

과학 실험 안전 매뉴얼

초등학교

안전한 과학실



과학실험 안전 매뉴얼

초등학교

교육부
Ministry of Education

한국과학창의재단
Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity

**과학
실험**
안전 매뉴얼

초등학교

I. 응급상황 대응

1. 안전사고 처리 과정	08
2. 응급처치 방법	10
3. 화재 발생 시 대처법	14

II. 과학실험실 안전설비와 안전장구

1. 과학실험실 안전설비	18
- 환기설비	
- 소방설비	
- 전기설비	
- 응급처치설비	
- 수도설비	
- 기타 안전설비	
2. 과학실험실 안전장구	22
- 보안경	
- 실험복	
- 마스크	
- 보호장갑	

III. 안전지도

1. 안전한 실험 준비	26
2. 과학실험실 안전수칙-학생	28
3. 과학실험실 안전수칙-교사	30

IV. 화학약품 관리

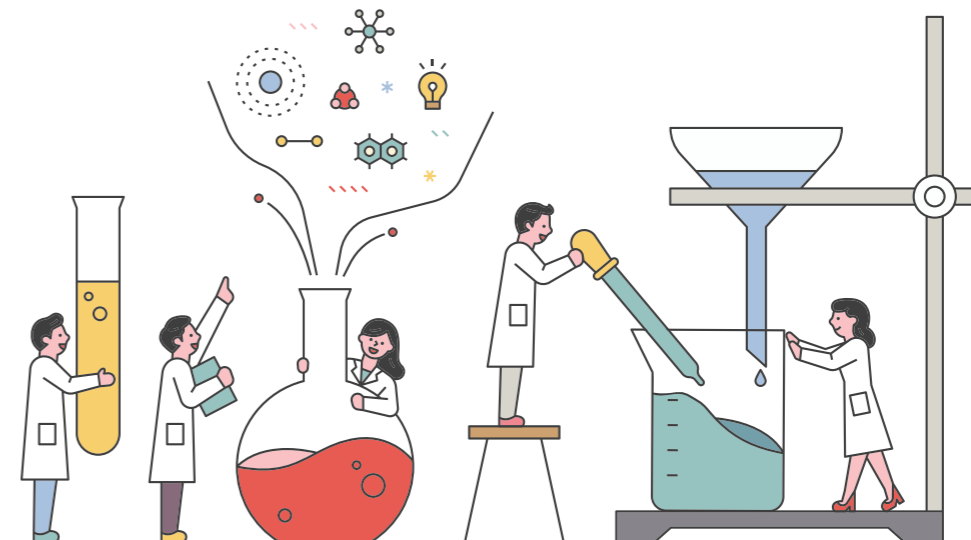
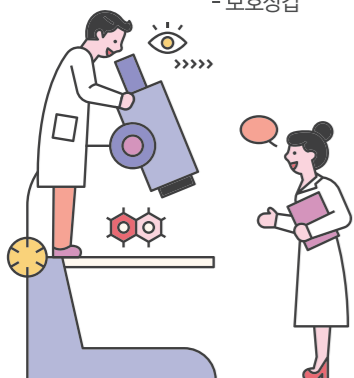
1. 화학약품 준비	
- 화학약품 구입 절차	34
- 화학약품 레이블 정보 읽기	36
- GHS 그림문자 정보	38
2. 화학약품 보관 및 관리	
- 화학약품 보관 및 관리 원칙	40
- 실험 시 화학약품 취급 수칙	41
- 유해 화학물질의 주요 특성 / 인체 유입 경로	42
- 화학약품 분류 체계에 따른 보관 방법	44
3. 주요 화학약품별 특징 및 주의사항	46
4. 과학실험실 폐수, 폐시약 및 지정폐기물 관리	
- 정의 / 관리방안 / 처리 절차	55
- 과학실험실 폐수 관리 방안	58
- 과학실험실 폐시약 / 지정폐기물 관리 방안	60

V. 상황별 대처방안

1. 화학약품을 다룰 때	64
2. 불-열원을 다룰 때	76
3. 유리기구를 다룰 때	86
4. 전기를 다룰 때	88
5. 동식물을 다룰 때	90
6. 기타 도구 및 기기를 다룰 때	92

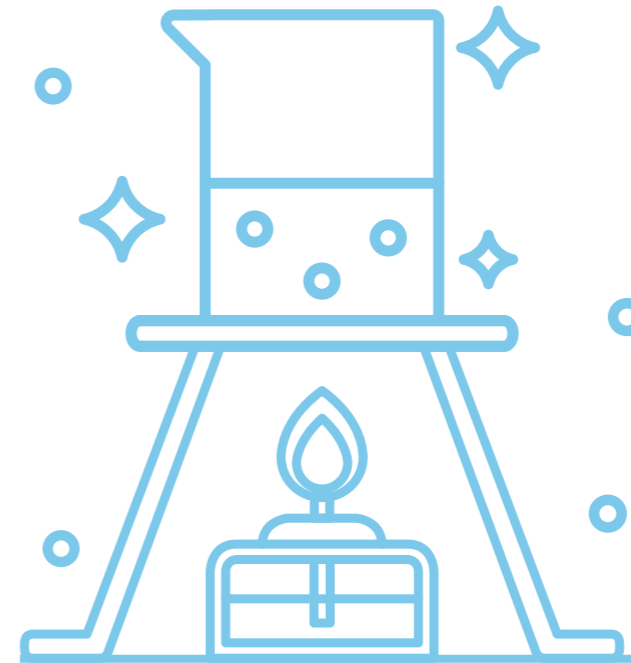
VI. 부록

1. 사고보고서	100
2. 관련 법규	102
3. 과학실험실 안전관리 점검표	106
4. 과학실험실 안전 서약서	108
5. 안전불감증 지수 점검	109
6. 물질안전보건자료(MSDS)	110
7. MSDS의 게시 및 비치	111
8. 과학실험실 폐수 처리 자체 점검표	113
9. 과학실험실 연구윤리	114
10. 3D프린팅 안전관리 수칙	116
11. 3D프린팅 작업환경 체크리스트	117





응급상황 대응



1. 안전사고 처리 과정	08
2. 응급처치 방법	10
3. 화재 발생 시 대처법	14

1. 안전사고 처리 과정

1단계

실험·실습실 안전사고 발생



사고를 목격한 학생은 사고 발생 즉시 당황하지 말고 교사에게 알림

2단계

응급조치 CCC



Check : 현장 상황 파악

- 환자 수, 환자 상태, 주변 위험요소 파악
- 필요시 학생 대피 조치



Call : 알림

- 관리자 및 보건교사에 보고 & 동료 교사에게 지원 요청 (교사 독단은 금물)
- 학생 상태에 따라 의료기관 이송 여부 결정
- 필요시 119 등 유관기관에 협조 요청
- 보호자 연락 (부상 상황과 사고 상황 설명 및 학생 이송 의료기관 확인, 추측 및 과장된 표현이나 책임회피 등의 표현 삼가)



Care : 처치 및 도움(응급처치)

- 구급대가 올 때까지 또는 병원 도착까지 환자 보호
- 병원 이송 시 반드시 교사 1인 동행

3단계

원인 파악 및 상황 보고

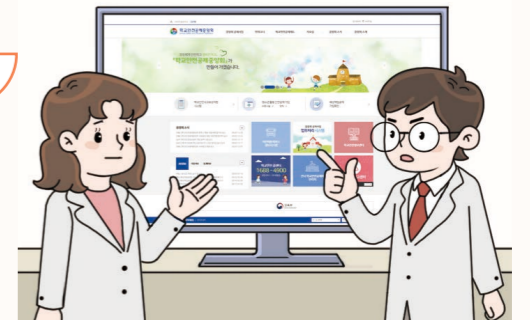
- 사고 원인 및 피해 상황 파악
- 사고보고서(부록 1) 및 보건일지 작성 등 상황 기록
- 관할 교육청 보고



4단계

후속조치

- 사고 복구계획 수립 및 시행(필요시 전문기관 의뢰)
- 사고 원인에 따른 재발방지책 마련
- 학교안전공제회 보상신청 처리 (신청서 작성 시 안전교육 및 긴급조치 내용 기록)
- 피해학생에 대한 지속적인 관심 및 지원대책 마련
- 학교 관계자가 가정이나 병원으로 문병



2. 응급처치 방법

외상을 입은 경우



상처가 깊거나 벌어진 경우 병원으로 이송



긫혔을 때
 • 상처 부위를 씻고 소독한다.



베였을 때
 • 출혈부위를 압박하여 지혈한 뒤 소독한다.



찔렸을 때
 • 얇게 박힌 물체는 제거한 뒤 지혈 및 소독한다.
 • 깊게 박힌 물체는 빼지 말고 수건 등으로 고정한 뒤 병원으로 이송한다.

응급처치 주의사항

출혈이 있을 때



• 출혈 부위를 압박하고 심장보다 높게 들어 지혈한다.

상처에 더러운 것이 묻었을 때



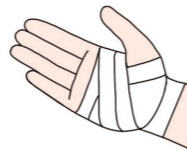
• 깨끗한 물로 씻어, 병균의 침입을 막는다

상처를 치료할 때



• 상처 주변을 소독하고, 약을 바른다

상처를 보호해야 할 때



• 밴드나 붕대를 사용하고 상처 부위를 깨끗하게 관리한다.

화학약품에 상해를 입은 경우

화학약품이 피부나 옷에 묻었을 때

• 피부에 묻은 경우 흐르는 물로 충분히 씻어준다.
 • 옷에 묻은 경우 옷을 벗기고 장신구도 제거한 후, 물로 충분히 씻어준다.



화학약품이 눈에 들어갔을 때

• 눈을 비비거나 압박하지 않는다.
 • 눈을 뜬 상태에서 흐르는 물로 충분히 씻어내고, 병원으로 이송한다.



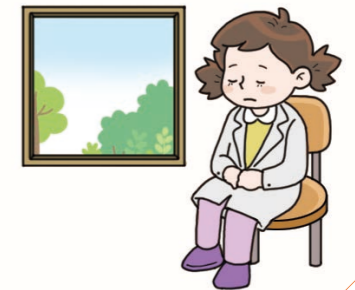
화학약품을 먹었을 때

• 입과 입안을 씻고 미지근한 물이나 우유를 마시게 한 후 병원으로 이송한다.
 • 병원에 이송될 때까지 환자가 구토를 할 경우 질식하지 않도록 옆으로 눕게 한다.



화학약품을 흡입(호흡)했을 때

• 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 충분히 휴식을 취하게 한다.
 • 두통이나 호흡곤란을 호소할 경우 병원으로 이송한다.



수은이나 포르말린 같은 유해 화학약품의 누출사고가 발생했을 때

• 흡입 사고로 이어지지 않도록 주의한다.
 • 사람들의 접근을 막고 누출사고 대응 체계(52쪽 참조)에 따라 전문가의 도움을 받아 처리한다.



감전된 경우



• 전원을 빠르게 차단한다.



• 구조자는 절연장갑이나 고무장갑을 착용하고, 전기기구에서 환자를 분리시킨다.



• 상태가 위독한 경우 119로 신고한다.



• 의식이 없을 경우 안전한 바닥에 눕히고 필요한 경우 심폐소생술을 실시한다.

물리적 힘에 의해 상해를 입은 경우



탈골: 뼈가 빠졌을 때

• 손상된 상태 그대로 부목 등을 이용하여 고정한 뒤 병원으로 이송한다.



골절: 뼈가 부러졌을 때

• 움직이지 않도록 고정된 뒤 병원으로 이송한다.



염좌: 근육이 찢어졌을 때

• 다친 부위를 편하게 하고 냉찜질 후 붕대로 압박한 뒤 쿠션 등에 받쳐준다.
• 부종이나 통증이 심한 경우 병원으로 이송한다.

화상을 입은 경우

화상 원인과 환자 분리하기

- 가능하다면 귀금속, 반지와 같은 장신구와 꽉 끼는 옷은 제거한다.
- 피부에 들러붙은 옷은 제거하지 않는다.



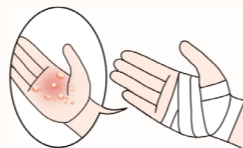
흐르는 차가운 물로 상처 부위 열기 제거하기

- 저체온증이 생길 수 있으므로 추위로 몸을 떠는 경우 물 세척을 중지한다.



상처 부위 붕대 감기

- 화상 부위에 깨끗한 거즈를 대고 붕대로 감아주며 물집은 터트리지 않는다.



기타 사고

눈에 강한 빛이 노출되었을 때

- 양쪽 눈을 모두 감고 눈을 절대 움직이지 않는 상태에서 병원으로 이송한다.



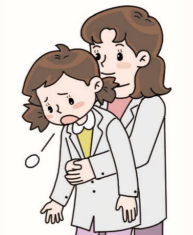
어지러움을 느낄 때

- 옷을 느슨하게 하고 편안한 의자에 앉히거나 눕힌다.



기도가 막혔을 때

- 이물질이 나올 때까지 복부밀어내기법(하임리히법)을 실시한다.



3. 화재 발생 시 대처법

화재가 발생한 경우



• “불이야!” 라고 소리 질러 화재를 알리고 화재경보기 작동 및 119로 신고한다.



• 교사의 지시에 따라 지정된 장소로 대피한다.



• 화재가 발생한 곳은 문을 닫아 불이 번지는 것을 방지한다.



• 연기가 심할 경우 젖은 수건이나 손으로 코와 입을 막고 자세를 낮추어 이동한다.

화재 상황별 초기 진화 방법

규모가 작은 불이 났을 때

- 방염담요나 소화기 등을 이용하여 진화한다.



알코올램프가 넘어져 불이 붙었을 때

- 방염담요로 덮거나 방화사를 뿌려서 불을 끈다.



전기 합선으로 불이 났을 때

- 누전 차단기의 스위치를 내리고 소화기를 이용하여 불을 끈다.



옷에 불이 붙었을 때

- 바닥에 누운 뒤 방염담요나 젖은 실험복으로 덮어 불을 끈다.



화재 상황별 소화기 사용

A급 일반화재 • 나무, 섬유, 종이, 고무, 플라스틱류

 →
 


B급 유류화재 • 인화성/가연성 액체, 석유, 그리스, 타르, 솔벤트, 래커, 알코올 등

 →
 



C급 전기화재 • 전자기기, 배선 관련 등

 →
 



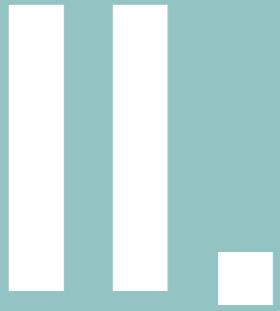
K급 주방화재 • 동·식물성 기름 등을 취급하는 조리기구류

 →
 

CO₂ 소화기

CO₂ 소화기 사용 시 방사나팔을 잡으면 동상을 입을 수 있으므로 반드시 손잡이를 잡는다.





과학실험실 안전설비와 안전장구



1. 과학실험실 안전설비	18
- 환기설비	
- 소방설비	
- 전기설비	
- 응급처치설비	
- 수도설비	
- 기타 안전설비	
2. 과학실험실 안전장구	22
- 보안경	
- 실험복	
- 마스크	
- 보호장갑	

1. 과학실험실 안전설비

● 환기설비 ● 소방설비 ● 전기설비 ● 기타 안전설비



※ 참고: 학교 구조 및 상황에 따라 안전설비 위치는 다를 수 있음

● 응급처치설비 ● 수도설비 ● 전기설비 ● 기타 안전설비



※ 참고: 학교 구조 및 상황에 따라 안전설비 위치는 다를 수 있음

2. 과학실험실 안전장구

보안경



실험용 보안경

- 일반적인 실험 시에는 실험자의 안면 부위나 눈을 보호하기 위해 보안경을 착용하도록 한다.
- 일반 안경을 보안경 대신 사용해서는 안 되며, 화학약품 및 파손 위험이 있는 유리기구를 사용할 때 항상 착용해야 한다.
- 안경을 쓴 경우에는 안경 위에 보안경을 착용한다.



레이저 보안경

- 실험용 보안경은 자외선과 레이저 빛은 차단하지 못하기 때문에 레이저 지시기 등의 강한 광원을 사용하는 실험의 경우 시력을 보호할 수 있는 레이저 보안경을 착용한다.

실험복



실험복

- 실험복은 가장 기본적인 안전장구로 유해 화학물질이나 분진 등이 신체에 묻는 것을 막아준다.
- 면 소재 실험복으로 몸에 맞는 것을 착용한다.
- 과학실험실 내에서는 항상 착용하고, 실험 중 묻은 물질이 유출되지 않도록 외부에서는 착용하지 않는다.
- 실험복은 일반 의복과 함께 세탁하지 않고 안전하게 관리한다.



내화학 실험복

- 과학실험실에서 취급하는 유해 화학물질 중 액체를 차단하는 3형식 또는 분무를 차단하는 4형식 보호복으로 준비한다.



내화학 앞치마

- 강산 등 부식성이 강한 약품 사용 시 착용하는 플라스틱이나 고무로 된 앞치마를 준비한다.

과학실험실에서 주의해야 할 복장

- 신체 노출 위험이 있는 샌들이나 슬리퍼를 착용하지 않는다.



마스크



방진 마스크

- 일반 마스크로 차단하기 어려운 분진, 미스트 및 연기 등이 호흡기를 통하여 인체에 유입되는 것을 차단한다.



방독 마스크

- 방진 마스크로 차단하기 어려운 유해가스, 증기 등이 호흡기를 통하여 인체에 유입되는 것을 차단한다.
- 착용 시 안면에 밀착되어 공기가 새지 않도록 한다.
- 착용하고 장시간 실험할 경우 호흡곤란 증세가 생길 수도 있으므로 규칙적으로 마스크를 벗고 휴식을 취해야 한다.

일반 마스크

- 일반 마스크는 작은 먼지가 호흡기를 통하여 인체에 유입되는 것은 차단하나 분진이나 유독한 가스는 차단하지 못한다.

보호장갑



내화학 장갑

- 강산, 강염기나 부식성이 강한 화학물을 다룰 때 사용한다.
- 네오프렌 장갑과 니트릴 장갑은 강산이나 부식성이 강한 화학물들을 다룰 때 사용한다.
- 라텍스 장갑은 착용감이 좋고 탄력이 뛰어나 수용액을 다룰 때 사용하기 좋으나 유기 용매에는 사용 불가하며 알레르기를 유발할 수 있음에 유의한다.



내열 장갑

- 뜨거운 물질이나 극저온 물질(액체 질소, 드라이아이스 등)을 다룰 때 사용한다.
- 뜨거운 물체를 만질 때는 내열 장갑, 화염이 강한 실험에는 방염 장갑, 차가운 물질을 만질 때는 초저온 장갑을 사용한다.



기타 장갑

- 절연 장갑은 감전 등의 위험이 있는 전기 작업을 할 때 사용한다.
- 베임 방지 장갑은 유리기구를 다룰 때 착용한다.
- 세척용 장갑 안에 목장갑을 착용하면 유리기구를 세척하면서 베이는 위험을 줄일 수 있다.

폴리에틸렌 장갑

- 가정에서 위생 장갑으로 불리는 폴리에틸렌 장갑은 화학약품이 쉽게 투과하므로 실험에 사용하지 않는다.



안전지도

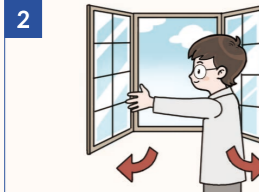


1. 안전한 실험 준비	26
2. 과학실험실 안전수칙-학생	28
3. 과학실험실 안전수칙-교사	30

1. 안전한 실험 준비



1 비상구와 구급약품의 위치를 알아둔다.




2 환기가 잘 되도록 창문을 연다.



3 선풍기는 사용하지 않는다.



4 사용한 기구는 깨끗이 세척하여 건조한 후 지정된 장소에 안전하게 보관한다.

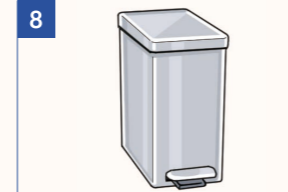


과학 실험실에서 가져야 할 안전 습관

9



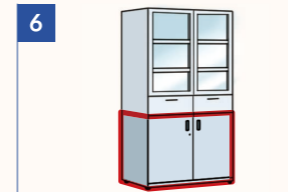
9 소화기, 방염담요 및 방화사의 위치를 확인한다.



