

학교 화학 약품 안전관리 매뉴얼

초등용





contents



1 장 학교 화학 약품 관리

1.

학교 화학 약품의 준비

화학 약품의 구입절차	12
그림 문자로 화학 약품의 성질 이해하기	13
화학 약품 보관 용기의 레이블에 담긴 정보 이해하기	14
물질안전보건자료(MSDS) 들여다보기	15

2.

학교 화학 약품의 보관 및 관리

화학 약품의 분류 및 보관	18
유해 화학 약품들의 주요 특성	20
화학 약품의 보관장	22

3.

실험실 폐수, 폐시약, 지정폐기물 관리

실험실 폐수의 처리 기준 및 관리 절차	25
실험실 폐수의 관리 방안	26
실험실 폐시약 및 지정폐기물의 관리 방안	30

4.

화학 약품에 의한 안전사고 대응체계와 유형별 대처방안

화학 약품에 의한 안전사고 대응체계	32
사고예방을 위한 실험수업 과정별 조치	33
화재가 났을 때	34
약품에 의해 화상을 입었을 때	35
입으로 들어갔을 때	36
호흡(흡입)했을 때	37
눈에 들어갔을 때	38
피부에 닿았을 때	39
누출 사고가 일어났을 때	40
지진이 일어났을 때	41

2 장 시약별 특징 및 주의사항

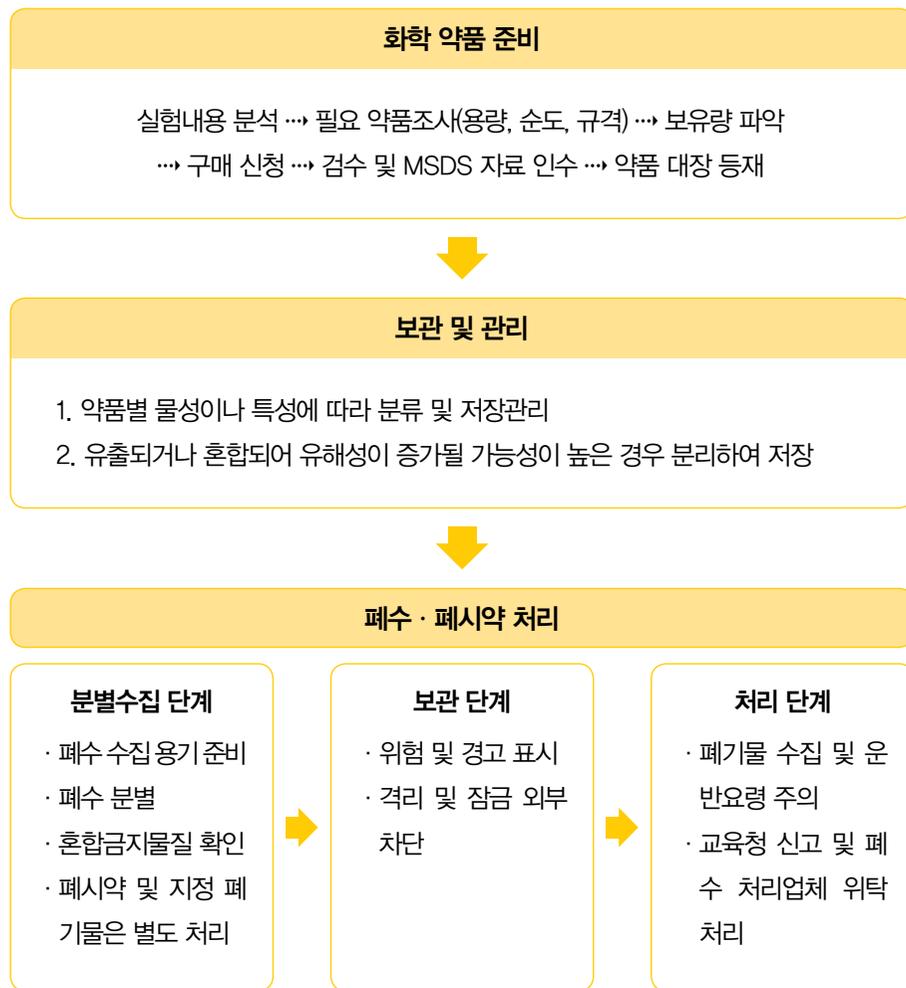
과산화 수소(H_2O_2)	44	아이오딘화 칼륨(KI)	52
나프탈렌($C_{10}H_8$)	45	에탄올(C_2H_5OH)	53
메탄올(CH_3OH)	46	염산(HCl)	54
백반($KAl(SO_4)_2$)	47	이산화 망가니즈(MnO_2)	56
석회수($Ca(OH)_2$)	48	탄산수소 나트륨($NaHCO_3$)	57
수산화 나트륨(NaOH)	49	탄산 칼슘($CaCO_3$)	58
시트르산($C_6H_8O_7$)	50	페놀프탈레인($C_{20}H_{14}O_4$)	59
아이오딘(I_2)	51	황산(H_2SO_4)	60

부 록

화학 약품의 이름 이해하기	62
표준 용액 만들기	64
FAQ	68

한 눈에 보는 학교 화학 약품 안전관리

● 학교 화학 약품 관리 절차



● 화학 약품 관리 일반 원칙

- | | |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 분리
보관의
원칙 | <ul style="list-style-type: none"> · 약품들은 적절한 장소에 보관한다. · 종류가 다른 유해 화학 약품을 같은 보관장 안에 보관해야 하는 경우에는 칸막이나 바닥의 구획선 등으로 구분하되, 서로 적절한 간격을 두어 보관한다. · 「화학물질관리법」에서 유독 물질로 분류된 물질은 다른 시약과 별도로 이중 잠금 장치가 되어 있는 보관장에 보관한다. |
| 밀봉
저장의
원칙 | <ul style="list-style-type: none"> · 보관장 내에서 누출되거나 혼합되어 유해성이 증가할 우려가 있는 경우에는 함께 보관하거나 저장하지 않는다. · 사용한 약품은 용기의 뚜껑을 확실히 밀봉해 누출되지 않도록 한다. |
| 관리와
책임의
원칙 | <ul style="list-style-type: none"> · 약품류의 관리는 관리책임자 및 담당자를 지정해 안전사고에 대비한다. · 약품마다 식별 표시를 하여 약품 보관장을 관리하며, 입고하거나 사용할 때 화학 약품 관리대장에 기록하고 관리한다. · 관리담당자는 약품 보관장의 유해 화학 약품 사용량을 정확히 파악해 재고량과 대장에 기록된 잔여량이 일치하도록 한다. |

● 학교 화학 약품의 보관장 관리

밀폐형 환기식(필터식) 약품장

산			
염산 (HCl)	인산 (H ₃ PO ₄)	질산 (HNO ₃)	황산 (H ₂ SO ₄)
염기			
수산화 나트륨 (NaOH)	수산화 바륨 (Ba(OH) ₂)		
수산화 칼륨 (KOH)	수산화 칼슘 또는 석회수(Ca(OH) ₂)		
위험이 높은 무기 화합물			
과망가니즈산 칼륨 (KMnO ₄)	과산화 수소 (H ₂ O ₂)	아이오딘 (I ₂)	
아이오딘산 칼륨 (KIO ₃)	아이오딘화 칼륨 (KI)	질산 은 (AgNO ₃)	
질산 칼륨 (KNO ₃)	크로뮴산 칼륨 (K ₂ CrO ₄)	다이크로뮴산 칼륨 (K ₂ Cr ₂ O ₇)	
금속			
나트륨(소듐) (Na)	리튬 (Li)	마그네슘 (Mg)	칼륨 (포타슘) (K)

