



자동심장충격기를 사용하면,  
심폐소생 확률을 높일 수 있어요!

## ⊕ 자동심장충격기 사용방법 ⊕

### 1 전원 켜기

- 심폐소생술 도중 자동심장충격기\*가 도착하면 지체 없이 전원 버튼 누르기

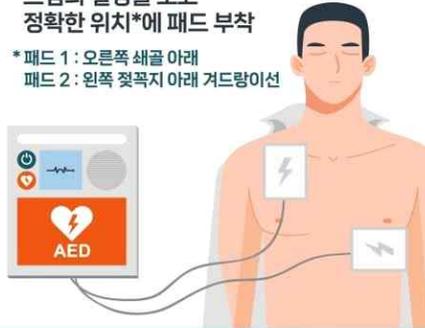
\*반응과 정상적인 호흡이 없는 심정지 환자에게만 사용



### 2 패드 부착

- 자동심장충격기 중 그림의 설명을 보고 정확한 위치\*에 패드 부착

\*패드 1 : 오른쪽 쇄골 아래  
패드 2 : 왼쪽 젖꼭지 아래 겨드랑이선



### 3 심장리듬 분석

- 심장충격기가 심장리듬을 분석하는 동안 환자에게 닿지 않게 떨어지기

#### 심장충격이 필요한 경우

"심장충격이 필요합니다"라는 음성지시와 함께 자동으로 충전되고, 충전 중엔 가슴압박 실시

#### 심장충격이 필요 없는 경우

심폐소생술 계속 실시



### 4 심장충격 실시

- 심장충격이 필요한 경우 깜빡이는 버튼을 눌러 심장충격 실시

※ 다른 사람이 환자에게서 떨어져 있는지 꼭 확인!

※ 전기에 의한 감전사고 시

- ① 감전사고가 발생되면 우선 전원을 차단하고, 보호 장갑을 끼고, 불연재인 나무나 고무를 이용하여 사고자를 전기기구에서 떼어 놓아야 한다.
- ② 환자가 의식이 없으면 호흡과 맥박을 확인하면서 필요시 심폐소생술을 실시한다. 화상 부위에는 찬물을 많이 부어준다.
- ③ 적절한 응급조치를 마치면 보건진료소(교내☎ 1278)의 도움을 받아 전문의의 치료를 받게 한다.

※ 방사능에 오염된 경우

- ① 손이나 피부에 오염되었다면 오염부위를 물세척이나 중성세제를 이용하여 충분히씻게 한다.
- ② 방재센터나 보건진료소(교내☎ 1278)의 도움을 받아 전문의의 치료를 받게 한다.
- ③ 옷에 오염되었다면 오염부위를 잘라 내거나 중성세제 용액에서 20분 이상 세탁하고 충분히 행군다.
- ④ 실험기구가 오염된 경우에도 중성세제 용액으로 충분히 씻어준다.
- ⑤ 제염작업에 사용한 물건 등은 방사능폐기물로 분류하여 폐기하여야 한다.

## II . 화학약품의 취급 안전 지침

### 1. 화학약품의 취급의 일반 지침

- (1) 사용할 화학약품의 성상, 특히 화재, 폭발, 중독의 위험성을 잘 파악한 후에 해당 물질을 취급한다.
- (2) 화학약품을 구입 시 화학약품의 물질안전보건자료(MSDS : Material Safety Data Sheet)를 받아서 정독한다.
- (3) 물질안전보건자료(MSDS : Material Safety Data Sheet)는 한국산업안전공단에서 무료로 인터넷을 통하여 배포하고 있으므로 이를 이용하여 반드시 갖추어 놓는다.
- (4) 유해물질을 사용할 때는 가능한 한 소량을 사용하고, 또한 미지의 물질에 대해서는 극소량을 가지고 정해진 절차에 따라 예비 안전시험을 한다.
- (5) 화재폭발의 위험이 있는 실험의 경우, 폭발방지용 방호벽 등 특별한 방호설비를 갖추고 실험한다.
- (6) 유해물질의 폐기물 처리는 수질이나 대기 오염을 일으키지 않도록 주의한다.

### 2. 화학약품의 저장(보관) 지침

- (1) 실험실에는 과량의 화학약품을 저장(보관)하지 않는다.
- (2) 화학약품은 필요한 최소량만 구입하여 사용하고 보관한다.
- (3) 모든 화학약품에는 약품 이름, 제조사, 구입날짜, 위험성, 응급절차를 나타내는 라벨을 부착한다.
- (4) 화학약품은 직사광선을 피하고 냉암소에 보관한다.
- (5) 화학약품은 적절히 분류하여 지정된 장소에 보관한다.
- (6) 유리로 된 화학약품 용기는 파손될 때를 대비하여 안전한 위치에 보관한다.
- (7) 화학약품을 선반에 보관 시 용량이 큰 화학약품은 선반 하단에 보관한다.
- (8) 화학약품을 보관하는 캐비닛의 문은 가능하면 옆으로 열수 있는 슬라이딩식을 선택한다.
- (9) 화학약품을 실험대 위에 보관하거나 화기 근처에 보관하지 않는다.
- (10) 인화성 화학약품을 냉장고에 보관할 때는 방폭형 냉장고를 선택하여야 하며 반드시 마개를 꼭 닫아서 보관한다.(정전 시 가스 누출이 우려됨)
- (11) 비점이 낮은 화학약품은 스파크 발생이 우려되는 일반 냉장고에는 보관하지 않는다.
- (12) 후드(부스)에는 증기 발생이 우려되는 소량의 화학약품 외에는 보관하거나 방치하지 않는다.
- (13) 어느 경우에도 실험실 바닥면에 화학약품을 보관, 방치하지 않는다.(많은 사고의 원인이 되고 있다.)

- (14) 250ml를 초과하는 인화성, 독성, 부식성 화학약품은 전용 선반에 보관하되 실험대보다 낮은 위치에 보관한다.
- (15) 발암 물질, 청산(시안나이드) 화합물, 불산, 과염소산 화합물과 같은 독성이 극히 큰화학약품은 이중 보호 용기에 넣어서 보관하되 보호용기에도 필요한 라벨을 부착한다.
- (16) 일단 개봉된 화학약품의 용기에는 사용일자를 기록한다. 직접 기록이 어려운 경우 별도 기록카드를 작성하고 유지한다.
- (17) 에틸에테르(ethyl ether)나 테트라하이드로퓨란(tetrahydrofuran)과 같이 과산화물을 형성 하는 화학약품은 개봉 후 6개월이 지나면 폐기한다.
- (18) 화학약품 저장소, 선반 등에 보관된 화학약품은 정기적으로 파손, 균열, 부식 등이 없는지 확인하고 오염된 라벨은 교체한다.
- (19) 화학약품의 저장은 화학약품이 누출되거나 화재 발생 시 작업자가 대피할 수 있는 비상구(출구)를 막아서는 안 된다.
- (20) 화학약품 저장, 보관 장소에는 적절한 소화기를 비치하고 정기적으로 점검한다.