8 과학실험실에서는 스테인리스 휴지통을 사용한다.



7 고장난 기구는 곧바로 수리하거나 따로 보관한다.



6 위험한 기구는 낮은 곳에 보관한다.



5 실험에 필요한 실험복, 보안경, 마스크, 보호장갑과 같은 안전장구를 점검한다.

과학실험실 안전 주요 점검사항

안전한 과학실험실을 조성하기 위해서는 여러 가지 관련 법규(부록 2)에 대한 이해가 필요하며, 매달 과학실험실 안전관리 점검표(부록 3)를 작성하며 안전관리에 만전을 기하도록 한다.

- 1
계획 수립

 - 과학실험실 안전 관련 계획
 - 과학 전담 교원 과학실험실 배치·운영 계획
 - 과학실험 안전 관련 학생 교육 및 교원 연수 계획
 - 과학실험 안전장구 및 안전설비 확충 계획
- ▼
- 2
실험안전 게시물
상황 점검

 - 과학실험실 안전 수칙 게시 및 주요 연락처 기재 상황
 - 과학실험 안전사고 응급 대처요령 게시 및 주요 연락처 상황
 - 과학실험 리플렛, 안전 매뉴얼 비치 및 활용 상황
 - 물질안전보건자료(MSDS) 게시·비치 및 활용 상황
 - 과학실험실 안전점검(매월) 실시 현황
- ▼
- 3
학생 교육 및
교원 연수 실시

 - 5분 안전교육 관련 교육방법, 교육자료, 개선점 등
 - 과학실험실 안전 교원연수 관련 연수방법, 연수자료, 개선점 등
- ▼
- 4
전담 교사 배치

 - 과학실험실 전담 교사 배치 현황(미배치 시 사유 명시)
- ▼
- 5
안전설비 및
안전장구 구비

 - 과학실험실 안전장구 및 안전설비 확충 정도(비율), 부족분 확충 방안
 - 과학실험실 안전장구 및 안전설비 부족분 목록

2. 과학실험실 안전수칙

학생

1 실험 전



비상구와 안전설비의 위치를 알아둔다.



과학실험실 내에선 선생님의 지시를 따른다.



젖은 손으로 전기 기구를 만지지 않는다.



안전장구를 착용하고 발이 노출되지 않는 신발을 신으며 긴 머리는 묶는다.



실험기구는 정확한 사용법을 숙지한 후 사용한다.



2 실험 중



사고가 발생하면 큰 소리로 알린다.



유리기구를 사용할 때에는 깨지지 않도록 주의한다.



과학실험실 내에서 장난을 치거나 뛰지 않도록 한다.



과학실험실 내에서 음식을 먹거나 화학물질을 맛보지 않는다.



실험 중 자리를 비우거나 시약병을 함부로 들고 다니지 않는다.



불·열원 사용 시 특별히 더 조심한다.

3 실험 후



실험 전·후에 실험대 주변을 정리정돈 한다.



실험할 때 나온 폐수는 지정된 곳에 보관한다.



실험 물품과 화학약품을 과학실험실 밖으로 가져가지 않는다.



3. 과학실험실 안전수칙

교사

1 실험 전



사전 실험을 실시하여 위험요소를 파악한다.



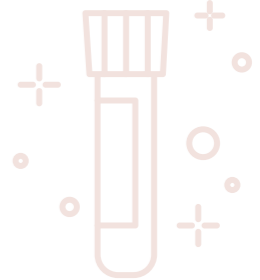
알코올램프에 알코올을 넣을 때는 깔때기를 이용한다.



조제한 시약 보관 시 화학약품명, 제조일자, 관련 정보 등을 기록한 레이블을 붙인다.



'5분 안전지도'를 생활화한다.



2 실험 중



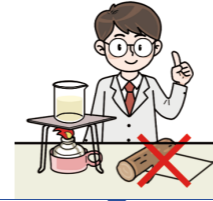
안전장구를 착용하고 긴 머리카락은 묶는다.



과학실험실 안전 서약서(부록 4)나 안전불감증 지수 점검표(부록 5)를 활용한다.



교사가 과학실험실을 이탈하는 일이 없도록 한다.



연료나 화기를 다룰 때는 주변에 탈 수 있는 물질이나 열원이 없도록 한다.



폐수나 지정폐기물은 지정된 처리 방법에 따라 처리한다.



남은 시약은 원래 시약병에 넣지 않고 폐기 처리한다.

3 실험 후



전기 공급원, 전열 플러그, 가스 밸브를 확인한다.



쓰레기통에 화재를 유발하거나 반응 가능한 물질이 없는지 확인한다.



알코올램프의 연료와 휴대용 가스레인지의 연료를 제거하고 보관한다.



과학실험실을 점검하고 잠금장치를 확인한다.



폐시약이나 오래된 물건은 폐기물 처리 규정에 맞게 처리한다.



IV.

화학약품 관리



1. 화학약품 준비	
- 화학약품 구입 절차	34
- 화학약품 레이블 정보 읽기	36
- GHS 그림문자 정보	38
2. 화학약품 보관 및 관리	
- 화학약품 보관 및 관리 원칙	40
- 실험 시 화학약품 취급 수칙	41
- 유해 화학물질의 주요 특성 / 인체 유입 경로	42
- 화학약품 분류 체계에 따른 보관 방법	44
3. 주요 화학약품별 특징 및 주의사항	46
4. 과학실험실 폐수, 폐시약 및 지정폐기물 관리	
- 정의 / 관리방안 / 처리 절차	55
- 과학실험실 폐수 관리 방안	58
- 과학실험실 폐시약 / 지정폐기물 관리 방안	60

1. 화학약품 준비

화학약품 구입 절차



화학약품 레이블 정보 읽기

1 물질 이름

화학약품의 이름이 한글, 영어로 표기되어 있다.

2 화학식

화학약품의 화학식으로 실험식, 분자식, 시성식의 다양한 형태로 표기되어 있다.

3 화학식량

화학식을 구성하는 원자들의 원자량 총합으로 1몰의 질량을 나타낸다.

4 CAS 등록 번호

CAS(Chemical Abstract Service)*는 미국 화학회에서 운영하는 화학물질 등록 정보이며, 현재까지 알려진 모든 화학물질의 고유 번호로 화학물질을 중복 없이 찾을 수 있다.

5 순도 / 농도

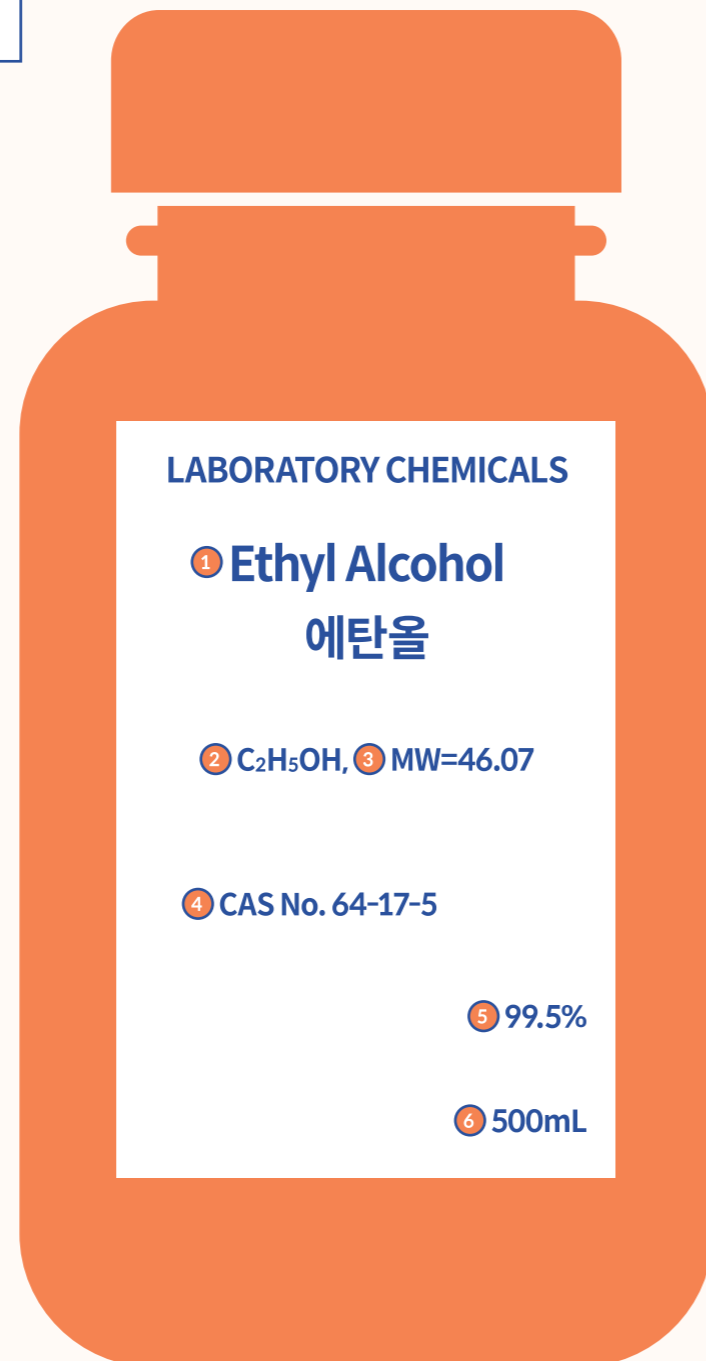
보관 용기에 담겨 있는 화학약품의 순도나 농도 등이 표기되어 있다.

6 용량

보관 용기에 담겨 있는 화학약품의 양으로 고체의 경우 g으로, 액체의 경우 mL 또는 cc로 표기되어 있다.

CAS(Chemical Abstract Service)

* 현재 CAS에는 1억 2백만 개 이상의 화학물질이 등록되어 있다. 매일 15,000개 정도의 물질이 추가되고 있으며, CAS 번호는 www.cas.org에서 검색할 수 있다.



7 그림문자

화학약품의 성질과 위험성을 사용자가 쉽게 파악할 수 있도록 그림 기호로 나타낸 것으로 GHS* 그림문자로 표기되어 있다.

8 신호어

유해성의 심각성 정도를 나타내는 것으로 심각한 유해성을 표시할 때는 ‘위험’을, 상대적으로 낮은 유해성을 나타낼 때는 ‘경고’ 문구를 표시한다. 신호어로 위험이 사용될 경우에는 경고는 생략한다.

9 유해·위험문구

화학물질의 물리적 위험성, 건강이나 환경에 미치는 유해성을 알리는 문구가 표기되어 있다.

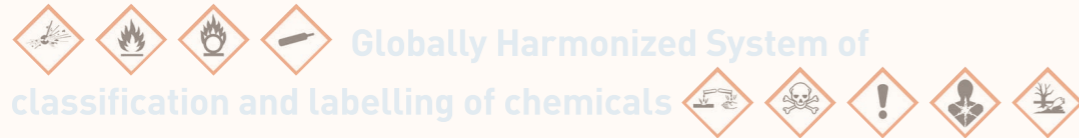
10 예방조치문구

화학물질에 노출되거나 부적절하게 취급·저장되지 않도록 예방, 대응, 저장, 폐기 방법 등에 대한 유의사항이 표기되어 있다.

GHS 그림문자

* GHS(Globally Harmonized System of classification and labeling of chemicals)는 화학물질의 분류 및 표지에 관한 세계 조화시스템으로 전 세계적으로 통일된 분류기준에 따라 화학물질의 유해성과 위험성을 분류하고 통일된 형태의 경고표시를 제공하고 있다.

GHS 그림문자 정보




폭발물(Explosive)

- 해당 물질**
- 폭발성 물질
 - 자기반응성 물질 및 혼합물
 - 유기과산화물
- 위험성**
- 대폭발 위험 있음
 - 화재 또는 분출 위험 있음


물질 예시 • 니트로 글리세린



가연성(Flammable)

- 해당 물질**
- 가연성 물질
 - 인화성 물질
 - 발화성 물질
 - 자기반응성 물질 및 혼합물
 - 물반응성 물질 및 혼합물
 - 유기과산화물
- 위험성**
- 열, 스파크, 불꽃, 마찰에 노출되면 화재를 일으킬 수 있음

물질 예시 • 아세톤, 에탄올



산화(Oxidizing)

- 해당 물질**
- 산화성 물질
- 위험성**
- 화재 및 폭발 위험 있음
 - 접촉 시, 피부와 눈에 화상 위험 있음


물질 예시 • 과산화 수소, 과망가니즈산 칼륨



압축 가스(Compressed gas)

- 해당 물질**
- 고압가스
- 위험성**
- 용기가 쓰러지거나 가열되면 폭발할 수 있음

물질 예시 • 액체 질소



부식성(Corrosive)

- 해당 물질**
- 금속 부식성 물질
 - 피부 부식성 물질
- 위험성**
- 금속을 부식시킬 수 있음
 - 접촉하면 눈과 피부에 심각한 염증을 유발함


물질 예시 • 과산화 수소, 수산화 나트륨



독성(Toxic)

- 해당 물질**
- 급성독성 물질
- 위험성**
- 피부와 접촉할 경우 유독함
 - 먹거나 흡입하면 몸에 치명적이거나 심각한 손상을 입을 수 있음


물질 예시 • 염산, 황산



해로움(Harmful)

- 해당 물질**
- 피부과민성 물질
 - 급성독성 물질
 - 특정표적장기 전신독성 물질
- 위험성**
- 피부와 접촉하면 유해할 수 있음
 - 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음

물질 예시 • 과산화 수소, 나프탈렌, 아이오딘화 칼륨



건강 유해성(Health hazard)

- 해당 물질**
- 호흡기 과민성 물질
 - 생식세포 변이원성 물질
 - 특정표적장기 전신독성 물질
- 위험성**
- 흡입 시 알레르기성 반응, 천식 또는 호흡곤란 등을 일으킬 수 있음
 - 유전적인 결함을 일으킬 수 있음

물질 예시 • 붕사



환경 유해성(Environmental hazard)

- 해당 물질**
- 급성 수생환경 유해성 물질
 - 만성 수생환경 유해성 물질
- 위험성**
- 장기적 영향에 의해 수생생물에 매우 유독함
- 물질 예시 • 나프탈렌, 아이오딘

2. 화학약품 보관 및 관리

화학약품 보관 및 관리 원칙

분리·보관의 원칙



- 화학약품 보관장은 화기와 열원으로부터 멀리하며, 직사광선이 들지 않고 습기가 적은 곳에 설치한다.
- 종류가 다른 유해 화학약품을 같은 보관장 안에 보관해야 하는 경우에는 칸막이나 바닥의 구획선 등으로 구분하되, 서로 적절한 간격을 두어 보관한다.
- 화학약품은 ‘알파벳’ 순이나 ‘가나다’ 순으로 보관해서는 안 되며, 물성이나 특성별로 보관한다.
- 보관장 내에서 누출·혼합되어 위해성이 증가할 우려가 있는 경우에는 함께 보관하거나 저장하지 않는다.

밀봉 저장의 원칙



- 화학약품은 용기의 뚜껑을 확실히 밀봉해 누출되지 않도록 유의하며 이중 마개를 사용한다.
- 약품 보관장에 넣을 때 밀봉했는지 한 번 더 확인한다.

관리와 책임의 원칙



- 화학약품은 반드시 이중 잠금장치를 하여 관리하며, 학생들이 접근할 수 없도록 한다.
- 약품 보관장 앞쪽에는 보관장 안에 있는 약품 종류를 한눈에 알아 볼 수 있도록 약품 목록표를 붙여 관리한다.
- 정기적으로 약품 용기의 파손, 균열, 부식 등을 점검하고 오염된 레이블은 즉시 교체한다.
- 화학약품을 새로 구입할 때에는 필요한 양만 구매하며, 약품 관리를 위해 용기 겉면에 구입 일자과 개봉 일자를 기록한다.
- 화학약품 관리 대장에 기록하여 약품을 관리하며, 주기적으로 화학약품 보유 현황을 점검한다.

실험 시 화학약품 취급 수칙

실험 전

- 화학약품은 직사광선을 피하여 서늘한 곳에서 취급하며, 다른 화학약품과 섞이지 않도록 한다.
- 화학약품은 잠시라도 과학실험실 바닥에 보관하거나 방치하지 않으며, 실험에 사용할 화학약품의 양은 최소화한다.

실험 중

- 화학약품을 다루는 모든 실험은 약품의 사용 방법과 사고예방에 관해 교사가 먼저 안내한 후 반드시 교사의 지도에 따라 약품을 다루도록 한다.
- 가연성 물질을 다룰 때는 주변에 열원이나 화기가 없는지 확인한다.
- 강산이나 강염기, 위험성이 높은 화학약품은 학생이 직접 취급하지 않도록 한다.
- 실험 시 액체 화학약품을 따를 때는 약품을 눈보다 낮은 위치에서 따르도록 한다.
- 실험 중 음료를 마시거나 음식을 먹지 않도록 하고 음식을 과학실 내에 보관하지 않으며, 특히 약품을 음료수 병에 보관하지 않도록 한다.

실험 후

- 사용하고 남은 화학약품은 다시 약품 용기에 넣지 않는다.
- 사용한 화학약품은 수거하여 철차에 따라 처리한다.



유해 화학물질의 주요 특성



연소성

- 연소란 가연성 물질과 조연성 물질이 산화 반응에 의해 열과 빛을 방출하는 것을 의미한다.
- 가연성은 물질이 연소하기 쉬운 성질이고, 조연성은 물질이 연소하는 데 도움을 주는 성질이며, 연소성은 불에 잘 탈 수 있는 성질을 말한다.



인화성

- 인화란 액체를 가열하면 증발하거나 분해되어 증기나 가스가 발생하고, 이 증기나 가스가 착화하여 연소하는 것을 의미한다.
- 인화성은 불이 잘 붙는 성질을 말하는 것으로, 국제적으로 인화점이 37.8°C(100°F) 이하일 경우 인화성 물질, 37.8°C(100°F) 이상일 경우 가연성 물질로 분류하고 있다.



발화성

- 발화란 공기 중에 놓여 있는 물질이 상온에서 화염, 전기불꽃 등의 접촉 없이도 연소되는 현상을 의미한다.
- 발화성이란 상온의 공기 중에서 발화하는 성질로 짧은 시간 내에 발화하는 물질을 발화성 물질이라고 한다.



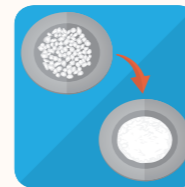
폭발성

- 폭발은 격렬한 연소 상태로 보통 높은 온도와 열을 발생하며 기체를 발생시키는 것을 의미한다.
- 폭발성은 폭발하기 쉬운 성질로 가스 폭발, 유증기 폭발, 분진 폭발, 화약류의 폭발 등 급격한 발열 반응을 동반한다.



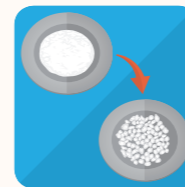
유독성

- 독성이 있는 유해 화학물질은 피하, 폐, 피부, 근육, 정맥 내로 침투하여 자극, 질식, 마취 등을 유발할 수 있다.
- 유독성 물질의 특성에 따라 기관 세포와 결합해 신경계, 간, 신장, 폐, 소화기, 호흡기 등에 장애를 일으킬 수 있다.