일반 약품 보관장

위험성이 낮은 고체 약품

산화 칼슘 (CaO)	이황산수소 나트륨 (NaHSO ₃)	염화 구리(Ⅱ) (CuCl ₂)	질산 납(Ⅱ) (Pb(NO ₃) ₂)	질산 아연 (Zn(NO ₃) ₂)	탄산 칼슘 (CaCO ₃)
염화 암모늄 (NH ₄ Cl)	염화 칼슘 (CaCl ₂)	염화 코발트(Ⅱ) (CoCl ₂)	황산 아연 (ZnSO ₄)	황산 구리(Ⅱ) (CuSO ₄)	
이산화 망가니즈 (MnO ₂)	질산 암모늄 (NH ₄ NO ₃)		탄산수소 나트륨 (NaHCO ₃)	백반 (KAl(SO ₄) ₂)	
질산 구리(Ⅱ) (Cu(NO ₃) ₂)	질산 나트륨 (NaNO ₃)		시트르산 (C ₆ H ₈ O ₇)	페놀프탈레인용액 (C ₂₀ H ₁₄ O ₄)	

가연성 물질 전용 보관장

인화성·휘발성 물질 및 혼합 금지 물질

나프탈렌 (C ₁₀ H ₈)	메탄올 (CH ₃ OH)	아세톤 (CH ₃ COCH ₃)	아세트산 (CH ₃ COOH)	암모니아수 (NH ₄ OH)	에탄올 (C ₂ H ₅ OH)	프로판올 (C ₃ H ₇ OH)	헥세인 (C ₆ H ₁₄)
----------------------------------------	--------------------------	------------------------------------------	-----------------------------	----------------------------	----------------------------------------	-----------------------------------------	---------------------------------------

* '가연성 물질 전용 보관장'이 없는 경우 '밀폐형 약품장'에 보관할 수 있으며, 장기적으로 '가연성 물질 전용 보관장'을 구비하기 위한 노력이 필요함

● 화학 약품 보관 관리 수칙

- 약품 보관장의 위치는 화기와 열원으로부터 멀리하며, 직사광선이 들지 않고 습기가 적은 곳이 좋다.
- 실험실 통로에 약품 보관장을 설치하지 않는다.
- 약품 보관장 안에 들어 있는 약품과 약품 사이에는 충분한 공간을 두도록 한다. (특성이 다른 약품들이 좁은 공간에 집중되어 있으면 위험할 수 있다.)
- 눈높이 이상의 높은 곳에 위치한 화학 약품을 꺼낼 때는 사다리나 고정 의자를 이용한다. (높은 곳에 화학 약품을 보관하는 것을 가급적 피한다.)

- 화학 약품은 필요한 양만 구매하여 실험실 내에 보관량을 최소화한다.
- 화학 약품을 입고하거나 사용할 때는 화학 약품 대장에 기록하고 관리한다.
- 주기적으로 화학 약품의 보유 현황을 조사하여 재고량을 관리한다.
- 약품장 앞쪽에는 약품 목록표를 붙여, 안에 있는 약품이 무엇인지 알 수 있도록 한다.
- 화학 약품 용기(덜어 담는 용기 포함)는 밀폐하여 보관하고, 물질명, 제조일, 제조업체, 개봉 일 등이 기록된 레이블을 부착하도록 한다.
- 정기적으로 파손, 균열, 부식 등을 확인하고 오염된 레이블은 즉시 교체하며, 유효 기간이 지났거나 변색이 된 화학 약품은 폐기 처리한다.

- 화학 약품은 반드시 유형별, 성상별로 분리 보관한다.
- 위험성이 큰 화학 약품과 일반 약품은 따로 보관한다.
- 위험성이 큰 화학 약품은 반드시 이중 잠금 장치를 하여 교사의 지도 없이 학생들이 접근할 수 없도록 한다.
- 인화성 액체는 가급적 가연성 물질 전용 보관장에 보관하며, 전용 보관장에는 다른 유형이나 성상의 화학 약품 보관을 금지한다.

● 화학 약품 안전 취급 수칙

- 화학 약품은 직사광선을 피하여 서늘한 곳에서 취급하고, 다른 물질과 섞이지 않도록 한다.
- 화학 약품은 실험실 바닥에 보관하거나 방치하지 않으며, 실험대 위에 나와 있는 화학 약품의 양도 최소화한다.
- 가연성 물질을 다룰 때는 열원이나 화기를 주변에 놓지 않는다.
- 사용한 화학 약품은 별도로 수거하여 절차에 따라 처리한다.

- 화학 약품을 다루는 모든 실험은 반드시 교사의 지도에 따라 실시한다.
- 약품 병에 액체를 따를 때는 용기가 눈보다 낮은 위치에서 따른다.
- 화학 약품을 사용한 후에는 제자리에 보관하고 남은 것을 다시 약품 병에 넣지 않는다.
- 위험성이 높은 화학 약품은 학생이 직접 취급하지 않도록 한다.
- 강산이나 강염기를 묽힐 때는 물에 산이나 염기를 조금씩 부어가며 묽힌다.
- 독성이 있거나 나쁜 냄새가 나는 기체 발생 실험은 반드시 후드 내에서 실시한다.

- 화학 약품의 사용법과 예방책을 교사가 미리 안내한 이후에만 약품을 다루도록 한다.
- 사용 중인 화학 약품에도 위험을 알리는 경고문을 부착하여 안전사고를 예방한다.
- 약품의 레이블이 손상되었을 경우, 즉시 교체하여 이후에 착오가 생기지 않도록 한다.
- 실험 중 음료를 마시거나 음식물을 먹지 않도록 하고 음식물을 과학실 내에 방치해 두거나 보관하지 않으며, 특히 약품을 음료수 병에 보관하지 않도록 한다.

1 장

학교 화학 약품 관리

1. 학교 화학 약품의 준비
2. 학교 화학 약품의 보관 및 관리
3. 실험실 폐수, 폐시약, 지정폐기물 관리
4. 화학 약품에 의한 안전사고 대응체계와 유형별 대처방안



1 학교 화학약품의 준비

1.1. 화학약품의 구입 절차



1.2. 그림 문자로 화학약품의 성질 이해하기

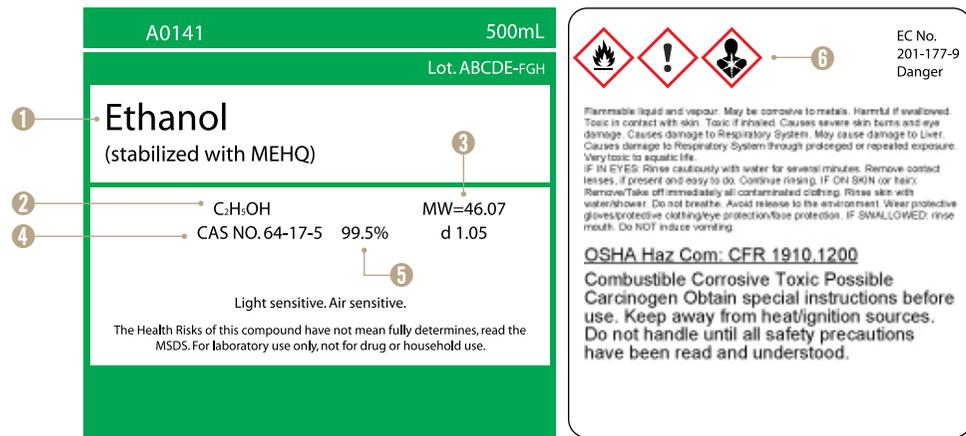
화학 약품을 보관하는 용기나 물질 자료에는 화학약품의 성질과 위험성을 사용자가 쉽게 파악할 수 있도록 그림 문자를 사용한다. 예전에는 나라마다 그림 문자 체계가 달라서 사용자가 혼란을 겪는 경우가 많았다. 화학물질의 분류와 표시의 기준과 방법을 국제적으로 통일시키기 위해 UN이 주도하여 만든 것이 GHS¹⁾이다. GHS 그림 문자는 9가지이며, 9가지 그림 문자를 이해하면 화학약품의 성질과 위험성을 쉽게 파악할 수 있다.