### 3. 화학약품의 혼합 저장 시 안전 지침

- (1) 화학약품을 한 곳에 다량 보관하지 않는다.
- (2) 화학약품의 저장 시 특성에 따른 분류 없이 가나다순이나 ABC 순으로 저장하지 않는다.
- (3) 화학약품은 성상이 유사하거나 상호간에 반응성이 낮은 약품끼리 보관한다.
- (4) 부식성 약품, 용매, 산화성 약품, 자연발화성 약품 및 공기나 물과 반응성이 있는 화학약품은 혼합보관하지 않는다.
- (5) 산(acids)은 염기(bases)와 분리하여 보관한다.
- (6) 용매(solvents)는 산(acids)와 분리하여 보관한다.
- (7) 질산(nitric acid), 혹은 과염소산(perchloric acid)과 같이 산화성 산과 빙초산(acetic acid)과 같이 산화를 받는 산과는 함께 보관하지 않는다.
- (8) 과염소산(perchloric acid)은 유기화합물과는 완전히 격리하여 보관한다.
- (9) 청산(cyanides)과 설파이드(sulfides)는 산(acids)과 격리하여 보관한다.
- (10) 청산(cyanides)은 손이 잘 닿지 않는 곳에 보관하고 잠금장치를 한다.
- (11) 자연발화성 약품은 건조된 질소 기류 하에 유기물과 격리하여 보관한다.
- (12) 독성이 극히 높은 화학약품은 파손되지 않는 견고한 용기에 넣어서 보관한다.

#### 4. 화학약품의 운반 지침

- (1) 화학약품을 손으로 운반할 경우 적절한 운반용기에 넣고 운반하여 넘어지거나 깨지지 않도록 한다.
- (2) 바퀴가 달린 수레로 운반할 때에는 고르지 못한 평면에서 튀거나 갑자기 멈추지 않도록 고른 회전을 할 수 있는 네 바퀴를 가진 것을 사용한다.
- (3) 가연성 액체를 운반할 경우
  - ① 증기를 발산하지 않는 보관용기로 운반한다.
  - ② 저장소에 보관 중에는 환기가 잘 되도록 한다.
  - ③ 점화원을 제거하도록 한다.

#### 5. 화학약품에 의한 사고 시 응급조치

##### ㉠ 소량의 화학약품을 엮질렀을 경우

- (1) 산을 엮질렀을 경우
  - ① 중탄산소다( $\text{NaHCO}_3$ )와 같은 약 알칼리성 흡수제를 사용하여 중화시킨다.
  - ② 다소 효과는 떨어지나 모래를 사용할 수 있다.
  - ③ 중화된 혼합물은 비닐 백에 넣어서 폐기물로 처리한다.
- (2) 인화성 유기용매를 엮질렀을 경우
  - ① 불꽃(spark)를 일으킬 수 있는 모든 전원을 밖으로부터 차단한다.
  - ② 유기용매의 휘발성을 낮출 수 있는 흡수제를 사용해야 한다.
  - ③ 모래는 휘발성을 낮추는데 효과가 크지 않으므로 후속 조치가 필요 하다.
  - ④ 흡수제나 흡착제를 사용하는 경우 엮질러진 약품의 외곽에서 시작해서 차츰 가운데로 향하여 뿌려 준다.
  - ⑤ 흡수된 혼합물은 비닐 백에 넣어서 폐기물로 처리한다.
- (3) 수은이 흘렀을 경우
  - ① 수은은 주로 온도계가 파열되면서 흩어지는 경우가 많은 것에 주의하고 수은 증기가 발생할 수 있는 가열기 등은 멀리 한다.
  - ② 형광등 하나에는 약 25mg의 수은이 들어 있으므로 분리 수거해야 한다.
  - ③ 수은이 조금이라도 흘렀을 경우 즉시 오염된 지역을 분리시키고 최대한 수은을 포집한다. 수은 증발 방지에 왁스나 유황을 사용한다.
  - ④ 수은은 모든 면에 부착하는 성질이 있다. 수직인 면에까지 수은은 붙어 있을 수 있고 심지어 아주 좁은 구멍이나 틈에도 스며든다는 것을 알고 있어야 한다.

- (4) 브롬(Bromine)을 엇질렀을 경우
- ① 티오황산소다의 5~10% 수용액으로 중화시켜야 한다.
  - ② 폭발의 위험성이 있으므로 어떠한 경우에도 암모늄 수용액(ammonium hydroxide)을 사용하지 말아야 한다.
  - ③ 중화 세척 시에는 개인 보호구를 반드시 갖추어야 한다.
- (5) 하이드라진을 엇질렀을 경우
- ① 충분한 양의 물로 씻어 내야 한다.
  - ② 유기물질이 조금이라도 들어 있는 흡수제는 사용하지 말아야 한다.
- (6) 알칼리 금속을 엇질렀을 경우
- ① 재해를 완전히 없애는 방법이 없으므로 없지르지 않도록 각별히 주의해야 한다.
  - ② Na, K, Mg, Al, Ti 등에는 소금이나 흑연 가루를 덮어 외부와 차단시켜야 한다.
  - ③ 수집된 약품은 외부로 가져와서 서서히 태우거나 무수 이소프로필알콜(Isopropyl Alcohol)을 사용하여 혼합해서 폐기해야 한다.
  - ④ 금속분이 피부에 묻었을 때에는 충분한 물로 씻어 내야 한다.

㉔ 소량의 화학약품이 오염되었을 경우

원인	약품	응급처치
약품이 삼켰을 때		-토하게 한다.(부식성약품일 때는 금기) -우유, 물, 차 전분 등의 현탁액을 먹인다.
	강산	-산화마그네슘, 수산화알루미늄, 우유 등의 현탁액을 먹인다.
	강알칼리	-1~2% 식초산, 레몬주스 등을 먹인다.
	질산은 메탄올	-식염수를 먹인다. -1~2% 중탄산소다( NaHCO <sub>3</sub> )로 위를 세척한다.
원인	약품	응급처치
약품이 눈에 들어갔을 때		-즉시 물로 15분간 씻는다.
가스를 흡입했을 때		-신선한 공기가 있는 곳으로 운반하여 안정시킨 후 몸을 따뜻하게 해준다.
	시안	-즉시 아질산아밀을 마시게 한다.
	염소	-알코올을 냄새 맡도록 한다.
	브롬	-물은 암모니아수를 냄새 맡도록 한다.
	포스겐	-산소를 흡입한다.
암모니아	-산소를 흡입한다.	
약품이 피부에 접촉되었을 때		-다량의 흐르는 물로 피부를 충분히 씻는다.
	강산	-물로 세척 후 포화중탄산소다( NaHCO <sub>3</sub> )수로 씻는다.
	강알칼리	-물로 세척한 후 2% 식초산으로 씻는다.
	페놀 인	-알코올로 씻어낸다. -물은 안 되며 1%의 황산구리( CuSO <sub>4</sub> )로 처리한다.
화상일 때		-냉수(10~15℃)로 30분 이상 씻는다.