조해성

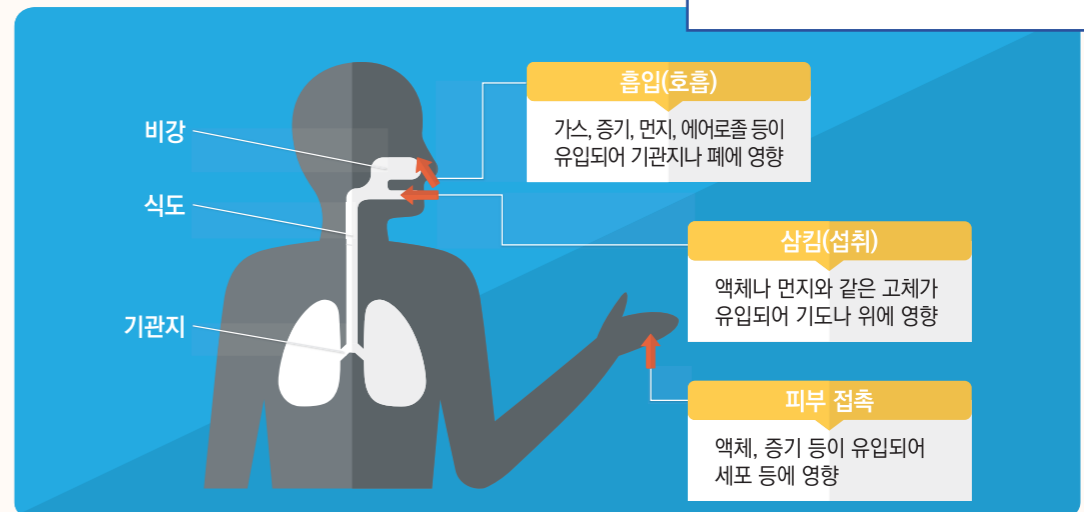
- 조해성이란 공기 중의 수분을 흡수하여 스스로 녹는 성질을 말한다.
- 조해성을 가진 물질은 마개를 꼭 닫아 보관해야 한다.



풍해성

- 풍해성은 흡수성의 반대 개념으로 화학물질이 수분을 방출하여 가루가 되는 현상을 말한다.
- 물 분자와 결합되어 있는 물질을 공기 중에 방치할 경우 물 분자를 잃고 분말이 되므로 보관에 유의해야 한다.

유해 화학물질의 인체 유입 경로



화학약품 분류 체계에 따른 보관 방법

화학약품 분류 체계



*표는 실험에 자주 사용되는 화학약품

밀폐형 보관장

기능과 특징

- 산, 염기, 약취 등 유해 증기가 발생할 수 있는 화학약품을 보관한다.
- 약품장 내에 화학약품의 증기가 머무를 수 없는 성능 및 구조를 갖추어야 한다.

종류

밀폐형 환기식 보관장	밀폐형 필터식 보관장
 <p><< 배기라인이 설치된 모습</p>	 <p><< 교체형 필터의 모습</p>
<p>• 장점 송풍기를 사용해 약품의 냄새를 확실하게 배출함</p> <p>• 단점 송풍구에 배기라인을 고정해야 하므로 한번 설치하면 이동이 불편하며, 배기구는 건물 최상층까지 도달하도록 설치해야 함</p>	<p>• 장점 송풍구가 필요없어 원하는 장소에 설치할 수 있음</p> <p>• 단점 약품 냄새가 환기식 보관장보다 더 날 수 있으며, 필터를 1~2년 주기로 교체해야 함</p>

문이 2개인 밀폐형 보관장

문이 4개인 밀폐형 보관장

밀폐형 보관장에 화학약품을 보관하는 방법



A 교육청 과학실험실 안전 가이드북 권장 사례



3. 주요 화학약품별 특징 및 주의사항

과산화 수소(H₂O₂) Hydrogen peroxide



상태 : 무색 투명하고 냄새가 없는 액체
CAS No. 7722-84-1

특징

- 색깔과 냄새가 없는 액체이며 분해되면서 강한 산화작용을 한다.
- 시판되는 과산화 수소 시약의 농도는 28~34%이다.
- 묽은 과산화 수소수로 구입하는 경우 주로 10% 농도이다.

유해/위험성 정보



심한 피부 화상 및 눈 손상 유발



흡입 시 치명적 손상 유발

관련 실험 및 주의사항

관련 실험

- 산소 발생 실험 : 과산화 수소수에 이산화 망가니즈를 넣고 산소를 발생시킨다.
- 산소 성질 탐구 실험 : 산소의 성질을 알아보기 위해 과산화 수소 분해 반응 용기에 향불을 넣어본다.

주의사항

- 산소 발생 실험 시 10% 농도로 사용하고, 과산화 수소를 너무 많이 사용하지 않도록 한다.
- 산소 발생 실험 시에 다량의 시약을 사용하면 증기를 흡입하여 호흡기에 자극을 주거나 두통을 유발할 수 있다.
- 피부에 묻게 되면 피부가 하얗게 부풀어 오르면서 통증을 유발할 수 있다.

관리 및 처리 방안

시약 조제 시 주의사항

- 희석할 때는 흡후드 장치가 있는 곳에서 다량의 물에 과산화 수소수를 조금씩 넣어가며 묽게 한다.

폐수처리 방안

- 기체가 더 이상 발생하지 않는지 확인한 후 다량의 물로 희석하여 방류한다.

석회수(Ca(OH)₂) Lime water



상태 : 무색 투명한 액체
CAS No. 1305-62-0

특징

- 수산화 칼슘을 물에 녹인 용액으로 무색, 투명하며 염기성을 나타낸다.
- 녹는데 시간이 걸리므로 충분한 시간 동안 저어서 녹여야 한다.
- 공기에 접촉하거나 끓이면 이산화 탄소를 흡수해 뿌옇게 변한다.

유해/위험성 정보



심한 눈 자극 유발



호흡기계 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

관련 실험

- 이산화 탄소 확인 실험 : 석회수가 든 집기병에 이산화 탄소를 불어넣어 변화를 관찰한다.

주의사항

- 피부에 묻으면 물과 비누로 씻는다.
- 석회수에 빨대를 이용하여 입김을 불어넣는 실험은 위험하므로 하지 않는다.

관리 및 처리 방안

폐수처리 방안

- 폐수통(무기계)에 분리하여 처리한다.

수산화 나트륨(NaOH) Sodium hydroxide



상태: 흰색의 불투명한 고체
CAS No. 1310-73-2

특징

- 순수한 수산화 나트륨은 흰색 고체이며, 물에 녹여 염기성 수용액을 만든다.
- 공기 중에서 수증기와 이산화 탄소를 잘 흡수한다.
- 물에 잘 녹으며, 많은 열이 발생한다.

유해/위험성 정보



관련 실험 및 주의사항

관련 실험

- 지시약으로 용액 분류하기: 리트머스 종지와 페놀프탈레인 용액을 이용하여 수산화 나트륨 용액의 성질을 알아본다.

주의사항

- 수산화 나트륨을 다룰 때는 마스크와 내화학 장갑을 끼고, 환기가 잘되는 곳에서 사용한다.
- 수산화 나트륨 수용액을 흥판에 넣다가 용액이 손이나 얼굴 등 피부에 묻으면 따가운 자극을 일으킬 수 있다.
- 눈이나 피부에 묻었을 경우 즉시 흐르는 물로 씻어 내고 자극이 지속되면 보건실 또는 병원 진료를 받는다.

관리 및 처리방안

시약 조제 시 주의사항

- 수산화 나트륨 수용액은 부식성이 강하므로 취급에 유의한다.
- 수산화 나트륨은 조해성이 강하여 공기 중에 방치하면 습기와 이산화 탄소를 흡수하므로 보관 시 유의한다.
- 물에 용해 시 많은 열이 발생하므로 다량의 물에 수산화 나트륨을 조금씩 넣으면서 녹인다.
- 용해 과정에서 생긴 열로 인해 용기가 뜨거울 수 있으므로 조심한다.

폐수처리 방안

- 소량일 경우 다량의 물로 희석하여 방류하고, 다량일 경우 폐수통(알칼리계)에 분리하여 처리한다.

아이오딘화 칼륨(KI) Potassium iodide



상태: 흰색의 분말이나 과립 형태의 고체
CAS No. 7681-11-0

특징

- 아이오딘과 칼륨의 화합물이다.
- 냄새가 없고 물에 잘 녹는다.

유해/위험성 정보



관련 실험 및 주의사항

관련 실험

- 기체의 성질 확인 실험: 과산화 수소를 분해하여 산소를 발생시킬 때 촉매로 사용된다.

주의사항

- 가루 물질이므로 실험 시 학생들이 입이나 코로 흡입하지 않도록 주의한다.
- 촉매로 사용할 경우 사전 실험을 바탕으로 적당량만을 사용하도록 한다.

관리 및 처리방안

시약 조제 시 주의사항

- 아이오딘화 칼륨 용액은 피부에 알레르기 반응을 일으킬 수 있다.

폐수처리 방안

- 폐수통(무기계)에 분리하여 처리한다.

아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액 Iodine-potassium iodide solution



상태: 갈색의 액체
CAS No. 7681-11-0, 7553-56-2, 7732-18-5의 혼합용액

- 특징**
- 아이오딘화 칼륨 수용액에 아이오딘을 녹여서 만든 용액이다.
 - 녹말 검출 반응에 사용된다.

유해/위험성 정보



피부 접촉 시 알레르기 반응 유발



호흡기계 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

관련 실험

- 녹말 검출 반응 실험: 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액이 녹말과 반응하면 청남색으로 변하는 원리를 이용해 광합성 과정에서 만들어지는 녹말을 확인하는 데 사용된다.

주의사항

- 실험복과 보호장갑, 보안경을 착용하여 눈이나 피부에 묻지 않도록 한다.
- 녹말 검출 반응 실험을 하다가 용액이 손이나 옷에 묻을 경우 갈변할 수 있으므로 주의한다.
- 증기를 흡입하면 두통을 유발할 수 있으므로 조심한다.

관리 및 처리방안

시약 조제 시 주의사항	폐수처리 방안
<ul style="list-style-type: none"> • 이 용액은 아이오딘 2~3%, 아이오딘화 칼륨 2~3%, 증류수 95% 비율의 혼합용액이다. • 아이오딘이 유독성 물질이므로 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액을 구매해 실험에 사용한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 폐수통(무기계)에 분리하여 처리한다.

에탄올(C₂H₅OH) Ethanol



상태: 달콤하고 자극적인 냄새가 나는 무색투명한 액체
CAS No. 64-17-5

- 특징**
- 에틸 알코올이라고도 한다.
 - 특유의 냄새가 나는 투명한 액체로 알코올램프의 연료로 사용한다.
 - 휘발성이 커서 작은 불씨나 전기 불꽃에도 불이 날 수 있는 화재의 위험이 매우 큰 물질이다.

유해/위험성 정보



심한 눈 자극 유발



졸음 또는 현기증 유발



건강 유해성에 주의

관련 실험 및 주의사항

관련 실험

- 알코올램프의 연료로 사용한다.
- 엽록소 추출 실험: 식물의 잎을 에탄올 속에 넣고 물중탕으로 가열하여 엽록소를 추출한다.

주의사항

- 과학실험실에서 사용하는 에탄올은 공업용 에탄올이다. 공업용 에탄올에는 메탄올 등이 포함되어 있으므로 절대 음용해서는 안 된다.
- 화재 위험이 매우 큰 휘발성 물질로 불이 붙어도 불꽃이 눈에 보이지 않을 수 있으니 주의한다.

관리 및 처리방안

시약 조제 후 보관방법	폐수처리 방안
<ul style="list-style-type: none"> • 사용 전과 후에는 마개를 꼭 닫고, 시약을 서늘한 곳에 보관한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 폐수통(유기계)에 분리하여 처리한다.

염산(HCl) Hydrochloric acid



상태: 자극적인 냄새가 나는 무색투명한 액체
CAS No. 7647-01-0

특징

- 염화 수소 수용액으로 강한 산성을 띠는 위험한 물질이다.
- 대표적인 강산으로 물로 희석하여 사용한다.
- 부식성이 있기 때문에 주의해서 다뤄야 한다.

유해/위험성 정보



삼킬 경우 내부 장기 손상 유발

피부에 심한 화상 유발

흡입 시 알레르기 반응, 천식 또는 호흡곤란 유발

관련 실험 및 주의사항

관련 실험

- 이산화 탄소 발생 실험: 탄산 칼슘과 묽은 염산을 이용하여 이산화 탄소를 발생시킨다.
- 산과 물질의 반응 실험: 금속 조각이나 대리석 조각에 묽은 염산을 떨어뜨려 반응을 알아본다.

주의사항

- 보안경과 실험복, 보호장갑을 착용한다.
- 주변에 염산을 흘리거나 떨어뜨리지 않도록 주의한다.

관리 및 처리방안

시약 조제 시 주의사항	시약 조제 후 보관방법	폐수처리 방안
• 묽힐 때는 다량의 물에 염산을 조금씩 천천히 넣는다. • 묽힐 때는 흡수드 장치가 있는 곳에서 실험을 한다.	• 약품장의 별도 칸에 밀봉하며 보관한다. • 학생들이 손대지 못하도록 이중 잠금장치 안에 보관한다.	• 소량일 경우 다량의 물로 희석하여 방류하고, 다량일 경우 폐수통(산)에 분리하여 처리한다.

이산화 망가니즈(MnO₂) Manganese dioxide



상태: 검은색의 분말형 고체
CAS No. 1313-13-9

특징

- 검은색의 가루이다.
- 물에는 거의 녹지 않는다.

유해/위험성 정보



삼킬 경우 유해

호흡기계 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

관련 실험

- 산소 발생 실험: 묽은 과산화 수소수를 분해하여 산소를 발생시킬 때 촉매로 사용된다.

주의사항

- 이산화 망가니즈는 촉매이므로 소량만 사용한다.

관리 및 처리방안

관리 시 주의사항	폐수처리 방안
• 분말을 흡입하지 않도록 주의한다.	• 용액을 걸러 고체 폐기물로 처리하고, 걸러진 용액은 폐수통(무기계)에 분리하여 처리한다.

4. 과학실험실 폐수, 폐시약 및 지정폐기물 관리

페놀프탈레인(C₂₀H₁₄O₄) Phenolphthalein



상태 : 흰색의 분말형 고체
CAS No. 77-09-8

특징

- 용액이 염기성인지 확인하는 지시약으로 사용된다.
- 페놀프탈레인 용액은 페놀프탈레인을 알코올에 녹인 후 물로 묽혀서 만든다.

유해/위험성 정보



심한 눈 자극 유발



피부 자극 유발



호흡기계 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

관련 실험

- 지시약으로 사용 : 페놀프탈레인으로 용액을 분류하는 실험에서 페놀프탈레인 용액은 산성과 중성 용액에서는 무색, 염기성에서는 선명한 붉은 색을 나타낸다.

주의사항

- 섭취 시 혈압 변화, 구역질, 구토, 호흡곤란 등이 올 수 있으니 먹지 않도록 지도한다.

관리 및 처리방안

시약 조제 시 주의사항	시약 조제 후 보관방법	폐수처리 방안
• 페놀프탈레인에 장기간 노출되면 호흡곤란, 두통, 현기증 등이 올 수 있으니 시약 제조 시 흡후드 장치가 설치된 곳에서 실험한다.	• 페놀프탈레인 용액은 에탄올이 들어 있어 인화성이 있으므로 불을 가까이 하지 않도록 주의한다.	• 폐수통(유기계)에 분리하여 처리한다.

페놀프탈레인 용액 만들기

페놀프탈레인은 무색의 결정으로 물에 잘 녹지 않는다.
보통 페놀프탈레인 1g을 50mL 에탄올에 넣어 녹인 다음, 물 50mL를 더 넣어서 묽힌다.

과학실험실 폐수, 폐시약 및 지정폐기물의 정의



폐수

- 학교 과학실험실에서 실험 전·후 발생한 시약이 포함된 물



폐시약

- 학교에서 보관 중인 각종 시약 가운데 사용 기간이 상당히 경과하여 올바른 화학반응을 기대하기 어려운 노후 시약



지정폐기물

- 사업장폐기물 중 폐유·폐산 등 주변 환경을 오염시킬 수 있거나 의료폐기물 등 인체에 위해를 줄 수 있는 유해한 물질

과학실험실 폐수, 폐시약 및 지정폐기물 관리 방안

학교 필수 업무 사항

- 과학실험실 폐수(폐시약 및 지정폐기물 포함) 처리 계획 수립 및 관리체계 강화
- 실험·실습 폐수 관리대장 작성 및 관리
- 월 1회 이상 과학실험실 폐수 처리 자체 점검표(부록 8) 작성 및 관리
- 폐수 보관함 관리
 - 학생·외부인 접근을 피할 수 있는 장소에 이중 잠금장치*를 하여 보관
 - 부식되거나 파손되지 않는 재질을 사용하며, 위험 및 경고 표시 부착

※ 근거: 「폐기물관리법 시행규칙」 제14조(시행 2021.7.22.) 및 「물환경보전법」 제62조(시행 2021.1. 1.)

이중 잠금장치란?

이중 잠금장치는 보관함을 열기 위해 잠금장치를 두 번 열어야 한다. 보관함 자체에 잠금장치를 두 번 설치할 수도 있고, 보관장에 잠금장치를 하고 보관장이 설치된 실험 준비실에 잠금장치를 설치하는 것도 이중 잠금장치라고 할 수 있다.

실험·실습 폐수 관리대장(예시)

폐수 성상별 종류

①

(단위: L)

② 년월일	③ 이월량	④ 발생량	⑤ 처리량	⑥ 잔량	⑦ 확인자	⑧ 비고
0000. 06.29	8	3.5	•	11.5	교사 000	
0000. 07.13	11.5	4	•	15.5	교사 000	
0000. 07.16	15.5	6.5	•	22	교사 000	
0000. 08.12	22	•	22	0	교사 000	00 교육지원청

- ① 유기계, 산, 알칼리계, 무기계 등 폐수의 성상을 기록
- ② 발생한 날짜를 기록
- ③ 이전까지 폐수 용기에 들어있던 잔량을 기록
- ④ 실험에서 발생한 폐수량을 기록
- ⑤ 교육지원청이나 학교 자체에서 위탁처리 할 경우, 처리한 양을 기록
- ⑥ 폐수 용기에 있는 전체 폐수량을 기록
- ⑦ 수거자 이름을 기록
- ⑧ 처리를 도와준 기관이나 업체, 기타 사항을 기록

과학실험실 폐수, 폐시약 및 지정폐기물 처리 절차

일반학교

초·중학교 및 이화학시험시설*
면적 100㎡ 미만
또는 1일 실험폐수 발생량이
100L 미만인 고등학교

시·도교육청 주관
폐수 처리업체에 위탁 처리
(폐수 인계·인수에 따른
관련 증빙서 3년간 보관)

시·도교육청
(교육지원청)에 보고

이화학시험시설

* 이화학시험시설이란 초·중학교를 제외한 이화학 실험이 이루어지는 모든 과학실험실을 의미한다.