그림문자와 특징	해당 물질	특징	물질 예
 폭탄의 폭발	· 폭발성 물질 · 화약류 · 유기과산화물	· 대폭발 위험이 있음 · 화재 또는 분출 위험이 있음	
 불꽃	· 인화성 물질 · 자기반응성 물질 · 물반응성 물질	· 화재 위험이 있음 · 열, 스파크, 불꽃, 마찰에 노출되면 화재를 일으킬 수 있음	· 나트륨 · 메탄올 · 아세톤
 원 위의 불꽃	· 산화성 물질	· 화재 및 폭발 위험이 있음 · 접촉하면 피부와 눈에 화상을 입힘	· 과망가니즈산 칼륨 · 질산 암모늄 · 질산 은
 가스 실린더	· 고압 가스	· 폭발 위험 · 용기가 쓰러지면 폭발할 수 있음 · 용기가 가열되면 폭발할 수 있음	
 부식성	· 금속 부식성 물질 · 피부 부식성 물질	· 접촉하면 눈과 피부에 심각한 염증을 유발함 · 오랜 접촉은 심각한 조직손상을 가져옴	· 과산화 수소 · 나트륨 · 산화 칼슘
 해골과 X자형 뼈	· 급성독성	· 잠재적인 치명적인 성분 · 먹거나 흡입하면 몸에 심각한 치명적인 손상을 입을 수 있음	· 수산화 칼륨 · 염산 · 황산
 감탄 부호	· 피부과민성 물질 · 특정표적장기 전신독성 물질 · 급성독성 물질	· 피부와 접촉하면 유해할 수 있음 · 흡입하면 유해할 수 있음	· 과산화 수소 · 나프탈렌 · 메탄올
 건강 유해성	· 호흡기 과민성 물질 · 생식세포 변이원성 물질 · 특정표적장기 전신독성 물질	· 암을 일으킬 수 있음 · 호흡기계에 자극을 일으킬 수 있음 · 특정표적장기에 손상을 일으킴	· 과산화 수소 · 나프탈렌 · 메탄올
 환경	· 급성 수생환경 유해성 물질 · 만성 수생환경 유해성 물질	· 수생 생물에 매우 유독함 · 장기적 영향에 의해 수생 생물에 유독함	· 나프탈렌 · 수산화 암모늄 · 아이오딘

1) GHS (Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals) : 화학 물질의 분류 및 표지에 관한 세계 조화 시스템

1.3. 화학 약품 보관 용기의 레이블에 담긴 정보 이해하기

화학 약품 보관 용기에는 물질에 대한 다양한 정보가 포함된 레이블이 부착되어 있다. 레이블의 형태나 정보의 배열은 보관 용기마다 조금씩 차이가 있으나, 레이블에는 화학 약품에 대한 정보들이 포함되어 있기 때문에 레이블을 통해 화학 약품에 대한 정보를 쉽고 빠르게 파악할 수 있다.



1 물질 이름

화학 약품의 이름이 한글이나 영어로 표기 되어 있음

2 화학식

화학 약품의 화학식이 표기되어 있으며, 약품에 따라서 실험식, 분자식, 시정식의 다양한 형태로 표기되어 있음

3 화학식량

화학 약품 1몰의 질량을 나타내며, 대부분 분자량이 표기되어 있지만, 분자로 표기할 수 없는 물질들은 화학식량으로 통칭하여 표현함

4 CAS 등록 번호

현재까지 알려진 모든 화합물, 중합체 등을 기록하는 화학 물질의 고유 번호이며, 모든 화학 물질을 중복 없이 찾을 수 있도록 함

5 순도/농도

보관 용기에 담겨 있는 화학 약품의 순도나 농도 등을 표시함

6 그림 문자

화학 약품의 성질과 위험성을 사용자가 쉽게 파악할 수 있도록 그림 기호로 나타낸 것으로 GHS 그림 문자로 표기함



CAS 등록 번호

CAS (Chemical Abstract Service) 등록 번호는 미국 화학회(American Chemical Society)에서 운영하는 물질 등록 정보이며, 미국 화학회에 등록된 모든 화학 물질을 중복 없이 찾을 수 있도록 한다. 현재 CAS에는 1억2백만개 이상의 화학 물질이 등록되어 있으며, 매일 대략 15,000개 정도의 물질이 추가되고 있다. * CAS 번호 검색 : <http://www.cas.org>

1.4. 물질안전보건자료(MSDS) 들여다보기

물질안전보건자료(MSDS, Material Safety Data Sheet)는 화학 물질을 안전하게 취급하기 위하여 사용자에게 필요한 정보를 제공함으로써 화학 물질에 의한 산업 재해나 직업병을 예방하기 위한 자료이다. MSDS에는 화학 물질의 이름, 성분, 유해성, 위험성, 보관 방법, 다룰 때의 주의점, 필요한 보호구, 응급조치 등 물질에 관한 여러 가지 정보가 담겨 있다.

물질안전보건자료(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, 특정표적장기독성 물질, 흡인 유해성 물질 등
환경 유해성	수생 환경유해성 물질

물질안전보건자료(MSDS)에 포함되는 정보

구분	정보
화학제품과 회사에 관한 정보	제품명, 제품의 권고용도와 사용상의 제한 등
유해·위험성 정보	유해·위험성 분류, 예방조치문구를 포함한 경고표지 항목 등
구성 성분의 명칭 및 함유량	화학물질명, 관용명 및 이명, CAS 번호 또는 식별번호, 함유량
응급조치 요령	눈에 들어갔을 때, 피부에 접촉했을 때, 흡입했을 때 등
폭발·화재 시 대처방법	적절한 소화제, 화재 진압 시 착용할 보호구 및 예방조치 등
누출 사고 시 대처방법	인체 보호를 위한 조치사항 및 보호구, 정화 또는 제거방법 등
취급 및 저장방법	안전취급요령, 안전한 저장방법
노출방지 및 개인보호구	노출기준, 적절한 공학적 관리, 개인보호구 등
물리화학적 특성	외관, 냄새, 인화점, 인화 또는 폭발한계 상·하한, 자연발화온도 등
안정성 및 반응성	화학적 안정성, 유해반응의 가능성, 피해야 할 조건 등
독성에 관한 정보	가능성이 높은 노출경로에 대한 정보, 단기 및 장기노출에 의한 영향 등
환경에 미치는 영향	수생·육생 생태독성, 잔류성과 분해성, 생물 농축성 등
폐기시 주의사항	폐기방법, 폐기 시 주의사항
운송에 필요한 정보	유엔번호(UN No.), 유엔 적정 운송명, 운송 시의 위험등급 등
법적 규제 현황	산업안전보건법에 의한 규제, 화학물질관리법에 의한 규제 등
기타 참고사항	자료의 출처, 최초 작성일자, 개정횟수 및 최종 개정일자 등

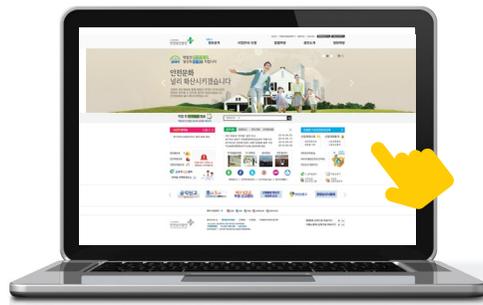
물질안전보건자료(MSDS)의 게시 및 비치

MSDS는 화학 약품을 취급하는 사람이 쉽게 보거나 접근할 수 있는 장소에 각 화학 물질별로 항상 게시하거나 갖추고 있어야 한다. 학교에서는 화학 약품을 가장 많이 다루는 약품실이나 준비실 등에 비치하거나 화학 약품의 사용이 빈번한 실험실 등에 비치하여야 한다.

물질안전보건자료(MSDS)에 대한 정보 검색

- 한국산업안전보건공단(<http://www.kosha.or.kr>)
- MSDS 포털사이트(<http://ilpi.com/msds/>)

Click Here !



tip 다양한 화학 약품 용기

화학 약품을 보관하는 데는 물질의 상태, 물질의 양, 반응성 등에 따라 다양한 용기가 사용된다. 용기와 반응을 하지 않는 화학 약품을 담는 것이 일반적이지만, 약품의 특성에 따라 달라질 수 있기 때문에 새로운 용기에 옮겨 담을 때는 물질의 특성을 미리 확인해야 한다.