### ㉔ 실험실에서의 화상 등 인체사고 발생 시

#### (1) 의식을 잃은 경우

- ① 환자가 의식을 잃고 호흡이 정지된 경우 5분내 심폐소생술을 실시해야 한다.
- ② 절대로 시간을 낭비하지 말고 환자를 소생시키면서 주변에 도움을 요청해야 한다.

#### (2) 심한 출혈

- ① 심한 출혈은 상처부위를 패드나 천으로 압박하여 지혈시켜야 한다.
- ② 위급할 때는 실험 가운이나 의류를 잘라 사용해야 한다.
- ③ 충격을 피하기 위해서는 상처부위를 감싸고 즉시 응급요원을 불러야 한다.
- ④ 피가 흐르는 부위는 신체의 다른 부분보다 높게 하고 계속 압박해야 한다.
- ⑤ 환자는 편안하게 누이도록 한다.
- ⑥ 지혈대는 사용하지 말아야 한다.

#### (3) 화상

- ① 경미한 화상은 얼음이나 냉수로 화상부위를 식혀 주어야 한다.
- ② 옷에 불이 붙었을 때는 다음 각 호의 요령에 따른다.
  - ㉠ 바닥에 누워 구르거나 근처에 소방담요가 있다면 화염을 덮어 쌓도록 해야 한다.
  - ㉡ 불을 끈 후에는 약품에 오염된 옷을 벗고 비상 샤워장치에서 샤워를 하도록 한다.
  - ㉢ 상처부위를 씻고 열을 없애기 위해서 얼마동안 수돗물에 상처부위를 담근다.
  - ㉣ 상처부위를 깨끗이 한 후 얼음주머니로 적시고 충격을 받지 않도록 감싸야 한다.
  - ㉤ 사람을 향해 소화기를 사용하지 않도록 특히 주의해야 한다.

#### (4) 유해물질에 의한 화상

- ① 유해물질이 묻거나 화상을 입었을 경우 즉각 물로 씻는다.
- ② 유해물질에 의하여 오염된 모든 의류는 제거하고 접촉부위는 물로 씻어 내야 한다.
- ③ 유해물질이 눈에 들어갔을 경우 15분 이상 눈 세안장치를 이용하여 깨끗이 씻고 즉각 전문의의 치료를 받아야 한다.
- ④ 몸에 유해물질이 묻었을 경우 15분 이상 비상 샤워장치를 이용하여 씻어내고, 전문의의 치료를 받아야 한다.
- ⑤ 위급한 경우 즉시 구급차를 부르고 비상 샤워장치를 이용하여 씻어 내야 한다.
- ⑥ 유해물질이 몸에 얼질러진 경우 오염된 옷을 빨리 벗어 버린다.
- ⑦ 보안경에 유해물질이 묻은 경우 시약이 묻은 부분은 완전히 세척하고 사용한다.

#### (5) 외상

외상 쇼크의 경우 재해의 성격이 분명하지 않다면 환자를 따뜻하게 하고 편안하게 눕힌 뒤 병원으로 이송한다.

### Ⅲ. 고압가스의 취급 안전 지침

#### 1. 연구실에서의 고압가스 사용 지침

##### ※ 고압가스 반입, 사용 전의 기본 및 점검지침

- ① 고압가스를 반입, 사용할 때에는 사전에 가스의 특성, 가연성, 독성 등을 설명한 물질안전보건자료(MSDS : Material Safety Data Sheet)등을 비치하고 숙지한 후 사용해야 한다.
- ② 가스용기에는 내용물을 식별할 수 있는 표지를 부착하고 사용한다.
- ③ 독성가스 혹은 가연성가스를 다량 사용하는 경우 가스누설경보기를 설치하고, 가스용기 보관 장소 외곽의 눈에 잘 띄는 위치에 경계표지나 위험표지 등을 부착한다.
- ④ 가스용기의 주 밸브와 주 전원 스위치는 실험실 밖 복도 등 안전지역에 두도록 한다.
- ⑤ 가스 누출이나 사고 발생의 위험성이 큰 연구실에는 비상벨을 설치하고 이웃 실험실에 알릴 수 있는 조치를 사전에 준비해야 한다.
- ⑥ 사고의 확산 방지를 위하여 긴급연락처 표지를 전화기 옆이나 눈에 잘 띄는 곳에 부착해 놓는다.
- ⑦ 가스 화재에 대비하여 소화기를 비치하고 소화설비를 점검한다.
- ⑧ 가스용기는 직사광선이나 난방기를 피하여 통풍이 양호한 위치에 두고 사용한다.
- ⑨ 가스용기가 전도, 전락되지 않도록 고정한다.
- ⑩ 가스용기를 사용하지 않을 때에는 캡을 씌워 보관한다.
- ⑪ 독성가스를 사용하는 경우 가스의 종류에 따라 방독면, 고무장갑, 보호의, 고무장화등 개인 보호구 와 재해 발생 시 응급조치에 필요한 제독제, 자재, 공구 등을 비치하고 확인한다.