폐수배출시설학교

이화학시험시설 면적
100㎡ 이상인 고등학교
(단, 1일 실험폐수 발생량이
100L 미만인 경우는 제외)

해당 시·군·구청에
폐수 배출 신고

학교별
폐수 처리업체에 위탁 처리
(폐수 인계·인수에 따른
관련 증빙서 3년간 보관)

시·도교육청
(교육지원청)에 보고

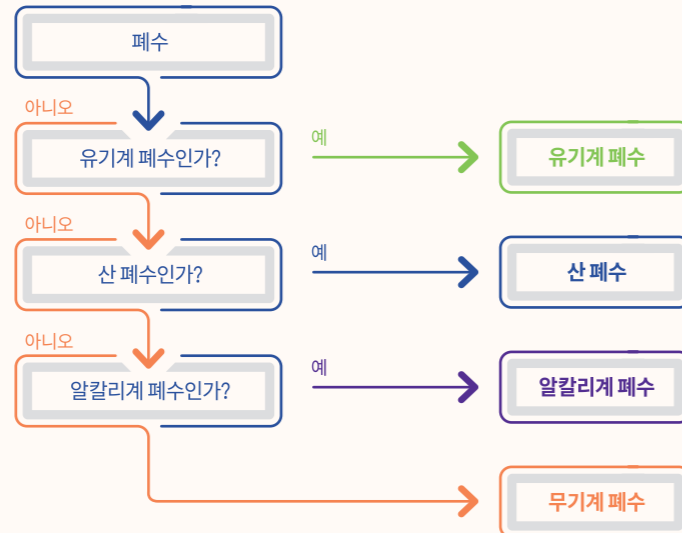
과학실험실 폐수 관리 방안

1단계 분별 수집 단계

- 용기의 준비
 - 폐수의 성분(유기계, 산, 알칼리계, 무기계)에 따라 분류할 수 있는 운반이 용이한 플라스틱 용기
 - 눈에 잘 띄는 색으로 경고(위험) 문구와 폐수 성분 이름을 부착해 일반 용기와 구별될 수 있도록 하며, 담당 관리자 이름과 연락처를 기록



- 폐수 분별 수집 방법
 - 폐수 용기에 다음과 같이 종류별로 분별 수집



- 같은 종류일지라도 MSDS를 확인하여 혼합하면 안 되는 물질이 없는지 확인
- 위험한 반응성 및 폭발성의 물질은 별도의 용기에 수집
- 용기에 부을 때는 폐수가 새지 않도록 깔때기를 사용
- 폐수에 장갑, 병, 휴지 등과 같은 침전물과 고형물이 있을 경우, 제거한 후 수집

2단계 보관 단계

- 폐수 수집 용기 보관 방법
 - 폐수 수집 용기를 보관하는 곳은 반드시 위험이나 경고 표시 부착
 - 학생들이 쉽게 접근할 수 없는 곳을 정해 보관
 - 이중 잠금장치를 설치하여 외부와 차단되도록 보관
 - 유해한 가스, 증기 등이 확산되지 않도록 밀봉 보관하며, 가급적 폐수 전용 보관함 사용

• 폐수 수집 용기를 잘못 보관한 사례



실외에 보관 (X)



경고 표시 없이 보관 (X)



잠금장치 없이 보관 (X)



과학실험실에 보관 (X)

3단계 처리 단계

- 폐수 운반 요령
 - 처리하고자 하는 폐수 수집 용기 외부에 관리자 이름과 연락처, 특성 및 주의사항을 기록해 부착
 - 폐수 수집 용기를 운반할 때는 용기를 밀폐시켰는지 확인한 후, 2인 이상이 개인 안전장구를 착용하고 손수레와 같은 안전한 도구를 이용해 운반
- 폐수 위탁 처리 요령
 - 연간 폐수 발생량이 적은 초등학교는 교육청 계획에 따라 폐수 처리 전문업체가 일괄 수거·위탁 처리
 - 연간 폐수 발생량이 많은 초등학교는 자체 계획을 세워 수질 오염 방지 시설을 설치하거나 폐수 처리 전문업체와 계약을 맺어 폐수를 전량 위탁 처리

과학실험실 폐시약 관리 방안

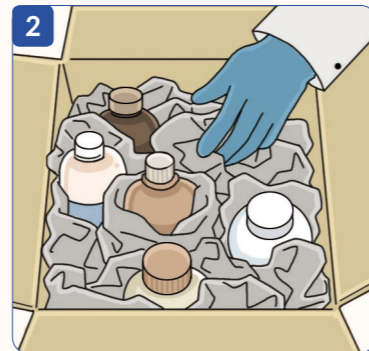
주의사항

- 폐시약은 폐수 수집 용기에 수집하지 않으며, 폐시약 용기 및 남아있는 잔류 시약을 원래 용기 상태 그대로 분별 수집
- 폐수와 마찬가지로 직사광선을 피하고 통풍이 잘되며, 학생들의 손이 닿지 않는 곳에 이중 잠금 장치를 하여 보관

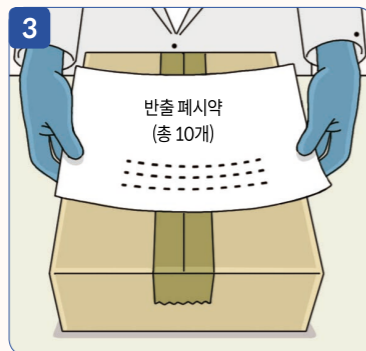
위탁업체를 통한 폐시약 처리 과정



- 처리할 폐시약은 폐시약이 담긴 용기 통째로 성상별로 구분하여 분류한다.



- 신문지로 용기를 감싼 후 종이박스에 담으며, 병 용기가 서로 부딪혀 깨지지 않도록 신문을 잘 말아 용기 사이에 넣어준다.



- 종이박스 상단부를 테이프로 봉하고, 수거자가 알기 쉽게 박스 윗면에 폐시약 목록을 붙인다.



- 2인 이상이 개인 안전장구를 착용하고 손수레와 같은 안전도구를 이용해 운반한다.

과학실험실 지정폐기물 관리 방안

지정폐기물의 종류

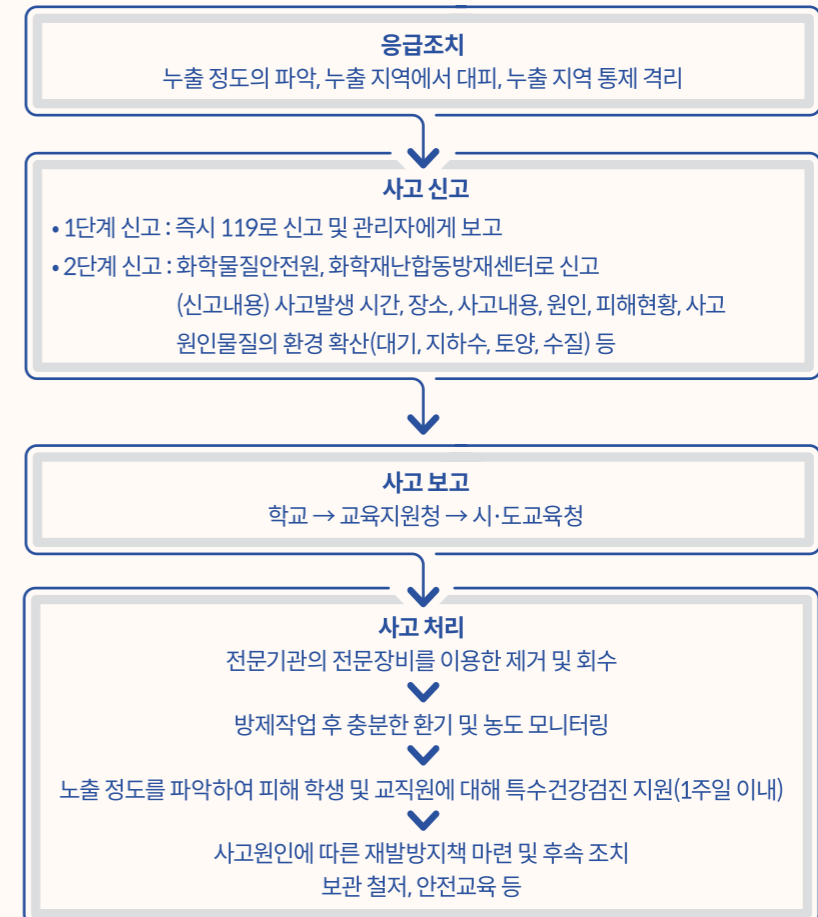
- 학교에서 발생할 수 있는 지정폐기물의 종류 확인
 - 시약병에 남아있는 폐산(pH 2 이하), 염기(pH 12.5 이상)와 같은 부식성 폐기물
 - 액침표본에 사용한 포르말린이나 메탄올과 같은 폐유독물
 - 폐기물관리법 시행령(시행 2021.07.22.)에서 지정한 수은폐기물

지정폐기물 처리 방법

- 학교 내에 수은온도계, 수은기압계, 액침표본 등과 같은 지정폐기물이 있을 경우 교육청에 문의해 처리

수은 또는 포르말린 누출 화학사고 발생 시 단계별 사고 대응 체계

- 수은 또는 포르말린 누출 화학사고 발생



V.

상황별 대처방안



1. 화학약품을 다룰 때	64
2. 불·열원을 다룰 때	76
3. 유리기구를 다룰 때	86
4. 전기를 다룰 때	88
5. 동식물을 다룰 때	90
6. 기타 도구 및 기기를 다룰 때	92

1. 화학약품을 다룰 때



1 사고가 발생했어요!




과학실 쓰레기통에 담겨 있던 화학실험 잔여물이 반응을 일으킨 것으로 추정되는 화재 사고 발생

2 사고 예방 이렇게 해요!

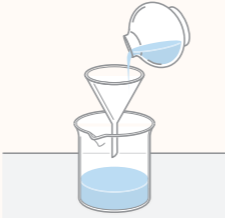
화학약품을 사용할 때

- 화학약품을 사용할 경우 사전에 화재 위험성은 없는지 화학약품의 특성을 미리 확인한다.




알코올램프를 사용할 때

- 알코올램프에 연료를 가득 채워 사용하지 않는다.
- 알코올램프를 사용한 후에는 연료를 제거하고 보관한다.




인화성 물질을 다룰 때

- 알코올램프의 연료인 에탄올과 같은 인화성 물질은 마개를 꼭 막아 정해진 곳에 보관한다.



가스통을 다룰 때

- 뷰테인 가스통이나 점화기 충전용 가스통에 충격을 주지 않도록 주의한다.
- 빈 용기는 안전한 야외 장소에서 노즐을 눌러 잔류 가스를 모두 뺀 뒤 송곳으로 구멍을 뚫어 처리한다.



3 사고 대처 이렇게 해요!

가연물에 의한 화재

- 화학약품으로 인해 종이, 목재 등과 같은 가연물 화재 시 물이나 소화기로 불을 끈다.



유류에 의한 화재

- 휘발유, 경유 등과 같은 유류에 의한 화재 시 절대 물을 사용하지 않는다.
- 방염담요와 같이 불에 타지 않는 물건으로 한 번에 완전히 덮어 불을 끄거나 소화기를 사용한다.




물과 잘 섞이는 용매에 의한 화재

- 알코올이나 아세톤과 같이 물과 잘 섞이는 용매에 의한 화재 시 방염담요로 덮거나 방화사를 뿌려 불을 끈다.
- 분말이 들어 있는 일반 소화기가 아닌 이산화탄소 소화기로 불을 끈다.




올바른 소화기 보관법

- 소화기는 눈에 잘 띄면서도 통행에 지장을 주지 않으며, 서늘하고 습기가 적고 건조한 곳에 보관한다.
- 소화기 부식 방지를 위해 받침대를 이용해 보관한다.
- 분말 소화기는 월 1회 주기적으로 거꾸로 들고 위아래로 흔들어 분말이 굳지 않도록 하며, 안전핀의 빠짐, 노즐의 막힘, 압력계의 정상 여부를 점검한다.
- 제조년을 확인해 2년에 한 번 정기점검하며, 5년이 지난 경우 약제를 교체하고 10년이 지난 경우 새것으로 교체한다.

피부에 닿았을 때



2

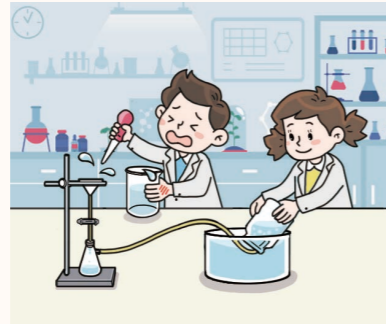
사고 예방 이렇게 해요!

실험 전 확인 사항

- 화학약품을 다루는 실험 시 반드시 실험복과 보호장갑을 착용한다.
- 비상 샤워기 등의 위치를 확인하여 사고에 대비한다.



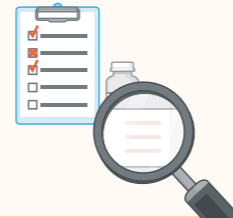
1 사고가 발생했어요!



산소 발생 실험 중,
진한 과산화 수소수를
사용하여 급격한
화학반응이 발생하여
실험을 하던 학생의
손에 과산화 수소수가
튀어 화상을 입는 사고
발생

화학약품을 준비 할 때

- 화학약품의 정보를 정확히 확인한다.
- 산, 염기를 다루거나 화학반응을 시킬 때 약품의 농도와 양을 적절히 조절하여 사용한다.



유독한 액체 약품을 다룰 때

- 염산 등과 같은 유독한 약품을 옮겨 담을 때에는 스포이트를 사용해서 조금씩 옮긴다.



폐수를 처리할 때

- 깔때기를 사용하여 폐수가 튀는 사고를 사전에 예방한다.



3 사고 대처 이렇게 해요!

옷을 입은 부위에 닿았을 때

- 화학약품에 의해 옷이 오염된 경우에는 옷을 벗기고, 시계, 반지 등과 같은 장신구도 제거한다.
- 오염된 옷이 몸에 들러붙은 경우에는 옷을 벗겨내지 않은 상태에서 물로 씻어준다.



피부에 직접 닿았을 때

- 화학약품이 피부에 묻은 경우 즉시 흐르는 물로 충분히 씻어준다.



화학약품으로 인한
화상은 보통 3도 화상으로
간주하여 사고발생
즉시 병원으로
이송해야 해요!



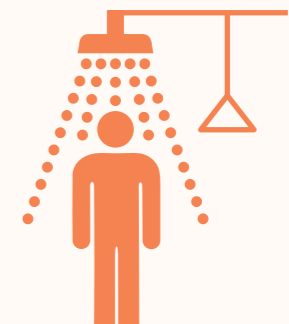
피부에 화상을 입었을 때

- 화상 부위를 물에 적신 거즈나 깨끗한 수건으로 감싼 후 병원으로 이송한다.
- 물질이 생긴 경우 피부재생 및 감염 예방을 위해 물집을 터트리지 않는다.



비상 샤워기 사용법 및 주의사항

- 비상 시 손잡이를 잡아당긴다.
- 충분히 화학약품을 세척한다.
- 화학약품이 묻은 옷은 벗고, 사용 후 손잡이를 밀어 올린다.
- 계속 물이 쏟아져 내리므로 비상시에만 사용한다.
- 비상 샤워기 앞에 장애물을 쌓아두지 않는다.



눈에 들어갔을 때



2

사고 예방 이렇게 해요!

실험 전 확인 사항

- 실험 시 반드시 실험복과 보안경을 착용한다.
- 눈 세척기 등의 위치를 확인하여 사고에 대비한다.



1

사고가 발생했어요!



분무기를 가지고 장난을 치던 학생이 분무기 속에 남아있던 소독용 알코올을 분사해 다른 학생의 눈에 튀는 사고 발생

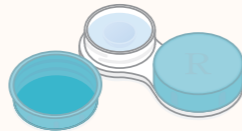
화학약품을 준비 할 때

- 화학반응을 시킬 때 화학약품의 농도와 양을 적절히 조절하여 약품이 튀는 사고를 예방한다.



콘택트 렌즈를 착용했을 때

- 콘택트 렌즈는 화학약품이 흡착되어 눈을 다칠 수 있으므로 실험을 할 때는 콘택트 렌즈를 빼도록 지도한다.



스포이트를 사용할 때

- 학생들이 스포이트에 약품을 넣고 얼굴을 향해 뿌리는 등 장난치지 않도록 지도한다.



3

사고 대처 이렇게 해요!

액체 약품이 눈에 들어갔을 때

- 눈을 비비거나 압박하지 않도록 주의한다.
- 눈 세척기의 수압을 알맞게 조절하여 부드러운 물줄기가 나오는 것을 확인한 후 눈과 그 주변을 씻어준다.



고체 약품이 눈에 들어갔을 때

- 가루와 같은 알갱이가 들어간 경우 강제로 바람을 일으켜 불어내려 하지 말고 눈 세척기의 수압을 알맞게 조절하여 부드러운 물줄기로 충분히 씻는다.

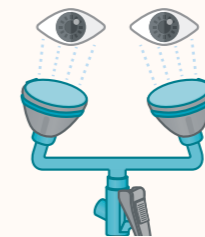


눈 세척기 사용법 및 주의사항

- 비상 시 눈 세척기의 손잡이를 누른다.
- 노즐을 직접 눈에 대지 말고 콧등을 통해 흘러가도록 해 눈을 세척한다.
- 충분한 세척 후 손잡이로 물을 멈추고 전문가의 치료를 받는다.
- 갑자기 수압이 변하기도 하므로 일정한 주기로 수압을 조절한다.
- 세균 등의 번식을 막기 위해 눈 세척기를 주기적으로 점검한다.

눈에 화상을 입었을 때

- 가능한 빠른 시간 안에 물로 세척하며, 세척하는 물이 다른 눈에 들어가지 않도록 주의한다.
- 각막이 손상될 수 있으므로 절대 눈을 비비지 않는다.
- 부드러운 재질로 안대를 한 뒤 병원으로 이송한다.





1
사고가 발생했어요!

이산화 탄소의 성질을 알아보는 실험 중, 빨대를 비커에 담긴 석회수에 넣고 입으로 불다 호흡 실수로 용액을 입으로 빨아들여 마시는 사고 발생

2
사고 예방 이렇게 해요!

실험 전 확인 사항

- 단순한 호기심으로라도 약품을 절대 맛보지 않도록 사전 지도한다.
- 날숨에 들어 있는 기체 확인을 위해 빨대를 사용하는 실험을 하지 않는다.

화학반응이 예상되는 실험일 때

- 사전 실험을 바탕으로 화학반응의 특징을 미리 파악해 안전사고에 대비한다.

3
사고 대처 이렇게 해요!

입에 들어갔거나 입에 넣었을 때

- 입에 있는 화학약품을 뱉어내게 한 후, 입과 입안을 깨끗한 물로 충분히 씻어준다.

진료를 받을 때

- 사고 원인이 된 화학약품 용기를 가져가 의사에게 보여주고 치료에 도움을 받을 수 있도록 한다.

입안으로 삼켰을 때

- 미지근한 물이나 우유를 마시게 한 후 병원으로 이송한다.
- 이송될 때까지 음식물이나 이물질이 환자의 기도를 막아 숨을 쉬지 못할 수 있으므로 억지로 토하게 하지 않는다.
- 구토를 할 경우는 질식하지 않도록 옆으로 눕게 한다.

화학약품을 삼켰을 때 비상 응급처치 방법

- 소량을 삼켰을 때는 우유, 차, 전분 등과 같은 현탁액을 섭취
- 강산을 삼켰을 때 산화 마그네슘, 수산화 알루미늄, 우유 등과 같은 현탁액을 충분히 섭취
- 강염기를 삼켰을 때는 식초, 레몬즙과 같은 산성 음료 섭취

※ 대부분의 화학약품은 유해 화학물질에 해당하는 경우가 많으므로 전문가의 진료를 받아야 한다.

흡입(호흡)을 했을 때



2 사고 예방 이렇게 해요!

화학약품이 담긴 실험기구를 옮길 때

- 충격을 주어 깨뜨리거나 떨어뜨려 약품이 누출되지 않도록 주의한다.




1 사고가 발생했어요!



산성 용액과 염기성 용액에 여러 가지 물질 넣어보기 실험 중, 염산 용액 속에 대리석을 넣고 변화를 살펴보던 학생이 염산 용액의 냄새를 직접 코로 들이마시는 사고 발생


실험 시 냄새를 맡을 때

- 화학약품에 직접 코를 대지 않고 손으로 바람을 일으켜 멀리서 맡도록 사전에 지도한다.




냄새가 강한 화학약품을 다룰 때

- 바람이 부는 정도를 고려해 창문을 열고 실험한다.
- 묽은 염산, 묽은 과산화수소수 등을 만들거나 에탄올, 식초와 같은 독특한 냄새가 나는 약품은 흡후드 장치가 있는 곳에서 준비한다.



폐수를 처리할 때

- 실험에 사용된 화학약품의 폐수를 처리할 때 안전장구를 착용하도록 한다.



3 사고 대처 이렇게 해요!



증세가 약하게 느껴질 때

- 두통이나 어지러움 같은 증세가 비교적 약하게 느껴질 경우에는 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 충분히 휴식을 취하게 한다.



증세가 심하게 느껴질 때

- 환자가 심한 두통이나 호흡곤란을 느끼거나 의식이 없을 경우 병원으로 이송한다.
- 이송 중 구토를 할 경우 질식하지 않도록 옆으로 눕게 한다.

119 신고 시 전달해야 할 필수 정보

- 신원정보 확인: 전화를 거는 사람의 이름 및 연락처
- 상황 설명: 무슨 일이 일어났는지에 대해 비교적 자세히 설명
- 사고 규모: 피해 인원과 환자의 부상 상태 등 안내
- 응급 처치: 사고 후 상황에 대한 응급처치 내용 전달
- 사고 장소: 응급 상황이 발생한 정확한 장소 설명 (도시나 마을 이름, 근처 지형과 건물 이름 및 건물 내 위치 등)

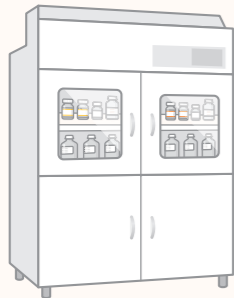


누출 사고가 났을 때

2 사고 예방 이렇게 해요!