화학 약품의 특성을 고려한 보관 용기 선택 사례

플루오린화 수소는 유리를 녹이므로 폴리에틸렌 병에 보관한다. 빛에 의해 영향을 받는 약품들의 경우는 갈색 병에 담아서 햇빛이 직접 들지 않는 곳에 보관한다.

tip GHS 도입 전과 후의 그림 문자 비교

구분	GHS 도입 전	GHS 도입 후
형태와 색깔이 변경된 것		
그림이 변경된 것		
새로 추가된 그림 문자		

※ 화학 물질의 분류 항목이 달라도 같은 그림 문자를 사용할 수 있음. 인화성 액체와 인화성 고체는 다른 분류 항목에 속하지만 GHS 그림 문자는 동일함

2

학교 화학약품의 보관 및 관리

2.1. 화학약품의 분류 및 보관

약품을 효율적으로 활용하고, 바르게 보관하기 위해서는 먼저 일정한 기준에 따라 분류하는 과정이 필요하다. 특히 유해 화학 약품을 ‘알파벳’ 순이나 ‘가나다’ 순 등으로 분류하여 저장하는 것은 절대로 안 되며, 물성이나 특성별로 저장하는 것이 원칙이다. 약품을 기준에 따라 일괄 분류한 후에는 활용의 효율성을 고려하여 그룹화 된 영역 내에서 ‘알파벳’ 순이나 ‘가나다’ 순으로 저장하는 것은 가능하다.

약품의 일반적인 분류

구분	분류	해당물질
무기 화합물	금속	마그네슘 리본, 마그네슘 가루, 알루미늄 가루, 알루미늄판, 아연 가루, 아연판, 철판, 철 가루, 니켈판, 주석, 납 가루, 납판, 구리판, 은판, 백금선 등
	비금속	황, 붉은인, 목탄 가루, 활성탄, 숯, 탄소봉, 석탄 가루 등
	산화물	산화 칼슘, 이산화 망가니즈, 산화 구리(II), 산화 철(II), 산화 아연, 산화 납, 과산화 나트륨, 과산화 바륨
	염화물	염화 나트륨, 염화 암모늄, 염화 철(II), 염화 코발트, 염화 칼슘, 표백분, 염화 아연, 염화 칼륨, 염화 마그네슘, 염화 스트론튬
	황산염	황산 철(II), 황산 칼슘, 백반(명반), 황산 아연, 황산 알루미늄, 황산 암모늄, 황산 바륨, 황산 마그네슘, 황산 나트륨, 아황산 나트륨, 아황산수소 나트륨, 싸이오황산 나트륨
	질산염	질산 칼륨, 질산 스트론튬, 질산 바륨, 질산 나트륨, 질산 칼륨, 질산 암모늄
	탄산염	탄산 나트륨, 탄산수소 나트륨, 탄산 칼슘, 탄산 칼륨, 탄산 암모늄
	황화물	황화 철(I), 황화 나트륨, 황화 수은, 이황화 비소
	무기일반	칼슘 카바이드, 붕산, 붕산 나트륨, 과망가니즈산 칼륨, 사이안화철(III)산 칼륨, 사이안화철(II)산 칼륨, 싸이오사이안산 칼륨, 브로민화 칼륨, 규산 나트륨, 소다 석회, 아이오딘산 칼륨
	유기 화합물	탄수화물
유기산염		아세트산, 주석산, 폼산, 옥살산, 시트로산(구연산), 타닌산, 살리실산, 아세트산 알루미늄
유지		야자유, 쇠기름, 올리브유, 피마자유, 아마유, 목랍
유기일반		나프탈렌, 디아스타제, 글리세린, 요소, 송진, 젤라틴, 장뇌
특수약품		리트머스, 페놀프탈레인, 네슬러 시약, 메틸 오렌지, 디페닐 아민, 몰리브데넘산 암모늄, 펠링 용액, 아이오딘화 칼륨 전분지, 질산 은, 수단(III) 용액, 메틸렌 블루
기타		초, 바세린, 파라핀, 페이스트, 글리스, 니스

위험물	수산화물	수산화 나트륨, 암모니아수, 수산화 칼슘(석회수), 수산화 칼륨, 수산화 바륨
	인화물	메탄올, 에탄올, 에틸 에테르, 벤젠, 가솔린, 석유, 아세톤, 석유 벤젠, 톨루엔
	독극물	과산화 수소, 폼알데하이드, 아이오딘, 아이오딘화 칼륨, 사이안화 칼륨, 나트륨, 칼륨, 수은, 염화 수은(II), 염화 바륨, 아세트산 납(II), 다이크로뮴산 칼륨, 다이크로뮴산 암모늄, 크로뮴산 칼륨, 클로로폼
	무기산	염산, 황산, 질산, 인산, 플루오린화 수소산

분리 보관이 필요한 화학약품

화학약품	분리시켜 보관하여야 하는 물질
아세트산(CH ₃ COOH)	질산(HNO ₃), 크로뮴산(H ₂ CrO ₄), 에틸렌 글리콜 ²⁾ (HOCH ₂ CH ₂ OH), 과산화물, 과염소산, 수산화기(-OH)를 가진 화합물
암모니아(NH ₃)	수은, 염산, 하이포염소산 칼슘(Ca(ClO) ₂), 아이오딘, 브로민, 플루오린화 수소산(HF)
과산화 수소(H ₂ O ₂)	구리, 크로뮴, 철, 대부분의 금속이나 금속의 염, 알코올, 아세톤, 유기 화합물, 가연성 물질
황화 수소(H ₂ S)	질산
알칼리 금속(Li, Na, K)	물, 이산화 탄소, 할로젠(플루오린, 염소, 브로민, 아이오딘)
수은(Hg)	암모니아, 에타인(아세틸렌(C ₂ H ₂))
질산(HNO ₃)	아세트산(CH ₃ COOH), 아닐린(C ₆ H ₅ NH ₂), 크로뮴산(H ₂ CrO ₄), 사이안화 수소산(HCN), 황화 수소(H ₂ S), 유기 물질, 가연성 물질(알코올 등)
옥살산((COOH) ₂)	은, 수은
과염소산(HClO ₄)	아세트산 무수물, 알코올, 종이, 나무, 비스무트(Bi)와 그의 합금
염소산 칼륨(KClO ₃)	황산 및 기타 산, 가연성 물질
황산(H ₂ SO ₄)	염소산 칼륨(KClO ₃), 과염소산 칼륨(KClO ₄), 과망가니즈산 칼륨(KMnO ₄)

tip 화학 약품을 분리 보관하는 이유

약품들이 상호 반응하여 위험한 상태를 유발하는 경우에는 서로 다른 별도의 장소에 보관하여야 한다. 어떤 약품들은 서로 혼합되는 경우 다량의 에너지를 방출하거나, 가연성 증기(기체) 또는 유독한 증기(기체) 등을 방출하여 위험을 초래한다. 산화제와 환원제는 서로 떨어져 있어야 하고, 반응의 개시제(initiator)는 단위체와 떨어져 있어야 하며, 산과 염기(알칼리)는 함께 두어서는 안 된다. 염산과 암모니아의 경우 아주 쉽게 반응하여 흰색의 고체 염화 암모늄을 생성한다.

²⁾ HOCH₂CH₂OH는 교과서 편수자료에서는 ‘에틸렌 글리콜’로 대한화학회는 ‘에틸렌 글라이콜’로 표기하고 있다.

2.2. 유해 화학약품들의 주요 특성

연소성

- 가연성 물질과 조연성 물질이 산화 반응에 의해 열과 빛을 수반하고 열의 이동과 기체의 흐름을 일으키는 현상을 '연소'라고 한다.
- 가연성은 물질이 연소하기 쉬운 성질을 말한다.
- 조연성은 물질이 연소하는데 도움을 주는 성질을 말한다.

인화성

- 액체를 가열하면 증발하거나 분해되어 증기나 가스가 발생한다. 이 증기나 가스가 가연성일 경우 화기에 접근하면 착화하여 연소하게 되는데, 이를 '인화'라고 한다.