## 2. 고압가스 사용 시 주의사항

- ① 고압가스를 사용하는 경우에는 해당 가스 사용과 취급에 적절한 보호구를 갖춘다.
- ② 고압가스 용기에는 압력범위, 용량, 내식성 등 규격에 맞는 압력조정기를 연결하고 사용한다.
- ③ 가스밸브와 압력조정기, 배관은 사용전후 및 정기적으로 누설여부를 점검하고 사용한다.
- ④ 인화성이 높고 폭발범위가 큰 고압가스 사용 시에는 가스용기 혹은 압력조정기 가까이 역화방지장치를 설치하고 사용한다.
- ⑤ 고압가스 용기로부터 실험용 다른 고압가스용기로 배관을 연결하고 사용하는 경우 역류를 방지할 수 있는 역류방지밸브를 중간에 설치하고 사용한다.
- ⑥ 가스용기 밸브를 열 때는 천천히, 무리한 힘을 가하지 말고 열어야 하며 열어놓은 가스용기에는 개폐여부를 알리는 표지를 걸어 놓는다.
- ⑦ 독성가스를 취급하는 실험은 두 사람이 하거나 사고 시 즉시 후속 조치를 취할 수 있는 사람이 같은 지역 내에 있는 것을 확인하고 수행한다.
- ⑧ 가연성가스를 취급하는 실험자는 정전기가 발생하지 않는 보호복을 착용해야 한다.
- ⑨ 가스용기의 밸브 개폐 작업 등에 공구를 사용하는 경우 충격과 정전기 발생이 일어나지 않도록 해야 한다.
- ⑩ 고압가스가 배관을 따라 빠르게 이동하는 경우 정전기가 발생할 수 있으므로 가연성가스인 경우 배관에 정전기가 축적되지 않도록 접지하고 사용해야 한다.
- ⑪ 산소용기(밸브 등)의 밸브 주변에는 유지류가 묻어 있지 않도록 주의해야 한다.
- ⑫ 아세틸렌 용기는 아세톤이 유출되지 않도록 반드시 세워 놓고 사용해야 한다.
- ⑬ 고압가스 용기를 이동하면서 사용하는 경우 손수레 등에 단단히 묶어 놓고 사용하되 아세틸렌 용기 등은 전도되는 일이 없도록 해야 한다.
- ⑭ 고압으로 저장되어 있는 가스는 용기내의 불순물오염 방지를 위하여 사용 후 용기내의 잔여압력을 0.1kg/cm<sup>2</sup> 정도 이상 남기고 교체해야 한다.
- ⑮ 가연성가스를 환기가 어려운 공간에서 사용하는 경우 휴대용 전등을 사용하고 전기스위치 및 조명등과 전동기 등은 방폭형을 사용해야 한다.
- ⑯ 가스는 사용 후 중간밸브 및 주 밸브를 잠그고 개폐여부를 알리는 표지를 걸어 놓아야 한다.
- ⑰ 가스 누출 시에는 먼저 주 밸브를 잠그고 전원스위치를 내려야 한다.



### 3. 고압가스 누출 시/배기 시 제독제

대상 가스명	제독제
염소	가성소다 수용액, 탄산소다 용액, 소석회
포스젠	가성소다 수용액, 소석회
황화수소	가성소다 수용액, 탄산소다 수용액
시안화수소	가성소다 수용액
아황산가스	가성소다 수용액, 탄산소다 수용액, 물
암모니아	물
산화에틸렌	물
염화메탄	물

## IV. 전기 취급의 안전 지침

### 1. 감전사고

- 감전사고는 전기가 흐르는 전기 배선이나 전기 기기에 사람이 접촉되어 인체에 전류가 흐르게 되어 일어나는 사고로 순식간에 일어나 감지를 했을 때는 이미 늦게 된다. 감전사고의 발생 확률은 그리 높지는 않으나 일단 감전사고가 발생하면 인체는 화상을 입거나 또는 장애인이 되며 심한 경우에는 생명을 잃게 되므로 사전에 충분한 대비를 하여야 한다.

#### ※ 감전사고 예방 대책

- ① 전기기기와 배선 등 모든 충전부는 노출하지 않는다.
- ② 전기기기를 사용할 때는 반드시 접지를 시킨다.
- ③ 누전 차단기를 설치한다.
- ④ 전기기기의 스위치 조작은 아무나 함부로 하지 않도록 한다.
- ⑤ 젖은 손으로 전기기기를 만지지 않는다.
- ⑥ 개폐기에는 반드시 정격 퓨즈를 사용한다.(동선이나 철선 사용 금지)
- ⑦ 상태가 불량하거나 고장 난 전기제품은 사용하지 않는다.
- ⑧ 배선용 전선은 연결한 접속 부분이 있는 것을 사용하지 않는다.

### 2. 전기화재 예방대책

- 전기화재는 전기기기 등의 구조적 결함과 전기시설의 취급소홀 및 부주의 또는 안전수칙 미준수 등이 원인이 되어 발생한다.

#### (1) 전기기기 배선

##### ① 코드의 연결 금지

코드는 될 수 있으면 짧게 사용하되, 연장하고자 할 경우에는 마음대로 꼬아서 접속해서는 안 되며 반드시 코드 커넥터를 활용해야 한다.

##### ② 코드의 고정 사용금지

코드를 못이나 스템플 등으로 박아 고정해 배선하지 않는다. 피복이 손상되어 합선되거나 선이 짓눌리고 구부러져 전선이 단선되는 경우가 있다.

##### ③ 적정 굵기의 전선사용

전기기기의 전선은 용량을 고려하여 적정 굵기를 사용해야 하고, 한 가닥의 코드에 여러기구를 꽂아 사용하는 것도 금해야 한다.

## (2) 배선기구

- 배선기구는 정격 범위 내에서 사용하고, 전선을 연결하는 부분이나 접촉 부분이 과열되지 않게 다음 사항을 유의해서 사용해야 한다.

① 개폐기의 전선 조임 부분이나 접촉면의 상태

② 콘센트, 플러그의 접촉 상태 및 취급 방법

\* 콘센트 하나에 여러 개의 플러그를 꽂는 것을 금지하며, 접속 불량에 의한 과열이 발생하지 않도록 완전하게 꽂고, 비접지 콘센트나 플러그를 사용해서는 안 된다.

③ 적정 용량의 퓨즈 사용

## (3) 전기기기 및 장치

① 전기로 및 전기 건조 장치

- ㄹ 전기로나 건조장치의 발열부 주위에 가연성 물질의 방치 금지.
- ㄹ 피건조물의 종류에 따라서 건조물의 낙하 방지, 열원과의 거리를 충분히 하게 띄운다.
- ㄹ 설비와 접속부 부근의 배선은 피복의 손상, 과열 상해 등에 주의해야 한다.
- ㄹ 전기로 내의 온도의 이상 상승 시 자동으로 전원을 차단하는 장치를 신설해야 한다.

② 전열기

- ㄹ 전열기 주위에 인화성·가연성 물질을 두지 않는다.
- ㄹ 사용자가 자리를 비울 때에는 반드시 전원을 차단한다.
- ㄹ 파손되었거나 상태가 불량인 전열기 또는 부속품은 사용하지 않는다.
- ㄹ 사용 후에는 열이 식은 상태에서 보관 장소에 보관한다.
- ㄹ 점멸을 확실하게 하는 표시등을 부착한다.
- ㄹ 인조석, 석면, 벽돌 등 단열성 불연 재료로 받침대를 만들어야 한다.
- ㄹ 배선, 코드의 용량은 충분한 것을 사용하여 과열 방지해야 한다.