화학약품을 보관할 때

- 화학약품은 반드시 잠금장치가 있는 곳에 보관하고, 용기 내외의 압력차가 발생하지 않도록 보관 관리를 철저히 한다.



1 사고가 발생했어요!

과학실 현대화사업을 위해 실험교구를 옮기던 중, 컴퓨터실 벽면에 세워 놓은 수은 기압계가 쓰러지면서 파손되어 수은이 누출되는 사고 발생

누출 위험이 있는 실험기구를 확인할 때

- 학교 과학 준비실이나 창고 등에 수은과 포르말린이 들어있는 실험기구가 있는지 확인한다.
- 만약 누출 위험이 있는 실험기구가 있을 경우 밀봉하여 잠금장치가 있는 곳에 분리 보관한 후 처리지침에 따라 폐기한다.

폐기할 때

- 폐수, 폐시약 및 지정폐기물 처리를 위해 정해진 장소로 이동해야 할 경우 반드시 안전장구를 갖춘다.
- 2인 이상이 손수레와 같은 안전한 도구를 이용해 운반하며, 수은, 포르말린과 같은 지정폐기물은 전문업체를 통해 위탁 처리한다.

3 사고 대처 이렇게 해요!

누출 사고가 발생한 즉시

- 수은이나 포르말린이 누출되었을 경우 누출된 물질을 흡입하지 않도록 방독 마스크를 착용한다.
- 사고 장소는 환기시키며, 사람들의 접근을 막고 즉시 119로 신고한다.

누출 사고 발생 후

- 누출 후에는 오염 지역이 회복될 때까지 사고 현장을 격리하고, 사고 대응 체계에 따라 전문가의 도움을 받아 사후 처리한다.

수은이란?

Hg
MERCURY

수은은 냄새가 없고 은빛을 내는 금속으로 상온에서 액체 상태로 존재하며, 표면장력이 아주 강해 작은 방울로 쉽게 나뉘는 특징이 있다. 소량이라도 노출되면 신경계에 이상을 유발하는 대표적인 독성 물질이다.

포르말린이란?

H-C(=O)-H
Formaldehyde

포르말린은 원액인 포름알데히드 37%를 물과 함께 혼합한 수용액이며, 중합방지를 위해 메탄올을 5~13% 희석한 용액이다. 무색의 자극적 냄새가 나는 유해 화학물질이며, 인화성 액체로 화재 위험성이 있고 주로 방부제, 살균제 등으로 사용된다.

2. 불·열원을 다룰 때



알코올램프

2

사고 예방 이렇게 해요!

알코올램프 점검하기

- 알코올램프에 금이 가지 않았는지, 심지꽃이와 램프 입구 사이에 틈이 없는지, 심지의 길이는 적당한지 확인한다.
- 연료는 깔때기를 이용하여 충전하고 너무 가득 주입하지 않는다. 알코올램프 주변에 흐른 알코올은 닦아낸다.



1

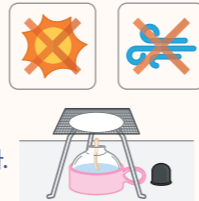
사고가 발생했어요!



알코올램프를 이용한 실험을 하던 중 삼발이가 옆으로 넘어지며 실험대 위로 알코올램프의 유리병이 깨지고 알코올에 불이 붙는 화재 사고 발생

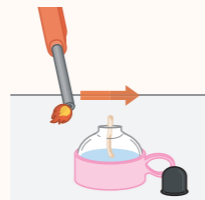
안전한 가열 공간 확보하기

- 주변에 탈 물질이 없고, 바람이 직접 닿지 않는 안전한 공간을 확보한다.
- 햇빛이 강한 경우 불꽃을 확인하기 어려우니 주의한다.



안전하게 점화하기

- 알코올램프에 불을 붙일 때는 알코올램프와 조금 떨어진 곳에서 점화기를 켜 후, 심지를 스치듯이 옆으로 천천히 이동시켜 점화한다.
- 불을 붙인 후에는 알코올램프를 이동하지 않는다.



뚜껑을 덮어서 불 끄기

- 알코올램프 사용 후 뚜껑을 옆에서 살며시 덮어서 끄고, 잠시 후 다시 열어 잘 꺼졌는지 확인하고 덮는다.

3

사고 대처 이렇게 해요!

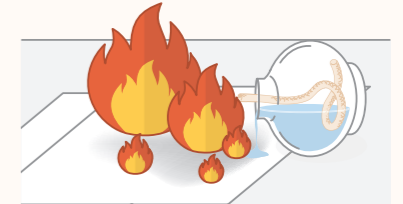
알코올램프가 넘어져서 화재가 발생했을 때

- 물을 뿌리면 알코올이 퍼져 불이 커질 수 있기 때문에 방염담요로 덮거나 방화사를 뿌려서 불을 끈다.



가열하고 있던 물질에 불이 붙었을 때

- 방염담요로 덮거나 소화기를 이용하여 불을 끈다.
- 초기 진화가 어려운 경우 화재경보기를 울리고 119로 신고한다.



사람이 입고 있는 옷에 불이 붙었을 때

- 옷에 붙은 불을 끄기 위해 움직임이 커질 경우 산소공급이 활발해져 불이 더 번질 위험이 있으므로 바닥에 누운 뒤 방염담요나 젖은 실험복으로 덮어서 신속하게 불을 끈다.



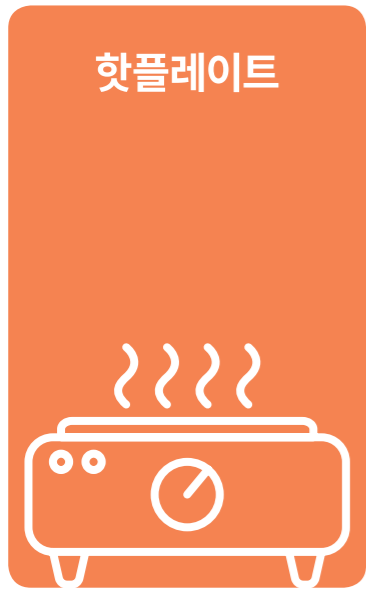
알코올램프 관리 방법

- 알코올램프에 손잡이를 끼워 사용하면 안전하고 편리하게 사용할 수 있다.
- 알코올램프는 뚜껑이 연료와 외부를 차단하지 못하기 때문에 알코올을 채워 놓은 상태로 밀폐된 장에 장시간 보관하면 알코올 증기로 인해 화재 위험이 있다.

이것만은 알아두자!

알코올램프를 사용한 후에는 연료를 제거하고 보관한다.





핫플레이트

1

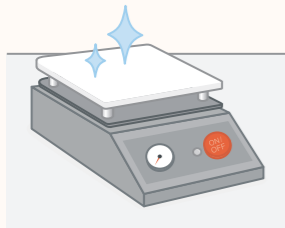
사고가 발생했어요!



물의 상태변화를 관찰하기 위해 핫플레이트로 물을 끓이는 실험을 한 후 전원을 껐으나 잔열이 남아있는 상판에 팔이 닿아서 화상을 입은 사고 발생

2

사고 예방 이렇게 해요!

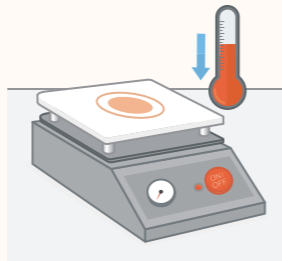


사용 전 상판 확인하기

- 핫플레이트 상판이 훼손되면 화학물질이 스며들어 폭발할 위험성이 있으므로 금이 가거나 깨진 곳이 없는지 확인하고 물기를 제거한다.

사용 후 잔열 식히기

- 전원을 끈 후에도 잔열이 남아있으므로 열이 식을 때까지 만지거나 이동하지 않는다.

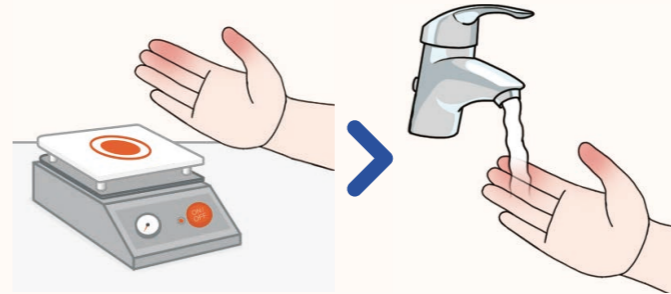


올바른 용기 사용하기

- 밀폐된 용기는 가열하지 않으며 가열하는 물질이 튀거나 넘치지 않도록 한다.

3

사고 대처 이렇게 해요!



핫플레이트에 화상을 입었을 때

- 즉시 손을 떼고 흐르는 차가운 물로 통증이 현저히 감소할 때까지 열기를 제거한다.
- 화상 부위에 깨끗한 거즈를 대고 붕대로 감아주며, 물집이 생긴 경우 터트리지 않도록 주의한다.



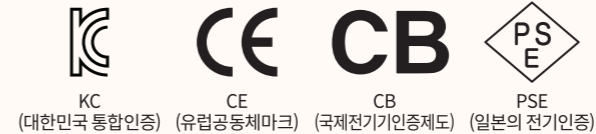
핫플레이트에서 스파크나 연기가 발생할 때

- 전원을 즉시 차단하고 실험을 중지한다.



핫플레이트 관리 방법

- 핫플레이트는 종류와 제품이 다양하므로 구매 시에 안전성과 기술력이 입증된 제품(국내 인증 KC, 해외 인증 CE·CB·PSE 등)을 사용하는 것이 좋다.



- 핫플레이트는 잔열이 확인되지 않으면 접촉으로 인한 화상 위험이 높으므로 잔열 확인 램프가 부착된 것을 사용하는 것이 좋다.
- 자력식 핫플레이트나 교반기를 함께 사용하는 경우 신용카드, 휴대폰 등 자기장에 영향을 받는 물체를 멀리한다.

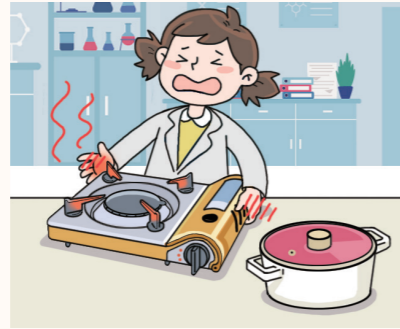


휴대용 버너



1

사고가 발생했어요!



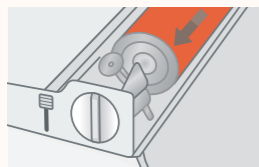
온도 변화 실험을 위해 냄비에 물을 넣고 가열한 후, 열기가 남아있는 휴대용 버너의 용기 받침대를 손으로 잡아 화상을 입은 사고 발생

2

사고 예방 이렇게 해요!

버너와 가스통 연결 상태 확인하기

- 가스가 새는 곳은 없는지, 버너와 가스통이 잘 연결되었는지 확인한다.
- 버너의 용기 받침대보다 지나치게 큰 용기를 사용하지 않는다.



환기가 잘되는 공간 확보하기

- 환기가 잘되는 넓은 공간에서 사용하며 바람이 가스통 쪽으로 향하지 않도록 주의한다.

바람이 부는 방향



불을 끄고 충분히 식히기

- 불이 꺼진 후에도 버너 상단부가 매우 뜨거우므로 충분히 식힌다.



사용 후 가스통 분리하기

- 사용 후 가스통은 반드시 분리하여 캡을 닫아 보관한다.

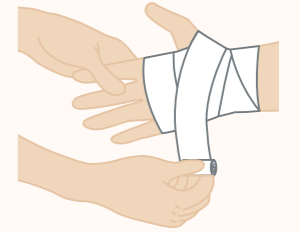
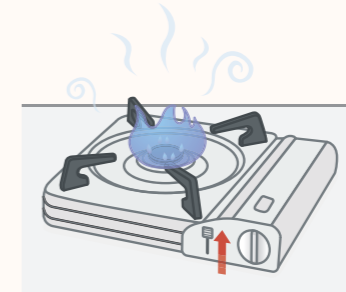


3

사고 대처 이렇게 해요!

휴대용 버너에서 가스 냄새가 날 때

- 즉시 연결 장치를 해제하여 가스통을 분리하고 환기한다.
- 어지러움을 느끼는 경우 옷을 느슨하게 하고 과학실험실 밖으로 나가서 맑은 공기를 마시며 휴식을 취한다.



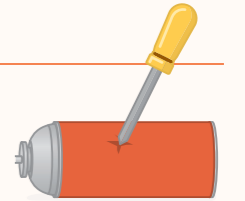
뜨거운 용기 받침대에 닿아서 화상을 입었을 때

- 즉시 흐르는 차가운 물로 열기를 제거한다.
- 화상 부위에 깨끗한 거즈를 대고 붕대로 감아주며, 물집이 생긴 경우 터트리지 않는다.



빈 가스통 처리 방법

빈 용기는 안전한 야외 장소에서 노즐을 눌러 잔류가스를 모두 뺀 뒤 송곳으로 구멍을 뚫어 처리한다.



토치 사용 방법

- 가스 토치는 불꽃이 세고 직접적이기 때문에 가스가 새는지 사용 전에 반드시 확인한다.
- 가스의 양을 조절하는 장치가 잘 작동하는지 확인하며 보호장갑을 착용하고 불꽃이 사람을 향하지 않도록 한다.
- 사용 후 가스통을 분리해 습기가 없고 시원한 곳에 보관한다.





점화기

1

사고가 발생했어요!



학생들이 과학실험실 청소를 하던 중 점화기로 장난을 치다 옆에 있던 에탄올 통에 불이 옮겨 붙어 전신에 화상을 입는 사고 발생

2

사고 예방 이렇게 해요!

사용 전 점화기 점검하기

- 사용 전 점화기 작동 여부와 불꽃 길이 조절 장치에 이상이 있는지 확인한다.
- 화구에 이물질이 묻으면 점화 불량 원인이 되므로 깨끗한지 확인한다.
- 충전은 주변에 화기가 없고 환기가 잘되는 곳에서 충전용 가스의 주입구에 맞는 노즐을 사용하여 충전한다.



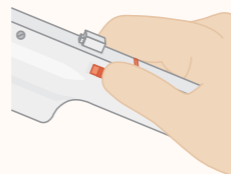
화구를 사람에게 향하지 않기

- 사용 시 사람이 있는 방향을 향하지 않으며 점화기를 가지고 장난을 치지 않도록 한다.



사용 후 잠금장치 잠그기

- 사용 후 반드시 잠금장치를 잠근 후 학생들의 손이 닿지 않는 안전한 장소에 보관한다.

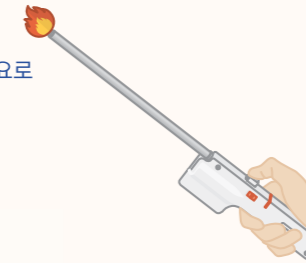


3

사고 대처 이렇게 해요!

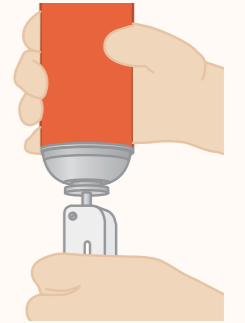
점화기 불꽃으로 화재가 났을 때

- 학생들을 안전한 곳으로 이동시키고 방염담요로 덮거나 방화사를 뿌려 불을 끈다.
- 불이 커진 경우 화재경보기를 울리고 119로 신고한다.



가스 점화기 충전 중 가스가 셀 때

- 가스가 새는 경우 환기를 충분히 하여 가스를 흡입하지 않도록 주의한다.
- 가스를 흡입한 경우 맑은 공기가 있는 곳에서 충분히 휴식을 취한다.



실험에 사용할 수 있는 점화기 종류

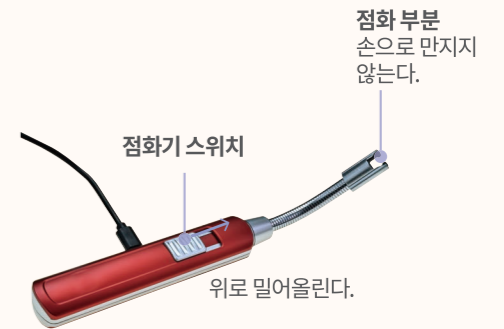
라이터 교체형 점화기

- 일회용 라이터를 끼워 쓰는 제품으로 라이터 폭발위험이 있으므로 주의한다.



플라즈마 점화기

- USB 충전식으로 배터리를 충전하여 사용한다.





1 사고가 발생했어요!

과학 실험에서 양초를 사용한 후 촛불을 입으로 불어서 끄던 중 불꽃이 맞은 편 학생의 얼굴에 닿아 화상을 입는 사고 발생

2 사고 예방 이렇게 해요!

양초 안전하게 고정하기

- 양초 받침대를 사용하여 초가 쓰러지지 않도록 고정하고 주변에 인화성 물질이 없도록 한다.
- 촛불에 일부러 손을 가까이하거나 불꽃을 만지는 등 장난을 하지 않는다.

촛불을 끄는 방법

- 촛불을 불어서 끌 때는 사람이 없는 방향으로 불어서 끈다.
- 촛불을 끌 때는 가급적 캔들 스너퍼를 사용한다.

촛농에 의한 사고 주의하기

- 뜨거운 촛농에 화상을 입지 않도록 주의하며, 촛농이 굳은 후 양초를 이동한다.
- 촛농이 바닥에 떨어지지 않도록 주의하며 떨어진 촛농은 반드시 제거한다.

3 사고 대처 이렇게 해요!

양초 불꽃이나 촛농에 화상을 입었을 때

- 즉시 흐르는 찬물로 화상 부위의 통증이 감소할 때까지 열기를 제거한다.
- 화상 부위에 깨끗한 거즈를 대고 붓대를 감아주며 물집이 생긴 경우 터트리지 않는다.

바닥에 떨어진 촛농에 미끄러져 발목을 다쳤을 때

- 다친 부위를 냉찜질한 후 붓대로 압박한 뒤 쿠션 등으로 받쳐준다.
- 부종이나 통증이 심한 경우 병원으로 이송한다.

실험에 사용할 수 있는 양초의 종류

- 파라핀 왁스를 틀에 넣어 만든 가장 일반적인 양초로 아래위 지름이 같은 기둥 모양이다.
- 작은 금속 케이스 안에 초가 들어 있어 촛농이 흐르지 않고 끝까지 타다.
- '젤 왁스'라는 합성 왁스를 이용해서 만드는 양초로 젤리 느낌이 나고 투명하다.

3. 유리기구를 다룰 때

1

사고가 발생했어요!

비커 속의 가루 물질을 녹이기 위해 유리막대에 힘을 주어 젓다가 유리막대가 부러지면서 손가락을 찌르는 사고 발생



2

사고 예방 이렇게 해요!

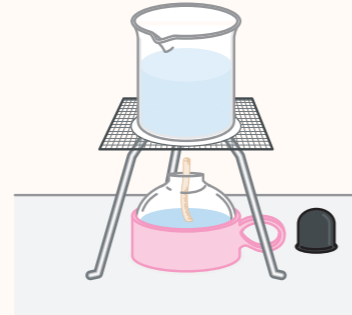
유리기구 점검하기

- 사용 전 물기를 제거하고 유리기구에 금이 가거나 깨진 부분이 있는지 확인한다.
- 유리기구를 다룰 때는 보호장갑을 착용한다.



유리기구를 가열할 때

- 유리기구가 내열 유리인지 확인하고, 쇠그물 위에 올려서 가열한다.
- 페트리 접시, 집기병, 눈금 실린더 등은 가열하지 않는다.



비커와 유리막대를 사용할 때

- 비커를 옮길 때는 한 손으로 옆면을 잡고, 다른 한 손으로는 아래를 받친다.
- 유리막대로 용액을 저을 때는 비커 벽면이나 바닥에 부딪히지 않도록 주의한다.