인화성 물질과 가연성 물질의 구분 기준

국제적으로 인화점이 100°F(37.8°C) 이하일 경우 인화성 물질, 100°F(37.8°C) 이상일 경우 가연성 물질로 분류하고 있다.

발화성

- 공기 중에서 가연성 물질을 가열할 때 화염, 전기불꽃 등의 접촉 없이도 자발적으로 연소가 일어나 계속 유지되는 것을 '발화'라고 한다.
- 발화가 일어나는 최저 온도를 '발화점'이라 하며, 발화점은 그 자체가 가열되어 발화하는 온도로서 '착화점'이라고도 부른다.

폭발성

- 폭발은 '화학적 폭발'과 '물리적 폭발'로 나뉜다.
- 화학적 폭발은 격렬한 연소 상태를 말하며, 가스 폭발, 유증기 폭발, 분진 폭발, 화약류의 폭발 등과 산화, 중합, 분해 등의 급격한 발열 반응을 동반한다.

유독성

- 유독성을 지닌 화학 물질은 주로 경구, 접촉 및 흡입의 3가지 경로를 통해 피하, 폐, 피부, 근육, 정맥 내로 침투하고 자극, 질식, 마취 등을 유발한다.
- 유독성 물질의 특성에 따라 기관 세포에 결합해 신경계, 간, 신장, 폐, 소화기, 호흡기 등의 장애를 일으키고 암을 유발할 수 있다.

조해성

- 공기 중의 수분을 흡수하여 스스로 녹는 성질을 '조해성'이라고 한다.

풍해성

- 물 분자와 결합되어 있는 물질을 공기 중에 방치하면 물 분자를 잃고 분말로 되는 현상을 '풍해성'이라고 한다.

약품의 성질에 따른 보관 방법

약품의 성질	보관 방법	해당 물질
흡수성이 있는 것	마개를 밀봉	수산화 나트륨, 백반, 염화 칼슘, 수산화 칼륨, 염화 마그네슘
변질성이 있는 것	마개를 밀봉 (리트머스 종이는 병에 넣고 마개를 꼭 막음)	석회수, 리트머스 종이
휘발성이 있는 것	유리마개를 사용하여 밀봉	아이오딘, 아세트산
	고무마개를 사용하여 밀봉	메탄올, 에탄올, 에테르, 나프탈렌
햇빛에 의해 변질되는 것	갈색 병에 넣거나 약품 병을 검은 종이로 가림	나프탈렌, 암모니아수, 과망가니즈산 칼륨, 아이오딘 용액
인화성이 있는 것	마개를 밀봉하고 화기를 가까이하지 않음 일정한 장소에 따로 보관	에테르, 메탄올, 에탄올, 석유, 아세톤
코르크 마개를 부식시키는 것	유리마개 사용	염산
유리마개가 달라붙어 잘 빠지지 않는 것	고무마개를 하고 파라핀을 칠해둠	수산화 나트륨
탄소나 황의 분말을 섞어 마찰하면 폭발 위험성이 있는 것	탄소, 황, 유기물과 섞이지 않게 각각 단독으로 다른 병에 보관	과망가니즈산 칼륨, 염소산 칼륨, 질산 칼륨
극약	약품장의 별도 칸에 보관하거나 별도의 캐비닛에 넣어 보관하되 반드시 이중 잠금 장치를 하여 보관	염산, 수산화 나트륨, 암모니아수, 아이오딘, 아이오딘화 칼륨, 황산 구리(II), 과산화 수소, 아세트산, 메탄올, 나프탈렌



이중 잠금 장치의 의미

두 번의 잠금 해제 과정을 거쳐야 목표물에 도달 할 수 있는 것을 의미한다. 예를 들어 실험 준비실의 잠긴 문을 열고 그 안에 설치된 약품 보관장의 잠금 장치를 해제해야 접근할 수 있다면 이중 잠금 장치이며, 약품 보관장 자체에 두 번의 잠금 해제 장치를 설치하는 것도 같은 의미로 해석 할 수 있다.

2.3. 화학 약품의 보관장

화학 약품은 특성에 따라 별도의 보관장에, 별도의 칸에 보관해야 한다. 기본적으로 화학 약품장은 서늘한 장소에 위치해 약품 용기의 내부 압력이 상승하지 않도록 한다. 유리로 된 캐비닛은 배출용 환기구가 부착된 것을 사용한다. 어떤 약품이든지 잠금 장치가 없이 실험대 선반 등 외부에 그대로 보관해서는 안 된다.

일반 약품 보관장

- 화학 약품들 중에서 위험성이 현저히 낮고 약취나 유해 증기 등이 발생하지 않는 일반 약품들의 경우는 단순 보관용 약품장에 보관할 수 있다.
- 일반 약품 보관장은 철제보다는 목재로 되어있고, 전면에 유리창과 더불어 2~3칸의 선반으로 구성된 장을 활용 할 수 있다.
- 선반에는 약품 용기가 떨어지지 않도록 낙하 방지 가드를 설치해야 한다.
- 위험성이 낮다고 하더라도 반드시 잠금 장치와 환기 장치를 갖추는 것이 좋다.



낙하 방지 가드가 설치된 약품 보관장

밀폐형 환기식(필터식) 약품장

- 실험실 내에 유해 화학 약품을 보관할 경우, 밀폐되고 배기 장치가 설치된 밀폐형 환기식(필터식) 약품장에 보관 해야 한다.
- 유해 화학 약품들은 인체에 직접적인 영향을 미치기 때문에 밀폐형 환기식(필터식) 약품장 내에는 화학 약품의 물질의 증기가 머무를 수 없는 성능 및 구조를 갖추어야 한다.
- 필터가 장치된 경우에는 정기적으로 교체하여야 한다.
- 유해 화학 약품은 물성이나 특성별로 저장하는 것을 원칙으로 하며, '알파벳'순 또는 '가나다'순 등 이름 분류로 저장하지 않는다.
- 상호 반응할 수 있는 유해 화학 약품은 함께 보관하지 않으며, 유리병에 저장된 것은 캐비닛 선반의 하단에 보관 하여 사용할 때에 떨어뜨리는 위험성을 사전에 예방한다.
- 밀폐형 환기식(필터식) 약품장에 보관해야 하는 화학 물질은 산, 염기, 약취 발생 물질 등 주로 인체에 유해한 증기를 발생시키는 것들이다.
 - ※ 산과 염기를 동시에 보관하면 중화 반응에 의한 발열 가능성이 있고, 부식성에 의한 구조 약화가 우려되므로 부식방지 처리가 된 캐비닛을 활용하여 보관하는 것이 좋다.

가연성 물질 전용 보관장

- 인화성 및 가연성 물질 전용 보관장은 내화 성능(일반적으로 철제)을 필수적으로 갖추어야 하며, 약품장 전면에 유리를 설치하는 경우 열을 차단 할 수 있는 방화 유리이어야 한다.
- 인화성 액체 물질 및 가연성 물질은 전용 보관장을 사용하는 것이 바람직하다.



일반 약품 보관장



밀폐형 환기식(필터식)약품장



가연성 물질 전용 보관장

밀폐형 환기식(필터식) 약품장

산			
염산 (HCl)	인산 (H ₃ PO ₄)	질산 (HNO ₃)	황산 (H ₂ SO ₄)
염기			
수산화 나트륨 (NaOH)	수산화 바륨 (Ba(OH) ₂)		
수산화 칼륨 (KOH)	수산화 칼슘 또는 석회수(Ca(OH) ₂)		
위험이 높은 무기 화합물			
과망가니즈산 칼륨 (KMnO ₄)	과산화 수소 (H ₂ O ₂)	아이오딘 (I ₂)	
아이오딘산 칼륨 (KIO ₃)	아이오딘화 칼륨 (KI)	질산 은 (AgNO ₃)	
질산 칼륨 (KNO ₃)	크로뮴산 칼륨 (K ₂ CrO ₄)	다이크로뮴산 칼륨 (K ₂ Cr ₂ O ₇)	
금속			
나트륨(소듐) (Na)	리튬 (Li)	마그네슘 (Mg)	칼륨 (포타슘) (K)

tip 실험실용 냉장고

- 유해 화학 약품을 일반 냉장고에 보관하면 안 되며, 유해 화학 약품을 저장할 수 있는 실험실 용도의 냉장고에 보관해야 한다.
- '유해 화학 약품 표지'를 붙여 가능한 한 짧은 기간 동안 보관하며, 음식물 등을 함께 보관해서는 안 된다.
- 자연 발화성 물질의 경우 내부 온도를 상온보다 낮게 적절하게 유지시킬 필요가 있고, 온도의 영향으로 쉽게 변화하는 약품들의 경우에도 냉장 보관을 해야 하므로 전용 냉장고가 필요하다.