③ 전등

- ㄹ 전구는 글로우브 및 금속제 가이드를 치부하여 보호해야 한다.
- ㄹ 위험물 창고 등에서는 방폭형 조명 설비를 한다.
- ㄹ 소켓은 금속제를 피하고, 합성 수지제를 택하여 접속부가 노출되지 않게 한다.
- ㄹ 이동형 전구는 캡타이어코드를 사용하고 연결 부분이 없도록 한다.

### 3. 전기 취급 안전 지침 및 안전점검 사항

#### (1) 전기 취급 안전 지침

- ① 전기스위치나 장비 주위에서 인화성·가연성 화학약품이나 가스 사용을 금한다.
- ② 젖은 손이나 젖은 물건으로 전기회로에 접촉해서는 안 된다.
- ③ 전기설비를 보수할 때 사용하는 공구나 비품의 손잡이는 부도체로 된 것을 사용한다.
- ④ 전기장치 충전부의 전기가 흐르는 부분은 절연을 한다.
- ⑤ 전원에 연결된 회로 배선은 임의로 변경하지 않는다.
- ⑥ 전기사설·장비를 사용하기 전에 접지선의 상태를 확인한다.
- ⑦ 전기사설·장비의 코드나 배선기구는 용량과 규격에 맞는 것을 사용한다.
- ⑧ 멀티콘센트는 가급적 사용하지 않고 부득이 하게 사용을 해야 한다면 접지형콘센트를 사용한다.
- ⑨ 휴즈가 끊어졌을 때는 그보다 용량이 더 큰 휴즈로 교환해서는 안 된다.
- ⑩ 전기기구가 물에 젖었을 때는 전문가의 점검을 받아 사용한다.
- ⑪ 사용하지 않는 전열기는 스위치를 끄고, 플러그를 빼어 보관한다.
- ⑫ 플러그를 뽑을 때에는 전선을 잡아당기지 말고, 플러그를 잡고 당긴다.
- ⑬ 안전스위치를 끄고, 올릴 때는 오른손으로 사용하고, 얼굴을 스위치 박스로부터 돌리고 한다.(스위치 조작 시 정면에 서지 않는다.)
- ⑭ 전기기기·장비를 수리할 때는 운전을 중지하고, 전원을 차단한 뒤, 전원 스위치가 있는 곳에 “수리 중” 표지를 부착하고, 플러그 잠금장치를 잠근 후 한다.
- ⑮ 콘센트나 스위치 등의 전기 시설은 물, 약품, 유류가 주입되거나 튀는 방향의 반대편 또는 먼 곳에 설치한다.
- ⑯ 전기코드나 연장코드는 통로, 복도, 문 위를 통과하지 않게 배선한다.
- ⑰ 중간에 연결된 접속부분이 있는 전선은 사용하지 않는다.
- ⑱ 반지, 금속성 시계줄, 기타 금속성 물질의 착용을 피한다.
- ⑲ 작업 공간은 충분히 확보하고, 항상 청결하게 유지한다.
- ⑳ 혼자서 작업하지 않는다.

(2) 전기 안전점검 사항

- ① 각종 전기시설·장비(스위치, 전기기기·장비, 조명기구 등) 주위에 습기나 물기는 없으며, 인화성·가연성 물질을 두지 않았는지?
- ② 전기시설·장비의 접지는 잘 되어 있는지?
- ③ 코드나 배선기구는 용량과 규격에 맞는 것을 사용하는지?
- ④ 콘센트나 스위치는 벽이나 작업대에 고정 부착되었으며, 물, 약품, 유류가 튀어 들어가지 않게 되었는지?
- ⑤ 전기기구나 장비의 누전차단기는 월 1회 이상 정상작동 여부를 확인하는지?
- ⑥ 노후된 전기시설·장비의 계속 사용을 위하여 누전, 합선, 감전사고 방지를 위한 개·보수를 하는지?
- ⑦ 전동기구나 조명기구의 이상한 소음, 진동 또는 과열여부를 확인하는지?
- ⑧ 전기시설·장비의 정기 점검기록부를 유지, 관리하는지?
- ⑨ 전기시설·장비의 보호커버는 적절하고, 그 상태는 양호한지?
- ⑩ 전기시설·장비의 개·보수는 반드시 전기 담당자와 협의하는지?

## V. 기계 실험의 안전 지침

### 1. 기계 • 기구 취급의 안전 지침

- (1) 작업 시작 전에 작업장에 위험요소가 없는지 미리 확인한다.
- (2) 기계, 기구 주위에 인화성 • 가연성 물질을 두지 않는다.
- (3) 사용할 수 없는 기계나 기구는 고장 표지를 붙이고 잠금장치를 한다.
- (4) 기계나 기구의 취급은 인가자에 한하며, 타인에 의해 작동되지 않게 한다.
- (5) 작업 시에는 적합한 복장, 보호구, 보호 장갑, 안전화를 착용한다. 특히 가루나 파편이 흩날리는 작업은 보안경이나 안면보호구를 착용한다.
- (6) 기계나 기구를 청소, 점검, 수리할 때는 반드시 운전을 정지시키고, 잠금장치를 한 후 실행한다.
- (7) 전기배선작업을 할 때는 전선피복의 벗겨짐이나 공구손상으로 부상이나 감전의 우려가 있으므로 주의한다.
- (8) 손 또는 공구가 젖었을 때는 마른 수건으로 잘 닦아낸 후 한다.
- (9) 기계, 기구를 운전하던 중에 정전되었다면 반드시 전원 스위치를 끈다.
- (10) 기계나 기구의 운전을 종료할 때는 작동스위치와 전원 스위치를 끈다.

### 2. 레이저 장비의 안전 지침

- (1) 레이저 관련 기기의 설계, 제작 및 사용 시 관련 법규를 준수하여야 한다.
- (2) 레이저 광의 세기를 최소화하고 광속(flux)의 통로는 짧게 하고 밀봉한다.
- (3) 레이저 광의 피폭이 일어날 수 있는 시간을 최소화한다.
- (4) 레이저가 작동되는 장소나 방에 들어가지 않는다.
- (5) 레이저를 작동하기 전에 정해진 안전장치를 확인한다.
- (6) 레이저의 특수한 파장에 대한 보호를 위하여 항상 보안경을 착용하며 빔을 직접 응시하지 않는다.
- (7) 레이저 장비가 설치된 곳은 표지를 부착하여 분명하게 위치를 알리고 경고문을 붙이며 연동장치(Interlock)를 설치하여야 한다.