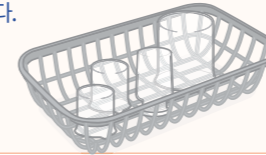
페트리접시와 스포이트를 사용할 때

- 스포이트는 엄지와 검지로 고무 부분을 잡고 나머지 세 손가락으로 몸통을 감싸서 수직으로 세운 상태에서 사용한다.
- 거꾸로 세우면 용액이 고무 부분을 상하게 할 수 있으니 주의한다.



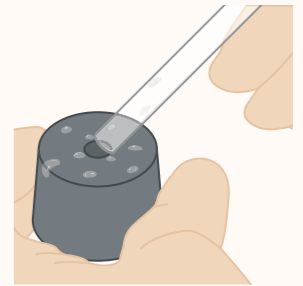
세척 후 건조하기

- 유리기구를 씻을 때는 전용솔과 보호장갑을 사용하고 미끄러지지 않도록 주의하며 세척한 후 건조하여 보관한다.



유리관을 끼울 때

- 유리관을 고무마개나 고무관에 끼울 때는 물을 묻혀 천천히 돌려가며 끼운다.

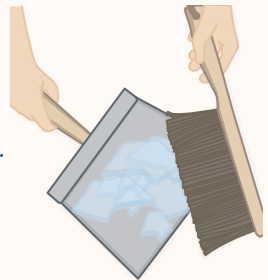


3

사고 대처 이렇게 해요!

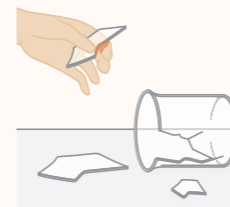
유리기구가 깨졌을 때

- 큰 유리 조각은 빗자루와 쓰레받기로 치우고 미세한 유리 조각은 젖은 키친타올 등으로 닦아낸다.
- 청소기를 사용하는 경우 청소기 필터에 유리 가루가 남아있을 수 있으니 주의한다.
- 깨진 유리 조각들은 일반 쓰레기와 섞이지 않도록 별도로 모아두었다가 폐기한다.



깨진 유리 조각에 손을 베었을 때

- 유리 조각으로 인해 베인 경우 출혈 부위를 압박하여 지혈한 뒤 소독한다.
- 유리 조각이 깊게 박힌 경우에는 유리를 빼지 말고 수건 등으로 고정한 뒤 병원으로 이송한다.



4. 전기를 다룰 때

1

사고가 발생했어요!

낮과 밤이 생기는 까닭을 알아보는 실험을 하던 중 지구 모형을 돌리다가 갓 없는 전등의 뜨거워진 전구에 손이 닿아 가벼운 화상을 입고 감전되는 사고 발생

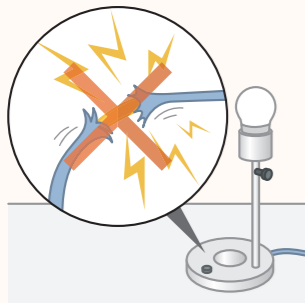


2

사고 예방 이렇게 해요!

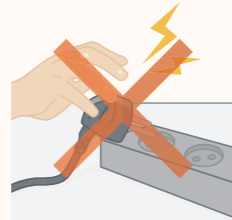
전기기구 상태 확인하기

- 전기기구 사용 전 플러그나 전선의 피복이 벗겨지지 않았는지 작동 여부를 확인한다.



감전에 유의하기

- 물기가 있는 곳에서 전기기구를 사용하지 않는다.



전기포트를 사용할 때

- 전기포트 뚜껑을 열고 끓이면 과열로 인해 화재 발생할 수 있으므로 반드시 뚜껑을 덮고 사용한다.



전등을 사용할 때

- 사용 중인 전구는 뜨거우므로 만지지 않으며 사용 후 전구가 식을 때까지 기다린다.
- 열 전구를 끼울 때 너무 많이 돌리면 소켓이 파손되어 합선이 일어날 수 있으므로 주의한다.
- 백열등형은 발광다이오드(LED) 전구를 사용하면 화상 위험을 줄일 수 있다.



3

사고 대처 이렇게 해요!



감전 사고가 발생했을 때

- 전원을 빠르게 차단하고 전기가 통하지 않는 도구로 환자를 전기기구와 분리한다.
- 상태가 위독한 경우 응급구조대에 신고하며, 의식이 없을 경우 안전한 바닥에 눕히고 필요한 경우 주변의 도움을 받아 심폐소생술을 실시한다.



전기기구에서 연기가 났을 때

- 타는 냄새가 나거나 위험을 느꼈을 때는 즉시 실험을 중지하고 전원을 차단한다.



동전전지를 삼켰을 때

- 동전전지(리튬전지)를 삼킨 경우 성대, 식도, 혈관 등이 손상될 수 있으니 즉시 토해낸 후 병원에서 처치를 받는다.

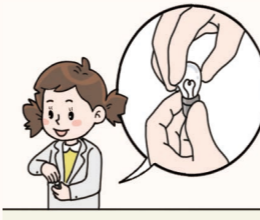
이것만은 알아두자!

건전지는 가열, 분해하지 않으며 부풀어 있는 경우 사용하지 않는다.



레이저 지시기를 사용할 때

- 레이저 지시기를 사용할 때에는 레이저 보안경을 착용하고 사람을 향하거나 직접 눈으로 들여다 보지 않는다.



전기회로 실험을 할 때

- 꼬마전구를 전구 끼우개에 끼울 때 무리하게 힘을 주어 꼬마전구가 깨지지 않도록 한다.
- 에나멜선을 칼로 벗기다가 베이거나 에나멜선에 찔리지 않도록 주의한다.



머리 말리개를 사용할 때

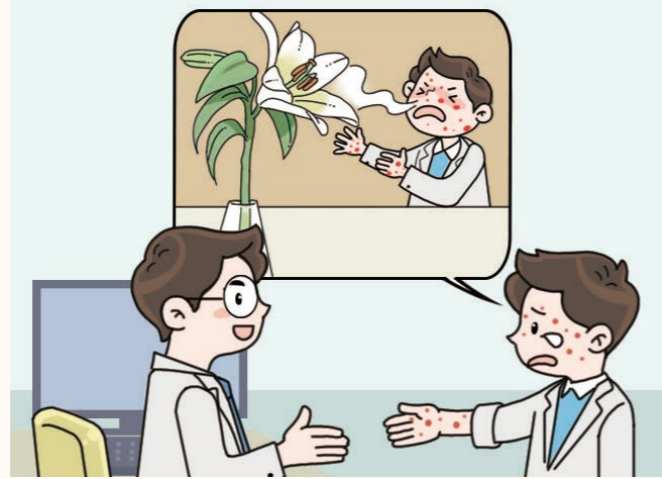
- 머리 말리개로 한 부위에 오랜 시간 뜨거운 바람을 쐬지 않도록 주의한다.

5. 동식물을 다룰 때

1

사고가 발생했어요!

백합꽃의 구조를 관찰하던 중 알레르기 질환이 있던 학생이 백합의 꽃가루를 흡입해 병원에서 치료를 받는 사고 발생



2

사고 예방 이렇게 해요!

사전에 알레르기 여부 파악하기

- 학생들에게 동식물 알레르기 여부를 확인하고 알레르기가 있을 경우 동식물을 만지거나 꽃가루 등을 흡입하지 않도록 한다.
- 질병을 일으키거나 위험성이 있는 동식물은 관찰 대상에서 배제한다.

이것만은 알아두자!

19세 미만 미성년자는 동물 해부 실습이 금지되었으나 적용 예외의 경우에는 가능하다. (부록 2 참조)

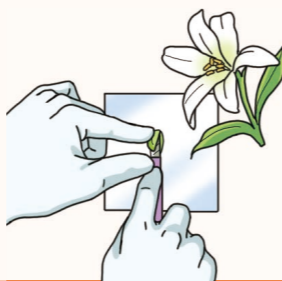
동식물 생명 존중하기

- 관찰을 위해 동식물을 채집하는 경우 필요한 만큼만 채집하며 함부로 동물에 해를 끼치거나 식물을 꺾지 않는다. (부록 9 참조)



식물의 단면을 자를 때

- 식물을 자를 때에는 코팅된 보호장갑을 착용 후 절단한다.
- 칼날을 길게 빼거나 무리한 힘을 주지 않는다.



야외 관찰활동을 할 때

- 야외 관찰활동 중에는 차양이 넓은 모자를 쓰고 긴바지, 긴소매 옷을 착용하며 잔디나 풀 위에 직접 앉지 않도록 한다.
- 야외 관찰활동 후에는 반드시 손을 씻도록 한다.



현미경을 사용할 때

- 조동나사는 조금씩 조절하여 프레파라트가 깨지지 않도록 주의한다.
- 현미경 광원에 의한 화상을 주의한다.



돋보기, 루페를 사용할 때

- 돋보기로 관찰할 때에는 태양을 직접 보지 않도록 한다.
- 인화 물질 가까이에 돋보기나 루페를 두는 경우 화재의 위험이 있으니 주의한다.



3

사고 대처 이렇게 해요!

식물 줄기를 자르다 칼에 손가락을 베었을 때

- 출혈 부위를 압박하여 지혈한 뒤 소독한다.
- 상처가 깊거나 벌어졌으면 병원으로 이송한다.



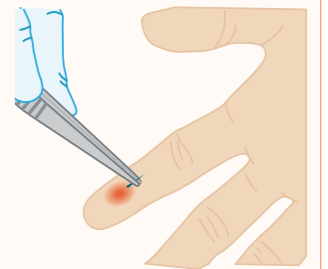
벌에 쏘였을 때

- 카드와 같이 얇고 단단한 물건으로 벌침을 제거한 후 상처를 씻고 얼음찜질한다.
- 붓기를 막기 위해 쏘인 부분을 심장보다 높이 유지하고 병원 진료를 받는다.



가시에 찔렸을 때

- 찔린 부위를 만지거나 문지르지 않고 깨끗한 물로 씻고 소독을 한다.
- 가시가 얇게 박혔으면 가시를 제거한 후 소독을 하고, 깊게 박혔을 때에는 병원으로 이송한다.



알레르기 증상이 나타난 경우

- 두통, 메스꺼움, 현기증, 구토, 발진, 가려움 등이 생긴 경우 즉시 실험을 중지하고 과학실험실 밖으로 나가서 맑은 공기를 마시며 휴식을 취한다.
- 증세가 계속되는 경우 병원으로 이송한다.



6. 기타 도구 및 기기를 다룰 때

자르는 도구



1

사고가 발생했어요!



과학시간에 실험 전 활동 재료들을 준비하며 친구에게 칼을 건네주는 과정에서 손가락을 베이는 사고 발생

2

사고 예방 이렇게 해요!

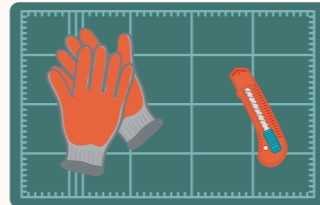
▶ 잠금장치가 있는 칼

커터칼로 두꺼운 재료를 자를 경우 칼날이 흔들려 위험하므로 칼날을 잡아주는 잠금장치가 있는 칼을 사용한다.



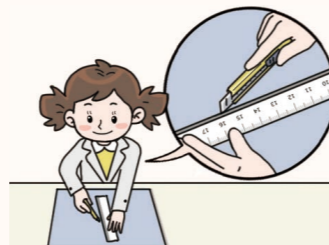
칼질을 준비할 때

- 칼질을 할 때는 항상 커팅 매트를 함께 사용한다.
- 칼을 건네거나 사용하지 않을 때는 항상 칼날을 넣어두도록 한다.
- 칼을 잡지 않는 손은 보호장갑을 착용한다.



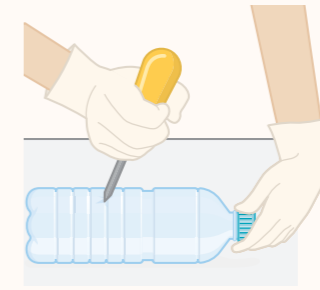
칼질을 할 때

- 칼날을 2-3마디 정도 빼서 칼질을 하며 자를 대고 칼질을 할 경우에는 금속이 덧대어져 있는 자를 사용한다.
- 칼을 잡지 않는 손은 재료를 움직이지 않도록 잡고 있되, 칼질하는 방향에 손을 두지 않도록 한다.
- 칼질의 방향을 바꾸어야 할 때는 자의 방향이 아니라 재료의 방향을 바뀌며 칼질을 하고, 책상의 높이가 맞지 않는 경우에는 일어나서 칼질을 한다.



송곳을 사용할 때

- 송곳을 잡지 않는 손은 보호장갑을 착용한 후 재료를 움직이지 않도록 잡고 있되, 송곳의 진행 방향에 손을 두지 않도록 한다.
- 녹이 손 송곳은 파상풍 감염 위험이 있으므로 사용하지 않는다.



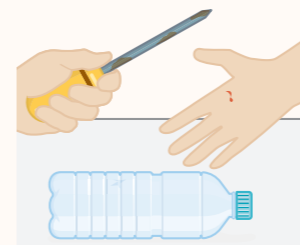
가위를 사용할 때

- 가위를 전달할 때는 뾰족한 부분을 잡아서 건네주도록 사전에 지도한다.
- 아이스크림 바와 같이 두꺼운 재료를 자를 경우에는 일반가위가 아닌 만능가위를 사용한다.



3

사고 대처 이렇게 해요!



녹슨 칼이나 금속 등에 찔렸을 때

- 녹슨 금속에 찔렸을 경우에는 파상풍 감염의 위험이 있으므로 반드시 병원으로 이송한다.



칼이나 금속 등에 베었을 때

- 표피의 가벼운 손상 시, 상처 부위는 깨끗한 물로 씻어내고 소독을 실시한 후 거즈나 밴드를 붙인다.
- 상처가 깊을 경우는 상처 부위를 소독하고 거즈나 밴드를 붙인 후 심장보다 높이 위치시켜 병원으로 이송한다.



칼이나 금속 등에 찔렸을 때

- 상처에 얇게 박힌 물체는 제거한 뒤 지혈 및 소독한다.
- 상처에 깊게 박힌 물체는 임의로 빼게 되면 과다 출혈 또는 신경 손상의 위험이 있으므로 함부로 빼지 말고 수건 등으로 고정한 뒤 병원으로 이송한다.



1 사고가 발생했어요!

목공 활동을 마치고 공구를 정리하던 학생이 아직 충분히 식지 않은 글루건의 노즐 부분을 만져 2도 화상을 입는 사고 발생

2 사고 예방 이렇게 해요!

순간접착제를 사용할 때

- 매끈하고 수분이 침투하지 않는 물체에만 사용한다.
- 용기의 노즐을 자르거나 구멍을 뚫어 사용해야 하는 제품의 경우, 내용물이 눈에 튀어 들어갈 수 있으므로 주의하며 작업한다.

본드를 사용할 때

- 시너 등의 성분이 함유되어 있기 때문에 장시간 노출되지 않도록 주의한다.

글루건을 사용할 때

- 글루건을 사용할 때는 노즐이나 녹은 글루심이 뜨겁기 때문에 보호장갑을 착용하고 화상에 유의하며 작업한다.
- 글루건은 사용 후 열기를 충분히 식힌 후 정리한다.
- 굳은 글루심을 제거할 때는 글루심에 소독용 알코올을 부어 준 후 잠시 기다린다. 글루심이 붙은 면과 분리가 되면 쇠자나 칼을 이용하여 조심스럽게 떼낸다.

글루건 전용 공간

- 글루건을 전용으로 사용할 수 있는 공간을 별도로 마련한다.
- 글루건을 설치하는 책상 위에는 글루심이 흘러도 괜찮도록 깔개를 설치한다.
- 글루건은 개별로 전원을 관리할 수 있는 멀티탭에 연결하여 준비한다.
- 학생들이 필요한 재료를 가지고 와서 장갑을 착용하고 글루건을 안전하게 사용하도록 한다.

이것만은 알아두자!

- 우드락이나 스티로폼에 순간접착제, 글루건, 본드를 사용할 경우 재료가 녹기 때문에 사용하지 않도록 유의한다.
- 붙이는 도구를 사용할 때는 환기가 잘되는 공간에서 보호장갑, 마스크, 보안경을 착용하고 작업하도록 한다.

3 사고 대처 이렇게 해요!

글루건에 화상을 입었을 때

- 흐르는 차가운 물로 통증이 감소할 때까지 열기를 제거한다.
- 화상 부위에 깨끗한 거즈를 대고 붕대로 감아주며, 물집이 생긴 경우 터트리지 않도록 주의한다.

순간접착제, 본드가 피부에 닿아 굳었을 때

- 피부에 닿아 굳었을 경우에는 강제로 피부에서 떼어내지 않도록 한다.
- 따뜻한 비누 거품물로 불린 후 천천히 떼어내거나 끝이 뭉툭한 물건으로 천천히 떼어낸다.

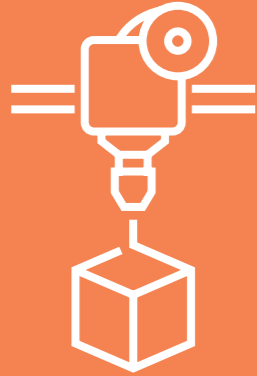
순간접착제, 본드가 눈에 들어갔을 때

- 강제로 눈을 뜨게 하지 않는다.
- 물로 씻어도 본드나 순간접착제를 제거할 수 없기 때문에 즉시 병원으로 이송한다.

흡입으로 어지러움증이 발생했을 때

- 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 충분히 휴식을 취하게 한다.
- 증세가 지속될 경우 병원으로 이송한다.

3D프린팅



1

사고가 발생했어요!



영국에서 17세 소녀가 3D프린터로 미술 과제를 하던 중, 조형물 안착을 돕기 위해 가열판에 헤어 스프레이를 분사했을 때 발생한 화재 폭발로 사망하는 사고 발생

2

사고 예방 이렇게 해요!

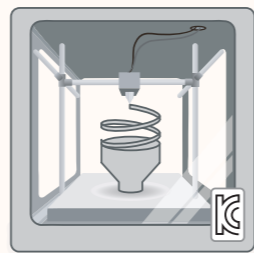
적절한 작업 환경 유지하기

- 3D프린팅 안전관리 수칙(부록 10)과 3D프린팅 작업환경 체크리스트(부록 11)를 확인한다.
- 3D프린터 작업장은 냉난방기 등을 활용하여 적정 온·습도를 유지한다.
- 3D프린터 작업 시 인체에 유해한 물질이 나오므로 적절한 환기장치가 설치되어야 한다.
- 필라멘트의 MSDS와 설정값을 게시하여 이용자의 부주의로 인한 사고를 방지한다.
- 3D프린터 설치 공간과 교육 공간을 분리한다.



친환경 장비와 소재 사용하기

- 성능 및 안전 인증에 관한 정보 제공과 사후관리가 철저한 제품을 구입한다.
- 3D프린터는 개방형 형태보다는 밀폐형 장비 사용을 권장하며 장비 내 유해물질 제거장치가 장착된 장비의 사용을 권장한다.
- 필라멘트 소재 선택 시 친환경 원료를 사용하기를 권장하며 제품원료에 대한 MSDS를 확인한다.



안전하게 출력하기

- 출력 중에는 노즐이 매우 뜨거워지므로 손을 대지 않도록 지도한다.
- DLP, SLA 프린터는 자외선 및 가시광선이 발생하므로 광원을 직접 바라보지 않도록 한다.
- 유해물질 배출로 인하여 호흡기 질환을 유발할 수 있으므로 환기장치, 창문, 출입문을 이용하여 적절하게 환기시킨다.
- 3D프린터 사용 시 폭발 가능한 스프레이 제품 등을 사용하지 않는다.

안전하게 정리하기

- 출력 완료 시에는 온도를 확인한 후 출력물을 만지도록 지도한다.
- 출력물 제거 시 파편이 얼굴에 튀거나 날카로운 도구에 손을 베일 수 있으므로 보호장갑 및 보안경을 착용한다.
- 출력 완료 후 반드시 환기장치, 창문, 출입문을 이용하여 작업 공간을 환기시킨다.



3

사고 대처 이렇게 해요!