화학 약품의 보관장에 따른 약품 분류(예시)

보관장 유형	화학 약품 분류		
상단 ↑	산	염산(HCl) 인산(H ₃ PO ₄)	질산(HNO ₃) 황산(H ₂ SO ₄)
	염기	수산화 나트륨(NaOH) 수산화 바륨(Ba(OH) ₂)	수산화 칼륨(KOH) 수산화 칼슘(Ca(OH) ₂) 또는 석회수
밀폐형 약품장	위험이 높은 무기 화합물	과망가니즈산 칼륨(KMnO ₄) 과산화 수소(H ₂ O ₂) 아이오딘(I ₂) 아이오딘산 칼륨(KIO ₃)	아이오딘화 칼륨(KI) 질산 은(AgNO ₃) 질산 칼륨(KNO ₃) 크로뮴산 칼륨(K ₂ CrO ₄) 다이크로뮴산 칼륨(K ₂ Cr ₂ O ₇)
		금속	나트륨(소듐)(Na) 리튬(Li)
하단 ↓	가연성 물질 전용 보관장	아세트론(CH ₃ COCH ₃) 아세트산(CH ₃ COOH) 암모니아수(NH ₄ OH) 에탄올(C ₂ H ₅ OH)	나프탈렌(C ₁₀ H ₈) 메탄올(CH ₃ OH) 프로판올(C ₃ H ₇ OH) 헥세인(C ₆ H ₁₄)
		무기 화합물 유기 화합물 (위험성이 낮은 고체 약품)	산화 칼슘(CaO) 아황산수소 나트륨(NaHSO ₃) 염화 구리(II)(CuCl ₂) 염화 암모늄(NH ₄ Cl) 염화 칼슘(CaCl ₂) 염화 코발트(II)(CoCl ₂) 이산화 망가니즈(MnO ₂) 질산 암모늄(NH ₄ NO ₃) 질산 구리(II)(Cu(NO ₃) ₂) 질산 나트륨(NaNO ₃)

※ '가연성 물질 전용 보관장'이 없는 경우 '밀폐형 약품장'에 보관할 수도 있지만, 장기적으로 '가연성 물질 전용 보관장'을 구비하기 위한 노력이 필요함

3 실험실 폐수, 폐시약, 지정폐기물 관리

3.1. 실험실 폐수의 처리 기준 및 관리 절차

실험실에서는 사용하고 남은 시약들과 폐기물들이 발생한다. 성질이 다른 잔류 시약들이 한 곳에 모이면 폭발, 열, 유해 가스 등이 발생하여 사고로 이어질 수 있다. 따라서 실험실에서 발생한 실험실 폐수, 폐시약, 지정폐기물들의 의미를 알고 절차에 맞게 분류하여 수집 및 배출하여야 한다.

폐수 처리를 위해 학교에서 해야 할 일

- 실험실 폐수 처리 계획 수립 및 관리체계를 강화한다.
- 실험실 폐수 관리대장을 작성하고 관리한다.(서식1, 31쪽)
- 월 1회 이상 실험실 폐수 처리 자체 점검표를 작성하고 관리한다.(서식2, 31쪽)

실험실 폐수³⁾의 처리 절차

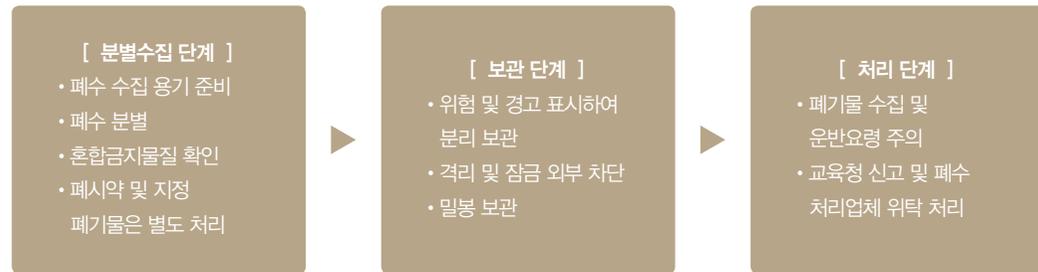
학교는 폐수 발생 단계에서 처리 단계까지 폐수 관리대장을 기록 및 비치하고, 안전하게 관리하여야 한다. 학교가 자체적으로 수질 오염방지시설을 운영하거나, 학교 자체계획에 의해 폐수를 위탁·처리한 학교도 시·도교육청에 결과 보고한다.



< 실험실 폐수 처리 절차 >

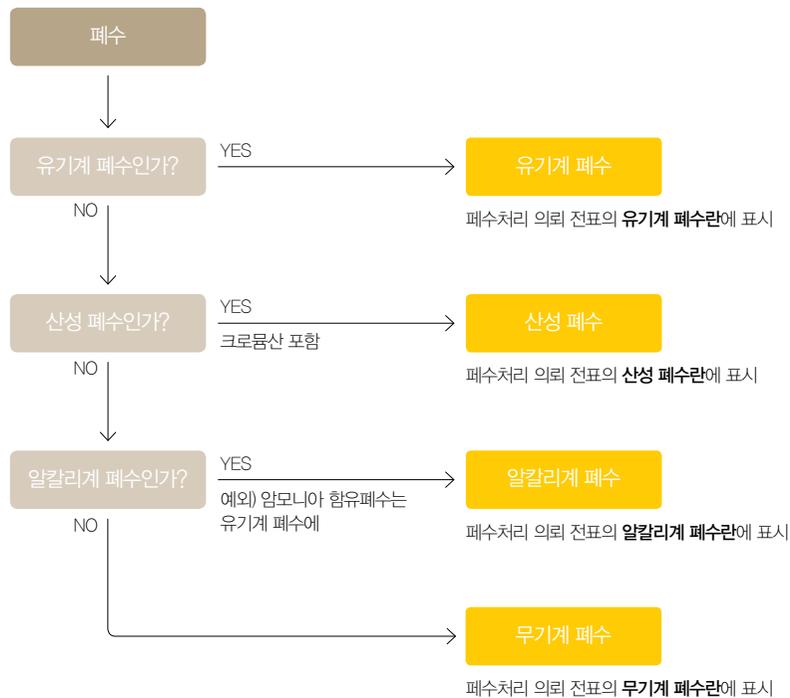
3) 근거 : 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제2조 7호, 8호, 10호, 동법 시행규칙 제3조, 4조, 6조

3.2. 실험실 폐수의 관리 방안



분별 수집 단계

- **분별 수집 단계**
 - 폐수의 성분(유기계, 산성, 알칼리계, 무기계)에 따라 분류하여 지정 용기에 분별하여 수집할 수 있도록 플라스틱 용기를 학교별로 필요한 만큼 준비하여 사용한다.
 - 수집 용기에 눈에 잘 띄는 색으로 경고(위험)문구와 내용물의 성질과 상태, 주의사항 등을 명기하여 일반 용기와 구별될 수 있도록 한다.
- **폐수 분별 수집 요령**
 - 폐수는 일차적으로 다음 그림과 같이 종류별로 분류하여 수집하고, 같은 종류라도 혼합해서는 안 되는 물질을 동일한 폐수 저장 용기에 섞어서는 안 된다.



- 실험하고 남은 폐수를 버릴 통에 붓는 과정에서 샬 수가 있으므로 깔때기를 사용한다.