## Ⅵ. 방사선 취급의 안전 지침

### 1. 방사선 취급 시 안전 지침

- (1) 방사능 물질을 사용하는 모든 작업과 방사능을 발생시키는 모든 장비는 방사능안전관리 자의 관리 하에서 이루어져야 한다.(방사능 장비를 구매 시에는 교육과학기술부의 허가를 받아야 한다.)
- (2) 방사능 물질과 장비를 다루는 작업자는 개인피폭측정기(TLD)를 부착하여야 하며 작업을 시작하기 전·중 에 방사능 안전에 관한 교육을 반드시 받아야 한다.
- (3) 개인 피폭 측정기(TLD)는 다른 사람 것을 지녀서도 안 되며 또한 자기 것을 다른 사람 에게 빌려 주어서도 안 된다.
- (4) 개봉 방사능원을 맨손으로 취급해서는 안 되며 용액이면 입으로 피펫을 조작해서는 안된다.
- (5) 방사능을 취급하는 지역은 제한구역으로 설정하여 관계자 외 출입을 금한다.
- (6) 방사능 물질에 대한 사용 승인, 보관, 운송, 파기 시에는 관련법에 따라 처리하여야 한다.
- (7) 자외선, 가시광선 및 전자파 등과 같은 비전리 방사선에 대한 잠정적인 노출도 전리 방사선에 따라 검열한다.
- (8) 레이저, 자외선 혹은 강력한 빛이 사용되는 장소를 명백하게 표시하고 작업 시에는 방사선의 형태에 따라 적절한 눈 보호구를 착용한다.
- (9) 방사선 시설의 장애나 응급사항 등의 발생에 대비하여 비상조치계획을 수립하여야 한다.
- (10) 방사선 구역에 출입한 자에 대하여 피폭방사선량 및 방사성 동위원소에 의한 오염상황을 측정, 기록하여 보관하여야 한다.

## 2. 방사성 오염 제거

(1) 개봉선원을 취급하는 실험실에서는 방사성오염의 개연성이 남아있으며 제염에는 오염경과 시간이 짧을수록 제염의 효과를 얻을 수 있지만 경과 시간이 길어지면 제염의 효과가 일반적으로 낮아지는 경향이 있음을 고려하여 종사자는 항상 오염 발생 시의 처리절차를 숙지해야 한다.

### ① 오염제거의 원칙

- 오염이 발생하면 오염 확대를 방지하며, 조기에 제거함을 원칙으로 하여 오염제거에 필요한 기구, 약품 등은 상비한다.
- 제염작업은 반드시 고무장갑 및 덧신 등 방호장비를 갖추고 실시한다.
- 기체 상태로 오염이 확산할 우려가 있을 때는 방호마스크를 착용한다.
- 오염이 심할 때는 방사선 안전 관리자에게 연락하여 필요한 조치를 취한다.

### ② 방사성 용액을 엮질렀을 경우

#### ㄹ 오염 확대 방지 조치

- 여과지, 종이, 타월 등으로 오염부위가 확대되지 않도록 주의하여 흡취한다.
- 오염부위를 검사, 표시하고 핵 종명 및 주의사항을 기재하여 타인이 접근하지 못하도록 조치를 한다.

#### ㄹ 제염 조치

##### - 인체 제염

- 피부제염 : 중성세제를 탄 물에 부드러운 헝겊을 적서 오염부위를 가볍게 문지르면서 다량의 물(될 수 있으면 온수)로 씻어낸다.
- 상처 또는 눈 제염 : 상처, 눈 등이 오염되면 즉시 다량의 온수로 세척, 상처부분은 피로 짜낸다.
- 응급조치가 끝나는 즉시 방사선 안전 관리자에게 연락 조치한다.

#### ㄹ 바닥, 기기 등의 제염

- 바닥제염 : 종이, 천 등을 이용하여 제염액으로 제염한다.
- 기기 : 오염된 부품만을 분해하여 제염한다.

### ③ 방사성 분말을 쏟은 경우

#### ㄹ 분말제거 조치

여과지, 종이 타월 등을 물에 적시어 수분을 짜낸 후 오염부위를 덮어 누르면서 문힘, 분말이 완전히 제거 될 때까지 이 과정을 반복한다.

ㄹ 비산 방지 조치

비산을 방지하고자 오염부위를 물로 가볍게 적신 후 여과지 등으로 오염부위를 덮는다.

④ 표면오염도 측정

제염 절차를 끝낸 후 오염부위의 표면오염도를 측정하여 기록한다.

⑤ 오염제거의 일반적 주의사항

- 오염된 장소와 오염원의 핵종, 반감기, 물리·화학적 특성 및 형태를 파악한다.
- 오염제거의 방법이 확실적으로 정해져 있지 않으므로 물세척이나 중성 세제를 이용해 보고 오염제거가 잘 안 될 때는 제염방법을 검토한다.
- 검토된 제염방법으로 시험적으로 좁은 범위를 제염하고 제염효과가 좋으면 전체적으로 제염한다.
- 오염이 발생하면 조기에 제염하여 제염효과를 높인다.
- 제염작업에 사용한 용액, 기자재 등은 방사성동위원소폐기물이므로 폐기물로 분류하여 보관한다.

## VII. 생물학적 안전 지침

### 1. 일반적인 실험실 필요 사항

#### (1) 기본원칙

- ① 생물, 동물학적 안전성, 전염병에 대한 숙지가 중요하다.
- ② 실험 중의 세균, 바이러스 특성, 살균, 제균 방법의 숙지 및 보관 상태 점검이 항상 유지되도록 한다.
- ③ 실험 후 실험동물, 병원성 미생물의 폐기관리를 원칙에 따라 준수해야 한다.
- ④ 마취약품, 유해물질 등은 적절한 저장 및 사용법에 따라 관리되어야 한다.
- ⑤ 실험실 통제(잠금장치) 및 세정, 소독, 위생관리가 철저해야 한다.
- ⑥ 인체물질을 다루는 모든 연구자, 학생이나 직원은 연구 시작하기 전에 교육을 받아야 한다.

#### (2) 실험실 접근 제한

- ① 실험 및 실험보조자의 출입을 관리한다. 즉 감염위험에 노출되기 쉽고, 감염이 치명적일 경우 실험실 혹은 동물실 출입을 금지한다.
- ② 원심분리기, 배양기, 중탕기, 그 밖의 용기, 운반기, 시험관 등 실험에 필요한 모든 장비는 생물학적으로 안전한 캐비닛 혹은 접근제한 실험실에 보관한다.
- ③ 실험실 출입에 필요한 특별요소를 경고문구와 함께 실험실 문밖에 부착시킨다.
- ④ 감염요인이 있는 경우, 해당하는 면역조치나 검사를 받도록 한다.