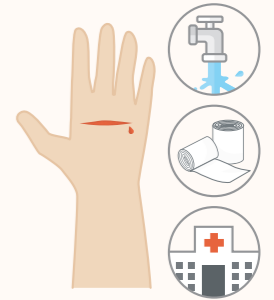
화상을 입은 경우

- 흐르는 차가운 물로 통증이 감소할 때까지 열기를 제거한다.
- 옷을 입은 채로 화상을 입었을 경우 옷을 억지로 벗기지 않고 옷 위에서 흐르는 차가운 물로 열기를 제거한다.
- 화상 부위에 깨끗한 거즈를 대고 붕대로 감아주며 물집은 터트리지 않는다.



베인 상처의 경우

- 피부의 가벼운 손상 시, 상처부위는 흐르는 물이나 생리식염수 등으로 씻어내며, 소독을 실시한 후 거즈나 밴드를 붙인다.
- 상처가 깊은 경우는 상처 부위를 소독하고 거즈나 밴드를 붙인 후 심장보다 높이 위치시켜 병원으로 이송한다.



흡입으로 인해 어지러움이나 메스꺼움이 발생한 경우

- 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 충분히 휴식을 취하게 한다.
- 증세가 지속되거나 두통 및 호흡곤란을 호소할 경우 병원으로 이송한다.



장치에 화재가 발생한 경우

- 전원을 빠르게 차단하고 소화기를 이용하여 불을 끈다.
- 전원이 차단되지 않는 경우 감전사고 위험이 있으므로 물을 사용하지 않는다.
- 진화가 불가능할 때는 교사 지시에 따라 지정된 장소로 대피한다.



VI.



1. 사고보고서	100
2. 관련 법규	102
3. 과학실험실 안전관리 점검표	106
4. 과학실험실 안전 서약서	108
5. 안전불감증 지수 점검표	109
6. 물질안전보건자료(MSDS)	110
7. MSDS의 게시 및 비치	111
8. 과학실험실 폐수 처리 자체 점검표	113
9. 과학실험실 연구윤리	114
10. 3D프린팅 안전관리 수칙	116
11. 3D프린팅 작업환경 체크리스트	117

1. 사고보고서

(예시) 과학실험실 안전사고 보고서

학교명	안전초등학교	보고일자	2019. 4. 12(금)
담당자	직) 교사	성명) 김00	
연락처	교무실	123-4567	휴대전화 010-119-1199

사안 개요

- 2019년 4월 9일 화요일 2교시 10시 20분 경 과학2실에서 6학년 3반 과학 수업 중 여학생이 화상을 입는 사고가 발생하였음. 사고 학생 : 6학년 3반 2번 김빛나(여학생)
- 과학실험을 마친 후 입으로 불어 양초의 불을 끄려고 하던 중 불꽃이 학생의 오른쪽 눈과 코 사이에 닿아 화상이 발생함.

경과 및 조치사항

일시	내용(경과)	조치사항	비고
2019.4.9. 10:20분경	학생이 화상을 당하는 사고 발생	<ul style="list-style-type: none"> • 교무실에 사고 상황 알림. • 교감선생님과 동료교사가 과학실로 바로 옴. 동료교사가 6-3 학급 관리 실시함. • 교사와 사고학생, 교감선생님은 보건실로 이동하여 학생 상태를 확인하고 보건교사가 냉찜질 실시함. 	<ul style="list-style-type: none"> • 물품 피해 없음 • 실험 전 안전지도 실시함(화기 주의)
2019.4.9. 10:30분경	안과로 이동	<ul style="list-style-type: none"> • 교사가 학부모에게 연락함. • 화상은 경미한 것으로 판단되나 안구에 불꽃이 영향을 끼칠 수 있을 것으로 여겨져 가까운 안과(김안과)로 교사 자가용으로 이동함. 	
2019.4.9. 10:50분경	병원 검진	<ul style="list-style-type: none"> • 정밀 시력 검사 후 눈에는 이상이 없었고, 눈 주위 화상은 연고를 바르면 된다고 처방 받음. • 학부모 도착하여 상황 설명 및 치료비 청구에 관해 안내함. 	
2019.4.9. 11:15분경	학생 귀가 및 교사 복귀	<ul style="list-style-type: none"> • 학생의 상처는 가벼우나 많이 놀란 상태라 학부모님께 학생을 인계하고 귀가(조퇴) 조치함. • 학교에 복귀하여 교감선생님과 보건교사에게 결과 보고함. • 교사는 6-3 학생들에게 과학실험실 안전교육 재실시 	
2019.4.9. 19:00경	전화 안부 연락	<ul style="list-style-type: none"> • 교사가 학부모님께 학생 상태가 어떠한지 저녁에 안부 전화하고 다음날 등교가능한지 알아봄. 	
2019.4.10. 09:00경	사고 학생 격려	<ul style="list-style-type: none"> • 등교한 사고 학생 상처 및 정서 상태 확인함. 	
2019.4.12. 14:00경	학교안전공제회 처리	<ul style="list-style-type: none"> • 치료비 52,700원 학교안전공제회 청구함. 	<ul style="list-style-type: none"> • 첫 치료 후 추가 치료가 불필요하여 청구 처리함.

향후 진행 방향

- 교사 과학실험실 안전교육 재실시 : 4.12(목) 종례모임 시 과학실험실 화기 관련 안전연수 실시 / 과학부장
- 학생 과학실험실 안전교육 강화 실시 : 과학수업 전 5분 안전교육 필수 실시 안내(부장회의 전달)

문제점 및 대책

- 촛불 소화를 위한 캔들 스너퍼 구비 및 가급적 교사가 캔들 스너퍼로 직접 소화 실시함.

참고자료



촛불을 소화하기 위한 캔들 스너퍼

사안 개요

육하원칙에 따라 사고내용을 기술한다.

경과 및 조치사항

육하원칙에 의해 조치사항을 자세하게 기록한다.

향후 진행 방향

사고가 재발하지 않도록 교사, 학생, 물리적 환경 등 다방면에서 사후대책을 모색하여 기록한다.

2. 관련 법규

1 과학실험실 시설 및 안전계획 일반

학교안전사고 예방 및 보상에 관한 법률
[시행 2020. 12. 4.]

▽
제4조(학교안전사고 예방계획의 수립·시행)
⑥ 학교장은 기본계획과 지역계획을 바탕으로 학교의 교육과정 또는 학교장이 정하는 교육계획에 따라 매년 학교안전사고 예방에 관한 학교계획(이하 “학교계획”이라 한다)을 학교운영위원회의 심의를 거쳐 수립·시행하여야 한다.

2 화학물질 취급 관련

화학물질관리법 [시행 2021. 4. 1.]

▽
제13조(유해화학물질 취급기준)
누구든지 유해화학물질을 취급하는 경우에는 다음 각 호의 유해화학물질 취급기준을 지켜야 한다.
[개정 2020. 3. 31., 2020. 5. 26.]
1. 유해화학물질 취급시설이 본래의 성능을 발휘할 수 있도록 적절하게 유지·관리할 것
2. 유해화학물질의 취급과정에서 안전사고가 발생하지 아니하도록 예방대책을 강구하고, 화학사고가 발생하면 응급조치를 할 수 있는 방재장비(防災裝備)와 약품을 갖추어 둘 것
3. 유해화학물질을 보관·저장하는 경우 종류가 다른 유해화학물질을 혼합하여 보관·저장하지 말 것

유해화학물질의 취급시설 및 장비 등에 대하여 환경부령으로 정하는 바에 따라 정기적으로 점검을 실시하고 그 결과를 5년간 기록·비치하여야 한다.
② 제1항에 따른 점검의 내용은 다음 각 호와 같다.
1. 유해화학물질의 이송배관·접합부 및 밸브 등 관련 설비의 부식 등으로 인한 유출·누출 여부
2. 고체 상태 유해화학물질의 용기를 밀폐한 상태로 보관하고 있는지 여부
3. 액체·기체 상태의 유해화학물질을 완전히 밀폐한 상태로 보관하고 있는지 여부
4. 유해화학물질의 보관용기가 파손 또는 부식되거나 균열이 발생하였는지 여부
5. 탱크로리, 트레일러 등 유해화학물질 운반 장비의 부식·손상·노후화 여부
6. 그 밖에 환경부령으로 정하는 유해화학물질 취급시설 및 장비 등에 대한 안전성 여부

▽
제26조(취급시설 등의 자체 점검)
① 유해화학물질 취급시설을 설치·운영하는 자(가동중단 또는 휴업 중인 자를 포함한다)는 주 1회 이상 해당

▽
제50조(서류의 기록·보존)
① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 해당 화학물질의 취급과 관련된 사항을 5년간 환경부령으로 정하는 바에 따라 기록·보존하여야 한다. <개정 2016. 12. 27.>
1. 제9조제1항에 따라 화학물질확인용 한 자
2. 제18조제1항 단서에 따라 금지물질의 제조·수입·판매 허가를 받은 자
3. 제19조에 따른 허가물질의 제조·수입·사용 허가를 받은 자
4. 제20조제1항에 따라 제한물질의 수입허가를 받은 자나 같은 조 제2항에 따라 유독물질의 수입신고를 한 자
5. 제21조제1항에 따라 제한물질·금지물질의 수출승인을 받은 자
6. 제28조에 따라 유해화학물질 영업허가를 받은 자 6의2. 제29조제2호에 따라 유해화학물질에 해당하는 시험용·연구용·검사용 시약을 판매하는 자
7. 제40조에 따라 사고대비용물질을 취급하는 자
② 제1항의 경우 전산 입력 자료가 있으면 해당 서류를 같음하여 전산 입력 자료를 보존할 수 있다.

산업안전보건법 [시행 2021. 1. 16.]
▽
제114조(물질안전보건자료의 게시 및 교육)
① 물질안전보건자료대상물질을 취급하려는 사업주는 제110조제1항 또는 제3항에 따라 작성하였거나 제111조제1항부터 제3항까지의 규정에 따라 제공받은 물질안전보건자료를 고용노동부령으로 정하는 방법에 따라 물질안전보건자료대상물질을 취급하는 작업장 내에 이를 취급하는 근로자가 쉽게 볼 수 있는 장소에 게시하거나 갖추어 두어야 한다.
② 제1항에 따른 사업주는 물질안전보건자료대상물질을 취급하는 작업공정별로 고용노동부령으로 정하는 바에 따라 물질안전보건자료대상물질의 관리 요령을 게시하여야 한다.
③ 제1항에 따른 사업주는 물질안전보건자료대상물질을 취급하는 근로자의 안전 및 보건을 위하여 고용노동부령으로 정하는 바에 따라 해당 근로자를 교육하는 등 적절한 조치를 하여야 한다.

3 안전장구 구축 관련

화학물질관리법 [시행 2021.4.1.]

▽
제14조(취급자의 개인보호장구 착용)
① 유해화학물질을 취급하는 자는 다음 각 호 어느 하나에 해당하는 경우 해당 유해화학물질에 적합한 개인보호장구를 착용하여야 한다.
1. 기체의 유해화학물질을 취급하는 경우

2. 액체 유해화학물질에서 증기가 발생할 우려가 있는 경우
3. 고체 상태의 유해화학물질에서 분말이나 미립자 형태 등이 체류하거나 비산할 우려가 있는 경우
4. 그 밖에 환경부령으로 정하는 경우
② 제1항에 따른 개인보호장구의 구체적 종류 및 기준 등은 해당 유해화학물질의 특성에 따라 환경부장관이 고시한다.

4 안전설비 구축 관련

화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 (약칭: 소방시설법 시행령)
 [시행 2020. 9. 15.]
 [대통령령 제31016호, 2020. 9. 15., 일부개정]

- ▽
제15조의4 (내용연수 설정 대상 소방용품)
- 1 법 제9조의5제1항 후단에 따라 내용연수를 설정하여야 하는 소방용품은 분말형태의 소화약제를 사용하는 소화기로 한다.
 - 2 제1항에 따른 소방용품의 내용연수는 10년으로 한다.

5 폐수, 폐기물 처리 관련

폐기물관리법 시행규칙
 [시행 2021. 7. 22.]
 [환경부령 제881호, 2020. 8. 31, 일부개정]

▽
제14조(폐기물 처리 등의 구체적인 기준·방법)
 영 제7조제2항에 따른 폐기물의 처리에 관한 구체적인 기준과 방법은 별표 5와 같다.
 [개정 2011. 9. 27.]

- 1 생활폐기물은 특별자치시장, 특별자치도지사, 시장·군수·구청장 또는 법 제14조제2항에 따라 생활폐기물의 처리를 대행하는 자, 법 제46조제1항에 따라 폐기물처리 신고를 한 자(수집·운반 또는 재활용으로 한정한다)가 이를 처리하여야 한다. 다만, 생활폐기물 중 일련의 공사·작업 등으로 인하여 5톤 미만으로 발생하는 폐기물(이하 “공사장 생활폐기물”이라 한다)을 배출하는 자(최초로 공사의 전부를 도급받은 자를 포함한다)는 특별자치시, 특별자치도, 시·군·구의 조례에서 정하는 바에 따라 그 폐기물의 처리를 대행하는 자나 폐기물 처분시설 또는 재활용시설의 설치·운영자에게 운반할 수 있다. (이하 생략)

[별표 5]
 폐기물의 처리에 관한 구체적 기준 및 방법(제14조 관련)

1. 생활폐기물의 기준 및 방법
 - 가. 공통사항

6 동물 해부 실습 관련

동물보호법
 [시행 2021. 2. 12.]
 [법률 제16977호, 2020. 2. 11., 일부개정]

▽
제24조의2(미성년자 동물 해부실습의 금지)
 누구든지 미성년자(19세 미만의 사람을 말한다. 이하 같다)에게 체험·교육·시험·연구 등의 목적으로 동물(사체를 포함한다) 해부실습을 하게 하여서는 아니 된다. 다만, 「초·중등교육법」 제2조에 따른 학교 또는 동물실험시행기관 등이 시행하는 경우 등 농림축산식품부령으로 정하는 경우에는 그러하지 아니하다.

2. 학교가 다음 각 목의 요건을 모두 갖추어 동물 해부실습을 시행하는 경우
 - 가. 동물 해부실습에 관한 사항을 심의하기 위하여 학교에 동물 해부실습 심의위원회(이하 “심의위원회”라 한다)를 둘 것
 - 나. 심의위원회는 위원장 1명을 포함하여 5명 이상 15명 이하의 위원으로 구성하되, 위원장은 위원 중에서 호선하고, 위원은 다음의 사람 중에서 학교의 장이 임명 또는 위촉할 것
 - 1) 과학 관련 교원
 - 2) 특별시·광역시·특별자치시·도 및 특별자치도(이하 “시·도”라 한다) 교육청 소속 공무원 및 그 밖의 교육과정 전문가
 - 3) 학교의 소재지가 속한 시·도에 거주하는 「수의사법」 제2조제1호에 따른 수의사, 「약사법」 제2조제2호에 따른 약사 또는 「의료법」 제2조제2항제1호부터 제3호까지의 규정에 따른 의사·치과의사·한의사
 - 4) 학교의 학부모
 - 다. 학교의 장이 심의위원회의 심의를 거쳐 동물 해부실습의 시행이 타당하다고 인정할 것
 - 라. 심의위원회의 심의 및 운영에 관하여 별표 5의2의 기준을 준수할 것
3. 동물실험시행기관이 동물 해부실습의 시행에 대해 법 제25조제1항 본문 또는 단서에 따른 동물실험윤리위원회 또는 실험동물운영위원회의 심의를 거친 경우

동물보호법 시행규칙
 [시행 2021. 2. 12.]
 [농림축산식품부령 제470호, 2021. 2. 10., 일부개정]

▽
제23조의2(미성년자 동물 해부실습 금지의 적용 예외)
 법 제24조의2 단서에서 “「초·중등교육법」 제2조에 따른 학교 또는 동물실험시행기관 등이 시행하는 경우 등 농림축산식품부령으로 정하는 경우”란 「초·중등교육법」 제2조에 따른 학교 및 「영재교육 진흥법」 제2조제4호에 따른 영재학교(이하 이 조에서 “학교”라 한다) 또는 동물실험시행기관이 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우를 말한다.

1. 학교가 동물 해부실습의 시행에 대해 법 제25조제1항에 따른 동물실험시행기관의 동물실험윤리위원회의 심의를 거친 경우

3. 과학실험실 안전관리 점검표



점검일: 20
 점검자: 과학부장 성명 (인)
 교 감 성명 (인)
 확인자: 교 장 성명 (인)

영역	점검내용	점검결과		특이사항
		예	아니오	
안전관리 계획	① 과학실험실 안전관리에 대한 자체 계획을 수립하여 운영하고 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	② 과학 전담교원의 과학실험실 배치 운영계획을 수립하여 운영하고 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	③ 과학실험실 안전관리 자체 점검표를 활용하여 정기적으로(월 1회 이상) 점검하며, 점검표를 누계하여 보관하고 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	④ 과학실험 안전 장구·설비 확충계획을 수립하고, 확충노력을 하고 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
안전교육	⑤ 교육과정 내에 안전교육을 위한 별도의 시간이 편성되어 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	⑥ 과학실험 안전 관련 학생교육(5분 안전교육 포함)을 실시하고 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	⑦ 과학실험 담당 교원 및 과학실무사가 매년 15시간 이상의 안전교육을 이수하고 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
실험안전 관련자료 게시 등	⑧ 과학실험실 안전 수칙 및 응급 대처 요령 등을 과학실험실 내 게시하고 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	⑨ 과학실험 리플릿, 안전매뉴얼 등을 비치하여 활용하고 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	⑩ 물질안전 보건자료(MSDS)를 게시·비치하여 활용하고 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
안전관리	⑪ 실험 수업 시 안전보호 장비(실험복, 마스크, 보안경, 네오프렌 또는 니트릴 고무장갑 등)를 착용하는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	⑫ 과학실험실마다 소화기, 모래보관함 등 안전장비가 잘 보이는 곳에 비치되어 있으며 정기적으로 점검하고 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	⑬ 전기 시설에 대한 정기적인 점검이 이루어지고 있으며, 인화성물질을 사용하는 과학실험실·준비실에 환풍기가 설치되어 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	⑭ 비상시 대피할 수 있는 비상통로(비상문)가 확보되어 있으며, 비상 설비를 정기적으로 점검하고 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

영역	점검내용	점검결과		특이사항
		예	아니오	
유해 화학 물질 및 실험 기자재 관리	⑮ 밀폐 시약장(잠금장치)이 확보되어 있고 환기가 잘 이루어지고 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	⑯ 시약관리에 대한 정기적인 점검이 이루어지고 있는가? • 시약 보관 상태 확인(잠금장치 유무 점검): 발화점이 낮은 물질(인, 황 등) 폭발성물질(알칼리 금속 등), 가연성 물질(에테르, 헥산 등)이 들어있는 시약병은 직사광선을 피하고 잠금장치가 있는 곳에 보관 • 독극물 특별 관리(이중 잠금, 별도 보관) • 시약병 라벨 부착, 실험 후 남은 시약은 폐수·폐시약 용기에 별도 보관	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	⑰ 약품출납대장이 기록되고 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	⑱ 사용한 약품은 지정한 방법에 따라 폐기하고 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	⑲ 관리자 외 학생, 외부인 등의 접근이 통제되고 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	⑳ 폐수·폐시약 및 수은 함유 폐제품, 포름알데히드 용액 표본병 등을 유해 화학 물질을 안전한 장소에 별도로 보관하여 관리하고 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
기타	㉑ 실험기자재를 안전하게 사용하는가? • 취급주의 실험기구 안전교육 실시 • 석면 철망 등을 폐기하고 안전한 기자재(세라믹 철망 등)로 대체 • 깨진 유리는 분리 처리하며 알코올램프는 가급적 사용 자제 • 전기기구 사용 시 정격 전압 확인, 문어발식 연결 사용 금지	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	㉒ 도난방지 시설 및 잠금장치는 정상적으로 작동하고 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	㉓ 과학실험실 정리 정돈 및 청결 상태가 유지되고 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	㉔ 과학실험실 안전사고를 대비한 비상연락망이 구축되어 있는가? (관계기관 전화번호 게시)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	㉕ 과학실무사를 배치하여 실험수업 보조 및 과학실 관리를 하고 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

※ 월 1회 자체점검 후 점검표를 작성하여 과학실에 게시합니다.