- 위험한 반응성 및 폭발성의 물질은 별도의 용기에 수집한다.
- 폐수 중에 침전물, 고형물 등은 반드시 제거한 후 수집 용기에 넣는다(장갑, 병, 휴지 등).
- 독성이 강한 물질, 배출 허용기준이 낮은 물질(수은, 카드뮴, 6가 크로뮴 등)을 함유하고 있을 때는 3회 이상의 세척 폐수도 수집해야 한다.
- 폐기물(중금속, 강산, 강염기 등)이 폐수에 포함되어 폭발 등 안전상 중대한 문제가 초래되는 경우에는 폐수 수집 용기에 수집하지 않고, 별도의 용기 자체를 전문수탁업체를 통해 처리한다.

tip 폐수 분별 수집 전 혼합금지물질 확인하기

어떤 약품들은 상호 반응하여 위험스러운 상태를 유발할 수 있기 때문에 서로 다른 폐수 수집 용기에 모아야 한다. 예를 들어 아세트산은 무기산과 혼합금지물질로 무기계 산 폐수 수집 용기에 보관해서는 안 된다. 폐수 분별 수집 전에는 반드시 물질안전보건자료(MSDS)를 확인하여 위험 여부를 확인하도록 한다.

폐수 보관 단계

- 눈에 잘 띄게 일반 용기와 구별되도록 보관
 - 실험실 폐수 수집 용기는 위험을 알릴 수 있도록 색깔별로 구분하여 일반 용기와 구별되도록 보관한다.
 - 경고(위험)문구와 내용물의 성질과 상태 등을 명기하여야 하며, 담당 관리자와 전화번호를 기록하는 것도 좋다. 또 특별히 주의해야 할 폐수인 경우에는 주의사항을 추가로 기록하도록 한다.
- 학생들의 손이 닿지 않도록 격리 보관
 - 실험실 폐수는 관리자 외 접근 불가능한 격리된 공간에 잠금 장치를 마련하여 보관·관리한다.
 - 과학 실험실이나 실험 자료실 내에 폐수(폐시약) 수집 용기를 보관하지 않도록 하며, 보관 시설 내에서 누출, 혼합되어 위해성이 증가할 수 있는 경우에는 함께 보관하지 않는다.
- 누출되거나 증발하지 않도록 보관
 - 실험실 폐수 수집 용기의 뚜껑은 확실히 닫아 누출되지 않도록 주의해야 한다. 이때 유출이나 악취가 발생하지 않도록 2중 마개로 닫는 것이 좋으며, 안전한 보관을 위해 필터가 장착된 수집 용기를 사용하는 것도 좋다.

- 폐수 수집 용기와 별도로 보관하는 폐시약, 지정폐기물의 경우에도 뚜껑을 확실히 밀봉하여 누출되지 않도록 보관해야 한다.
- 직사광선을 피하고 통풍이 잘 되는 곳에 보관한다.

tip 폐수 수집 용기의 잘못된 보관 사례



잠금 장치 없이 실험실 내에 보관하는 사례(X)



접근제한, 경고(위험)문구 및 내용물 표기 없이 보관하는 사례(X)

tip 안전한 폐수 수집 용기 보관을 위한 필터 장착

필터가 장착된 폐수 수집 용기를 사용하면 용기 내에 압력이 차는 것을 방지하고, 실내 공기 오염을 최소화할 수 있다.



폐수 처리 단계

- 폐수 운반 요령⁴⁾
 - 폐수 수집 용기는 운반 및 용량 측정이 용이하도록 플라스틱 용기를 사용한다.
 - 수집 용기 외부에는 관리자와 연락처, 특성 및 주의사항을 기록한 폐기물 표지를 붙인다.
 - 폐수 수집 용기를 운반할 때는 손수레와 같은 안전한 운반도구를 이용한다.
 - 폐수 수집 용기를 운반할 때는 2인 이상이 개인 보호 장구를 착용하고 운반한다.
- 폐수 위탁 처리 요령
 - 초·중학교와 연간 폐수 발생량이 적은 고등학교는 교육청 계획에 따라 폐수 처리 전문업체에 의해 일괄 수거·위탁 처리한다.
 - 연간 폐수 발생량이 많은 고등학교에서는 자체계획을 세워 수질 오염방지시설을 설치하거나 폐수 처리 전문업체와 계약을 맺어 폐수를 전량 위탁 처리하여야 한다.

4) 근거: 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제2조 7호, 8호, 10호, 동법 시행규칙 제3조, 4조, 6조

tip 폐수를 전량 학교 자체 위탁 처리하는 경우 준수사항

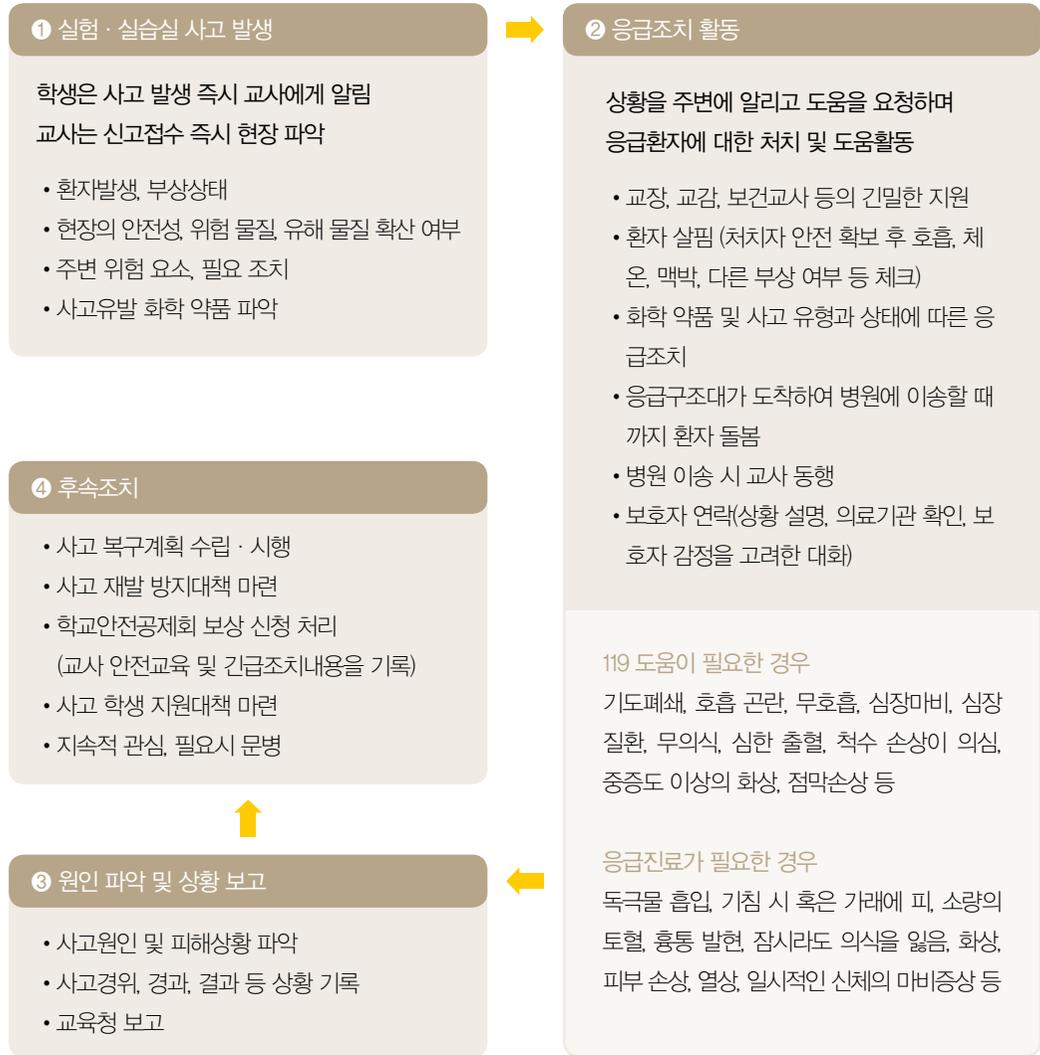
- 발생된 폐수는 전문 폐수 처리업자 등에게 위탁 처리한다.
 - 폐수위탁은 위탁처리 할 수 있는 폐수로 한정한다.
 - 학교에서 발생하는 위탁처리 할 폐수의 일일최대발생량을 기준으로 5일분 이상을 성상별로 보관할 수 있도록 저장시설을 설치하고 그 양을 알아볼 수 있는 계측기(간이측정자·눈금 등)를 부착한다.
 - 성상이 서로 다른 폐수를 혼합 보관하지 않도록 주의한다.
 - 폐수수탁처리업자와 폐수인계·인수를 하는 경우에는 폐수(위)수탁확인서를 작성하여 서로 기명날인한 후 3년간 보관하여야 한다.
 - 학교에 폐수수탁처리계약서를 갖추어 두어야 한다.
 - 폐수수탁처리업의 등록을 한 자가 휴업, 폐업 또는 행정처분에 따른 영업의 일시정지 등을 통보받은 경우에는 새로 폐수수탁처리업의 등록을 한 자에게 폐수를 위탁하여 처리하는 등 적절한 대책을 마련한다.
 - 매년 위탁처리폐수에 대한 폐수성상별 위탁물량 및 폐수수탁처리업소 등에 관한 사항을 시·도 교육청(교육지원청)에 보고한다.