#### (3) 실험 시 유의 사항

- ① 생물학적으로 안전한 캐비닛 혹은 다른 물리적 밀폐 용기 속에서 실험을 수행할 것.
- ② 개방된 작업대에서 밀폐되지 않은 용기를 사용한 작업을 하지 말 것.
- ③ 액체가 침투되지 않는 작업대 표면, 벽 및 쉽게 닦아낼 수 있는 바닥재, 작업대가 유지되도록 할 것.
- ④ 개인 보호기구, 절차 및 장비를 사용하여 직접 노출을 관리할 것.(장갑, 마스크, 가운, 눈보호 장비, 안전모)
- ⑤ 실험용 장갑은 사용 후 폐기하거나 자주 교체할 것.
- ⑥ 입으로 피펫을 사용하는 것은 엄격히 금지할 것.(보조 장비 사용)

- ⑦ 실험실 내에서 음식을 먹거나, 음료를 마시는 것, 담배 피우는 것을 금지할 것.
- ⑧ 작업을 할 경우 관계자 이외에는 접근을 금지하거나 최소화할 것.
- ⑨ 작업 후 반드시 손을 씻도록 할 것.
- ⑩ 작업 중 액체방울이 튀거나 에어로졸이 생기지 않도록 주의할 것.
- ⑪ 쓰레기를 적절한 시기에 적절한 장소에 폐기할 것.
- ⑫ 해충과 쥐 등이 서식하지 못하게 소독 및 관리할 것.
- ⑬ 병원성 미생물을 보존하는 실험실, 냉장고, 냉동고 등에는 “생물학적 위험물” 표지판을 붙여서 사용할 것.

(4) 사고 시 대처 방법

- ① 다른 사람에게 즉시 사고를 알릴 것.(연구책임자 및 119에)
- ② 오염된 부위를 비눗물로 씻을 것.(눈이면 눈 세안장치로 씻고, 입이면 생리식염수로 씻을 것)
- ③ 오염된 지역을 명확히 표시하고 다른 사람이 접근하지 못하게 할 것.
- ④ 흡습지를 오염된 부위 위에 덮을 것.
- ⑤ 소독제를 흡습지 위에 뿌리고 20분이 지나면 흡습지를 제거하고, 표면을 알코올이나 비눗물로 닦을 것.
- ⑥ 소독할 때 생긴 오염물을 잘 모아서 적절하게 폐기할 것.

## 2. 생물학적 폐기물의 처리

(1) 생물학적 위험 폐기물

- ① 모든 생물학적 위험 또는 감염성 폐기물은 고압증기멸균에 의해 해가 없게 만들어야 한다.
- ② 멸균 소독 후 봉투 내부의 내용물을 명시하는 폐기물 표지를 붙인다.
- ③ 내용물이 새지 않도록 투명 백에 이중으로 담는다.

(2) 의료 폐기물

- ① 생물학적 위험 전용봉투 안에 이중 처리하여 담는다.
- ② 내용물을 명시하는 표지와 특정 실험실을 나타내는 스티커 또는 바코드를 제공한다.
- ③ 전문 처리업체에 넘기기 전에 전용 냉암소에 보관한다.

(3) 병원성 폐기물

- ① 병원성 폐기물은 두꺼운 전용 플라스틱 백에 수집하고 모든 튜브, 플라스틱 칩, 꼬리표등은 동물에서 제거한다.
  - ② 내용물을 명시하는 표지와 특정 실험실을 나타내는 스티커 또는 바코드를 제공한다.
- (4) 날카로운 물질과 주사 바늘
- ① 고압증기멸균기나 소각로에 견딜 수 있는 전용 플라스틱용기에 수집한다.
  - ② 화학적 소독처리 또는 고압증기 멸균 처리한다.
  - ③ 뚜껑이 밀폐되는지 확인한다.
  - ④ “유해물질”이라는 안전표지로 내용물을 표시하고, 특정 실험실을 나타내는 스티커 또는 바코드를 제공한다.
- (5) 일회용 주사기
- ① 감염성 또는 생물학적 위험 주사기는 화학소독제로 처리하거나 고압증기로 멸균한다.
  - ② 주사기 전용용기에 수집한다.
  - ③ 나머지 주사기는 플라스틱 백에 수집하고 다른 용기에 보관한다. 소각 지정 표지를 한다.

### 3. 생물학적 폐기물 운반

실험실 외부로 생물학적 위험 폐기물을 운반할 경우 이중 전용봉투를 사용하며, 밀폐시킨 다음, 단단한 2차 용기에 넣고 이동시킨다. 2차 용기사용에 따른 안전사항은 다음과 같다.

- 모든 전용봉투와 날카로운 물질 용기는 2차 용기에 넣어야 한다.
- 2차 용기의 뚜껑과 옆면에 “감염성 폐기물” 또는 “생물학적 위험물” 표시를 한다.
- 재사용하는 2차 용기는 비워질 때마다 씻어야 한다.

## VIII. 소방 안전 지침

### 1. 화재의 종류

화재종류	연소물	사용소화기			
		물(소화전)	ABC분말 소화기	하론 소화기	마른모래
일반화재(A급)	종이, 섬유, 목재 등	○	○	○	
유류화재(B급)	기름, 페인트, 용제류 등		○	○	
전기화재(C급)	전기에 의한 화재		○	○	
금속화재(D급)	Mg, Na, K 등 금속				○

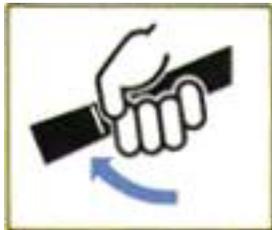
#### ○ 수동소화기의 사용요령

- 소화기는 안전핀을 뽑은 후 손잡이를 움켜쥐면 소화약제가 외부로 방사된다.



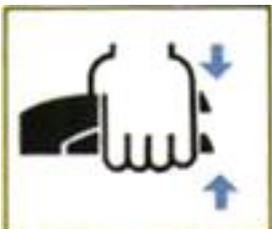
#### ① 안전핀을 뽑는다.

한손으로 소화기를 잡고 다른손으로 안전핀을 뽑습니다.



#### ② 노즐이 불꽃으로 향하게 한다.

바람을 등지고 뿌려야합니다.



#### ③ 손잡이를 꼭잡고 방사합니다.

좌우로 흔들거나 비로쓸듯이 뿌리면 좋습니다.

## 2. 화재의 원인과 대책

### (1) 일반화재

#### ① 원인

- ㉠ 담배꽂초와 불을 완전히 끄지 않은 채 쓰레기통, 구석진 곳, 숲길에 마구 버렸을 때.
- ㉡ 책상 밑이나 의자 옆에 전기난로를 켜 놓은 채 자리를 비워 주변의 가연물에 불이 번졌을 때.
- ㉢ 가연물이나 인화물 주변에서 화기를 불안전하게 취급할 때.