6. 물질안전보건자료(MSDS)

7. MSDS의 게시 및 비치



1. MSDS란?

- 화학물질을 취급하는 사용자에게 화학물질을 안전하게 사용하기 위한 정보를 제공함으로써 화학물질에 의한 산업 재해나 직업병을 예방하기 위한 자료
- 화학물질의 이름, 성분, 유해성, 위험성, 보관 방법, 다룰 때의 주의점, 필요한 안전장구, 응급조치 등 물질에 관한 여러 가지 정보 제공

2. MSDS 적용 대상 물질

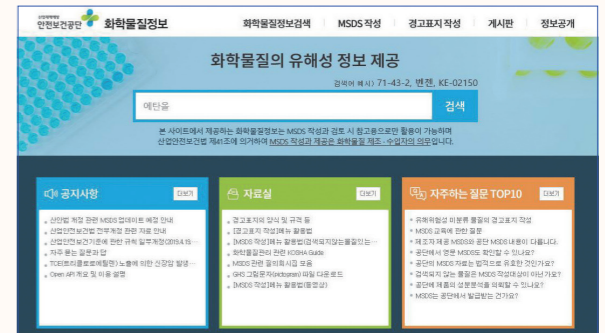
특성	종류
물리적 위험성	폭발성 물질, 인화성 물질, 물반응성 물질, 산화성 물질, 고압가스, 자기반응성 물질, 유기과산화물 등
건강 유해성	급성 독성 물질, 자극성 물질, 과민성 물질, 발암성 물질, 특정 표적장기 독성 물질, 흡인 유해성 물질 등
환경 유해성	수생 환경유해성 물질

3. MSDS에서 확인할 수 있는 16가지 정보

- ① 화학제품과 회사에 관한 정보
- ② 유해·위험성 정보
- ③ 구성 성분의 명칭 및 함유량
- ④ 응급조치 요령
- ⑤ 폭발·화재 시 대처방법
- ⑥ 누출 사고 시 대처방법
- ⑦ 취급 및 저장방법
- ⑧ 노출방지 및 개인 보호구
- ⑨ 물리화학적 특성
- ⑩ 안정성 및 반응성
- ⑪ 독성에 관한 정보
- ⑫ 환경에 미치는 영향
- ⑬ 폐기 시 주의사항
- ⑭ 운송에 필요한 정보
- ⑮ 법적 규제 현황
- ⑯ 그 밖의 참고사항

- MSDS를 작성하여야 하는 대상 화학물질은 기본적으로 유해 화학물질로 화학약품 사용이 빈번한 과학실험실이나 화학약품 보관장이 있는 곳 등 약품을 취급하는 사람이 쉽게 볼 수 있는 장소에 게시 및 비치
- MSDS 작성과 제공은 학교에 화학약품을 공급하는 업체가 담당
- 필요할 경우 정보 검색을 통해 MSDS 자료 확인 가능

- 1 한국산업안전보건공단 화학물질정보 (http://msds.kosha.or.kr/MSDSInfo) 메인 페이지 → 검색창에 화학약품 입력(화학물질명, CAS No. 등) → 검색 클릭
 *알아두세요!
 정보 제공 기관에 의해 정보 검색 웹주소가 변경될 수 있다. 이럴 경우 '한국산업안전보건공단' 메인 화면에서 MSDS 자료 검색방법을 확인해야 한다.



- 2 원하는 화학물질 클릭



- 3 MSDS 요약정보 클릭



7. MSDS의 게시 및 비치

4 필요할 경우 해당 파일 출력 보관 또는 주요 정보 캡처 후 시약병에 붙여 활용

MSDS 요약정보 물질명 : 에탄올 (예시)

1. 일반정보

CAS No. : 64-17-5 물질성상 : 액체 끓는점 : 78.5°C 인화점 : 13°C 주요용도 : 자료없음	KE No. : KE-13217 분자량 : 46.0684 녹는점 : -144.1°C
---	--

2. 물질정보

물질명	CAS No.	함유량(%)
에탄올	64-17-5	100%



4. 유해위험 문구
고인화성 액체 및 증기 / 눈에 심한 자극을 일으킴 / 암을 일으킬 수 있음

5. 응급조치요령

눈에 들어갔을 때 눈에 물으면 몇 분간 물로 조심해서 씻으시오. 가능하면 콘택트 렌즈를 제거하시오. 계속 씻으시오.
피부에 접촉했을 때 • 피부(또는 머리카락)에 물으면 오염된 모든 의복을 벗으시오. • 피부를 물로 씻으시오/샤워하시오. 긴급 의료 조치를 받으시오. • 오염된 옷과 신발을 제거하고 오염지역을 격리하시오. • 화상의 경우 즉시 찬물로 가능한 오래 해당부위를 식히고, 피부에 들러붙은 옷은 제거하지 마시오. • 비누와 물로 피부를 씻으시오.
흡입했을 때 • 노출되거나 노출이 우려되면 의학적인 조치·조언을 구하시오. • 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기시오. • 호흡하지 않는 경우 인공호흡을 실시하시오. • 호흡이 힘들 경우 산소를 공급하시오. • 따뜻하게 하고 안정되게 해주시오.
먹었을 때 노출되거나 노출이 우려되면 의학적인 조치·조언을 구하시오.

6. 저장방법

- 빈 드럼통은 완전히 배수하고 적절히 막아 즉시 드럼 조절기에 되돌려 놓거나 적절히 배치하시오.
- 열·스파크·화염·고열로부터 멀리하시오.
- 용기를 단단히 밀폐하시오.
- 잠금장치가 있는 저장 장소에 저장하시오.
- 피해야 할 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 사고 시 대처방법

누출

- 노출물을 만지거나 걸어나가지 마시오.
- 들어갈 필요가 없거나 보호장비를 갖추지 않은 사람은 출입하지 마시오.
- 매우 미세한 입자는 화재나 폭발을 일으킬 수 있으므로 모든 점화원을 제거하시오.
- 물질 취급 시 모든 장비를 반드시 접지하시오.
- 얼릴려진 것을 즉시 닦아내고, 보호구 향의 예방조치를 따르시오.
- 오염 지역을 격리하시오.
- 위험하지 않다면 누출을 멈추시오.
- 증기발생을 줄이기 위해 증기억제포말을 사용할 수 있음.
- 피해야 할 물질 및 조건에 유의하시오.

9. 법적규제현황

노출기준	자료없음
특수건강진단주기	자료없음
직업환경측정주기	자료없음
산업안전보건법	공정안전보고서(PSM)제출대상 물질
화학물질관리법에 의한 규제	자료없음
위험물안전관리법에 의한 규제	4류 알코올류

10. 취급 시 주의사항

개인 보호구 착용 	배기설비 가동 / 용기밀폐 	금연 화기엄금
밀폐공간에서는 공기공급식 승기 마스크 착용 (면 마스크, 일반 방진·방독 마스크 착용 금지)		

8. 과학실험실 폐수 처리 자체 점검표



점검일 20 . . . 점검자 과학부장 성명 (인)
확인자 교 감 성명 (인)

번호	점검내용	점검결과	
		예	아니오
1	과학실험실 폐수 처리 계획을 수립하고 게시하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	과학실험실 폐수 관련 사항을 폐수관리대장에 기록하는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	시약 이름을 모르거나 오래된 시약의 경우 별도로 수집, 보관하여 안전하게 폐기 조치하는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	폐수 수집 용기 및 폐시약, 폐기물 용기는 통풍이 잘 되고 관리가 용이하며, 외부인 접촉이 차단된 지정 장소에 보관하는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	폐수 및 폐시약, 폐기물은 성분에 따라 분별수집 보관하는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	무기계 폐수와 유기계 폐수는 서로 혼합되지 않도록 하는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	폐수, 폐시약, 지정폐기물 용기에 실험 폐기물 처리 의뢰 전표를 부착 배출하는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	폐수, 폐시약, 지정폐기물 수집 용기에 관리자명, 연락처, 폐기물명, 주의사항이 표시되어 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	폐수, 폐시약, 지정폐기물의 휘발을 방지하기 위하여 수집 용기 뚜껑은 항상 잠그는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	폐수 수집 용기에 침전물, 고형물(보호장갑, 유리조각, 탈지면)이 섞이지 않도록 하는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	싱크대, 후드에 폐수, 폐시약, 지정폐기물 방류를 금지하는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. 과학실험 연구윤리

초등학생용 과학실험 연구윤리 원칙

2015. 03. 10
한국과학창의재단
초등학생 과학실험 연구윤리 원칙 개발팀

1 연구윤리와 연구자의 자세

1.1 (연구의 정의와 목적) 연구를 시작하기 전에 연구란 무엇인지, 왜 이 연구를 하려고 하는지 확인한다.

1.2 (연구윤리의 정의와 중요성) 연구를 시작하기 전에 연구윤리란 무엇인지, 왜 이 연구윤리를 지켜야 하는지 이해한다. 이런 과정을 통해 연구 부정행위를 피할 수 있는 방법은 무엇인지, 책임 있는 태도로 바람직한 연구 수행을 하기 위해 학생 연구자가 지켜야 할 원칙에는 어떤 것이 있는지 확인한다.

1.3 (바람직한 과학연구) 진행하려고 하는 연구가 과학연구의 고유한 특성을 가지고 있는지 점검한다. 이때 자연이나 주변 세계를 대상으로 하고 있는지, 재현가능성¹⁾이 있는지, 주장을 뒷받침할 만한 증거를 찾고자 노력하고 있는지, 적합한 탐구 방법을 사용하고 있는지를 확인한다.

1.4 (연구자의 자세) 공부하는 학생이자 연구자로서 기본자세를 갖추려고 노력한다. 공부하거나 연구할 때 항상 정직하고, 연구 대상을 존중하는 자세를 가져야 한다.

1.5 (연구 공동체와 연구자의 사회적 책임) 학생 연구자는 연구 활동에 있어서 개인적으로 책임을 다해야 하고, 연구자로서 사회적 책임을 생각해야 한다. 공동 연구를 할 경우에는 팀 내에서 의사소통하기 위한 방법과 역할 분담 등 필요한 요소가 잘 갖추어졌는지 확인한다.

2 연구 과정

2.1 (연구계획 세우기) 연구계획을 세울 때는 자신이 관심 있는 주제와 관련된 책과 잡지, 인터넷 자료를 먼저 살펴본다. 조사한 결과를 바탕으로 연구 목표를 구체적으로 정한다. 연구계획 단계에서 연구 목표에 맞는 자료 수집 방법 및 결과 분석 방법도 정한다.

2.2 (연구자료 모으고, 분석하고, 보관하기) 실험을 시작하기 전에 실험재료의 상태와 실험 기기의 사용 방법을 미리 알아둔다. 실험 결과는 연구계획 시 정한 방법이나 연구 주제와 관련된 분야에서 많이 사용하는 방법에 따라 분석한다. 연구를 마친 후에는 연구 수행과정에서 수집한 연구자료를 잘 보관한다.

2.3 (연구노트 쓰기) 실험을 시작하기 전에 한 권의 연구노트를 마련하여 쪽 번호를 쓴다. 연구노트는 매일매일 지워지지 않는 펜으로 쓰고, 컴퓨터나 실험기기에서 나온 출력물은 연구노트에 붙인다. 연구노트를 쓰는 과정에서 생긴 실수는 고친 과정을 그대로 볼 수 있도록 지우지 않는다.

3 연구 대상

3.1 (인간 대상 연구) 인간이나 인체에서 채취한 세포나 혈액, 염색체, DNA 등을 대상으로 연구를 수행할 때는 인간의 존엄과 가치를 지키고 인체에 해를 끼치지 않도록 해야 한다. 연구 시작 전에 연구 대상에게 연구 참여에 대한 글로 된 동의를 받는 것이 좋다.

3.2 (동물 대상 연구) 동물 대상 연구를 수행하기로 결정하기 전에 먼저 대안이 있는지 확인한다. 최종적으로 연구에 동물을 사용하기로 결정하면, 실험에 사용할 동물의 수를 최소화하고, 실험 과정에서 동물이 받는 고통을 줄일 수 있는 방안을 마련한다.

4 연구 결과 정리하고 해석하기

4.1 (진실한 데이터) 실험 데이터를 신뢰할 수 있도록 실험을 반복하고 검증한 뒤, 데이터를 정직하고 정확하게 보고한다.

4.2 (믿을 수 없는 데이터 피하기) 모든 데이터는 실험을 통하여 얻어야 하며, 정직하게 제시하고 해석해야 한다. 실험을 하지 않고 의도대로 데이터를 만들거나 실험에서 얻은 데이터를 고친다면 이를 연구라고 할 수 없다. 믿을 수 없는 데이터를 만들지 않는다.

4.3 (논리적으로 합당하게 해석하기) 실험에 대한 해석과 결론을 내리는 과정은 실험에서 얻은 모든 데이터를 근거로 하여 논리적으로 합당하게 이루어져야 한다.

5 연구 결과 발표하기

5.1 (보고서 작성하기) 실험 완료 후 연구 제목, 요약, 실험 목적, 절차, 결과, 결론 등을 일목요연하게 정리하고 그 내용을 보고서나 포스터로 작성하여 다른 사람과 공유하여야 한다.

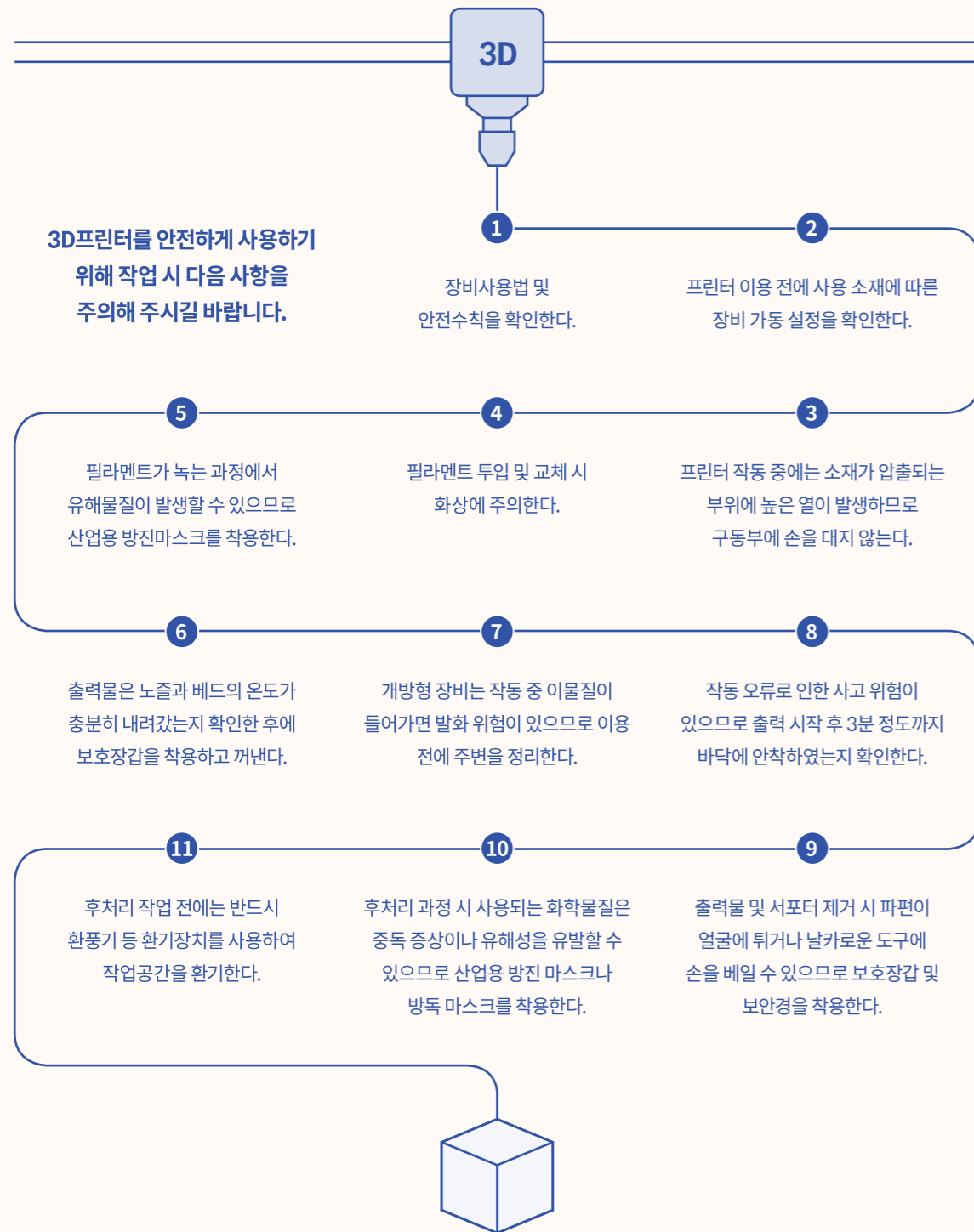
5.2 (타인의 지적 권리 보호하기) 보고서를 작성하는 과정에서 다른 사람의 지적 권리를 존중해야 한다. 이를 위해 다른 사람의 글을 인용할 때는 반드시 출처를 명확하게 써야 한다.

5.3 (참고문헌 표시와 목록 작성하기) 다른 이의 글을 인용했을 때는 반드시 인용 표시와 함께 참고문헌에 대한 정보를 적어주어야 한다. 의도적으로 참고문헌을 기술하지 않았거나 부실하게 표기할 경우 표절 의심을 받을 수 있다.

5.4 (저자 표시와 제출하기) 연구 내용을 담은 보고서는 연구 과정에 충분히 기여한 사람의 이름으로 제출하며 같은 내용을 여러 곳에 제출하지 않도록 주의한다.

1) 재현가능성은 동일한 방법으로 연구를 하면 동일한 결과가 나타날 수 있는 가능성을 말한다. 자세한 내용은 본문 참조.

10. 3D프린팅 안전관리 수칙



11. 3D프린팅 작업환경 체크리스트

질문	답변		대처방안	비고
	예	아니오		
소재 원료에 대한 안전 정보 내용을 확인하셨나요?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<ul style="list-style-type: none"> • 소재 제품 원료에 대한 물질안전보건자료(MSDS)를 확인한다. • 친환경 원료를 사용한 소재를 사용한다. 	
작업현장 내 환기장치가 있나요?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<ul style="list-style-type: none"> • 3D프린터 가동 시 환기장치를 항상 가동하고, 3D프린터 종료 후 최소 1시간 이상 가동한다. • 환기장치가 없는 작업현장의 경우, 자연환기를 주기적으로 실시한다. 	
3D프린터는 환기가 잘 되는 위치에 설치했나요?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<ul style="list-style-type: none"> • 환풍기 등 환기장치와 가까운 곳에 설치하여 환기가 잘 되도록 한다. • 에어컨 및 선풍기 설치 시, 3D프린팅 가동 중 발생하는 유해물질이 쉽게 배출될 수 있도록 환풍기 반대편에 설치한다. 	
3D프린터 장비 및 작업공간은 정기적으로 청소하나요?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<ul style="list-style-type: none"> • 3D프린팅 가동 완료 후, 장비 내부에 있는 잔류 찌꺼기 및 작업공간을 정기적으로 청소한다. 	

과학실험 안전 매뉴얼 - 초등학교

집필진

책임	강석진	전주교육대학교
집필	강소정	서울고원초등학교
	이은주	서울개봉초등학교
	이찬미	서울면동초등학교
	이한민	강원매산초등학교

감수위원

강훈식	서울교육대학교
고숙영	서울구현고등학교
박지용	전북전주인봉초등학교
백승우	비에스씨포트
송방연	울산광역시교육청
안병선	경기충훈고등학교
이미경	광주광역시교육청
이봉우	단국대학교
이윤식	서울대학교
이종선	대구광역시교육청
장성훈	경북대학교사범대학부설고등학교
최소영	서울수암초등학교

기획

교육부
한국과학창의재단

편집·디자인

정원디자인

인쇄 2021년 2월 초판 1쇄

발행일

저작권자 교육부

발행처 한국과학창의재단