#### ② 예방대책

- ㉠ 연구실에서는 금연으로 하고, 피우던 담배꽂초는 반드시 불을 끄고서 재떨이에 버린다.
- ㉡ 허가된 이외의 장소에서 전기난로의 사용을 금한다.
- ㉢ 전기난방기구는 열선이 없는 것을 사용한다.
- ㉣ 전기기구를 켜둔 채 자리를 비우는 일이 없도록 하며, 자리를 비울 때는 반드시 스위치를 끈다.

#### ③ 소화방법

- ㉠ 소규모 화재나 화재 발생 초기상태에서는 하론 소화기나 ABC 분말 소화기를 사용한다.
- ㉡ 화재가 확대될 때는 옥내소화전이나 옥외소화전을 사용한다.

### (2) 유류화재

#### ① 원인

- ㉠ 연구실 내에 유류를 보관하면서 인근에서 화기를 잘못 취급.
- ㉡ 유류를 사용하는 기기를 켜 놓은 채 자리를 비워 가열.
- ㉢ 유류를 연료로 사용하는 기기에 주유할 때나 가동기기에 유류를 보충할 때 흘린 기름에 인화.
- ㉣ 연소기가 넘어져 연료가 쏟아짐.

#### ② 예방대책

- ㉠ 유류는 지정된 장소에 보관하며, 실내에는 단기 실험 시 사용량만을 보관한다.
- ㉡ 유류의 보충은 반드시 연소기의 불을 끄고 한다.
- ㉢ 유류를 따를 때는 적절한 호스나 깔때기를 이용하고, 넘치거나 흘리지 않도록 특별히 주의한다.

- ㉔ 유류를 사용하는 기구를 켜 놓은 채 자리를 비우는 일이 없도록 하며, 자리를 비울 때는 반드시 스위치를 끈다.
- ㉕ 유류를 사용하는 기구를 옮길 때는 전원을 끈다.
- ㉖ 마음대로 조립한 유류를 사용하는 기구는 넘어지지 않도록 고정하고, 주위에 인화성이나 가연성 물질을 두지 않는다.
- ㉗ 유류를 사용하는 기구의 받침대는 유류가 주변으로 흐리지 않게 방호 턱을 설치한다.
- ㉘ 유류기구는 '(열)' 또는 'KS'마크 표시가 있는 제품을 사용한다.

③ 소화방법-하론 소화기나 ABC 분말 소화기를 사용한다.

### (3) 전기화재

#### ① 원인

- ㉑ 한 개의 콘센트에 여러 개의 플러그를 연결사용으로 과부하.
- ㉒ 스위치나 콘센트에 전도성 액체가 들어가 합선.
- ㉓ Hot place, 전기오븐, 전기난로, 전기장판, 커피포트 등 전열기를 켜둔 채 퇴근하여 과열.
- ㉔ 전열기 부근의 인화성·가연성 물질에 인화.
- ㉕ 규격 미달 콘센트나 코드의 사용으로 인한 과열.
- ㉖ 전기나 정전기의 스파크.

#### ② 예방대책

- ㉑ 한 개의 콘센트에 여러 개의 플러그를 사용하지 않는다. 특히 난방기의 플러그는 복합콘센트에 꽂지 않고, 벽 콘센트에 직접 꽂는다.
- ㉒ 스위치, 콘센트는 벽이나 작업대에 고정시키고, 물이나 인화성 액체가 들어가지 않게 한다.
- ㉓ Hot place, 전기오븐, 전기난로, 전기장판, 커피포트 등 전열기를 사용한 후에는 반드시 전원을 끈다.
- ㉔ 전기기구를 사용할 때는 반드시 주변의 인화성 약품이나 가스를 안전하게 치운다.
- ㉕ 전기용품은 '(전)' 또는 'KS' 표시가 있는 제품을 사용한다.
- ㉖ 전기기구에는 반드시 적정용량의 퓨즈나 차단조치를 하여 과전류를 차단한다.
- ㉗ 연장 코드를 통로나 복도, 문틈, 시설물 위로 통과하지 않게 배선한다.
- ㉘ 전선의 접속부나 조임부의 발열 여부를 수시로 확인한다.

① 고장 난 스위치나 콘센트는 즉시 수리하거나 교체 한다.

③ 소화방법-하론 소화기나 ABC 분말 소화기를 사용한다.

#### (4) 금속화재

##### ① 원인

가연성 금속류의 화재, 금속칼륨, 금속나트륨, 철분, 마그네슘 등의 제2류 위험물과 리튬, 칼슘을 포함하는 화재이며 금속 중 일부는 상당히 화학적으로 활발해서 공기와 접촉하여 점화원이 없어도 자연 발화하는 자연발화성을 갖고 있다.

##### ② 예방대책

① 실온저장기본, 금속용기는 건조하고 내화시설이 되어 있는 저장실이나 건물에 저장할것.

② 저장지역에 물이나 스팀(Steam)배관이 지나가서는 안 되며 스프링클러(Sprinkler) 설비를 절대 사용금지.

③ 금속 저장실에 들어있는 용기뿐만 아니라 빈 용기도 저장하고 모든 용기는 미끄럼방지 장치가 되어 있어야 함.(바닥에서 절대 용기를 끌지 말 것)

④ 많은 양의 금속을 옥외저장탱크에 저장할 경우 탱크의 맨홀 부분은 기상변화에 대비한 설비가 되어 있어야 하며 탱크 내부의 빈 공간(Empty Space)은 질소가스로 채워져 있어야 하고 탱크 외벽은 방수성의 불연성 재료로 덮어야 함.

⑤ 금속은 저장실로부터 사용 장소로 이동시 완전히 밀봉된 용기를 사용해야 하며 공장내 금속가루가 흩날려서 천정, 기동상단, 선반(Rack)등 기타 평면에 적체되는 것을 방지하고 수시 청소해야함.

⑥ 금속은 습기에 대한 친화력이 크므로 밀봉할 때 대기 중의 습기와 반응할 수 있으며 이로 말미암아 용기 내 반응 수소가 존재하기 때문에 용기입구를 햄머나 기타 충격을 줄 경우 화재 및 폭발할 수 있음.

⑦ 금속분말을 취급, 가공하는 경우에는 분진폭발(Dust Explosion)재해방지를 위해 “폭발압력방산구”를 설치해야 함.

⑧ 모든 공정장치와 건물 내의 금속 등을 정전기 재해를 방지하고자 본딩되고 접지되어야함.

⑨ 피부에 닿으면 화상 및 염증을 일으키며 눈의 점막에 들어가면 실명의 위험이 있으므로 반드시 장갑, 보안경 등 개인장구를 착용해야함.

③ 소화방법-마른 모래를 사용한다.