※ 폐수 및 폐기물 수탁처리업체 안내 : [한국산업수처리협회\(http://kwta.or.kr\)](http://kwta.or.kr)

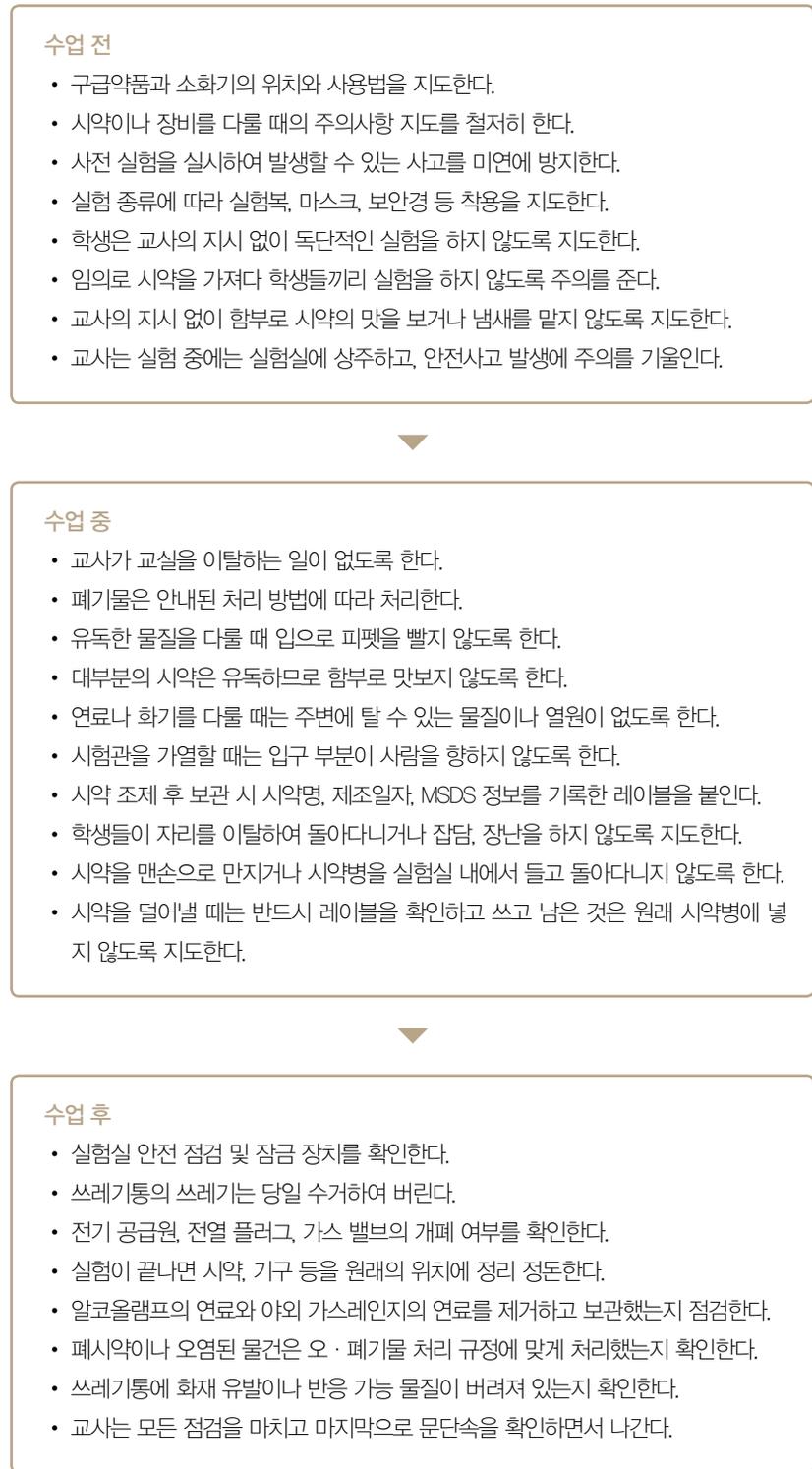


4 화학 약품에 의한 안전사고 대응체계와 유형별 대처방안

4.1. 화학 약품에 의한 안전사고 대응체계



4.2. 사고예방을 위한 실험수업 과정별 조치



4.3. 화재가 났을 때

사고 사례 유형

- 자연발화하기 쉬운 물질이 다른 인화성 물질과 함께 쓰레기통에 버려지는 경우
- 알코올램프를 부주의하게 다루 쓰러뜨리거나, 불이 켜진 채 연료를 주입하는 경우

사고 예방을 위한 조치

- 화재를 유발하는 물질
 - 인화성 물질(아세톤, 메탄올, 에탄올, 에테르 등): 마개를 꼭 막아 어두운 곳에 이중 잠금 장치가 있는 곳에 보관한다.
 - 자연발화성 물질(붕은인, 흰인 등): 밀폐 보관하며, 뒤처리 시 휴지 등에 묻은 경우 소각 처리한다.
 - 알칼리 금속(리튬, 나트륨, 칼륨 등): 물과의 접촉을 피하여 석유 속에 보관한다.
 - 대부분의 질산염, 과망가니즈산, 다이크로뮴산, 과산화 수소 및 무기 과산화물 및 그 염류: 가열, 충격, 마찰과 인화성 물질과의 접촉을 피한다.
 - 뷰테인 가스통, 석유통, 점화기 충전가스통 등: 충격을 피하고 다 사용하고 나면 용기에 구멍을 뚫어 잔류 가스를 배출한 후 버린다.
- 알코올램프의 사용과 관리
 - 연료를 4/5이상 채우지 않고 사용한다.
 - 연료 보충 시 불이 꺼진 상태에서 갈때기를 사용한다.
 - 사용 후 연료를 제거하고 보관한다.
 - 연료는 에탄올을, 점화는 점화기를, 심지는 애자에 맞는 것을 사용한다.
 - 알코올램프를 끌 때 : 뚜껑으로 한번 끈 다음 다시 열어서 액화된 알코올을 증발시킨 후 덮는다.

응급 대처 요령

- 가연물(목재, 종이 등)에 의한 화재: 물, 소화기(분말, 포말, 산 염기)로 소화시킨다.
- 유류(휘발유, 등유, 경유, 중유 등)에 의한 화재: 물을 사용해선 안 되고, 불에 안 타는 물건으로 한 번에 완전히 덮어 끄거나, 제빵 소다, 모래, 흙, 소화기(포말, 분말, CO₂, 강화액, 할로젠 화합물) 등으로 소화시킨다.
- 금속(칼륨(K), 나트륨(Na), 마그네슘(Mg), 철분(Fe), 아연(Zn) 등)에 의한 화재: 물을 사용해서는 안 되며 소화기(분말, CO₂, 할로젠 화합물)로 소화시킨다.
- 가스에 의한 화재: 소화기(분말, CO₂, 할로젠 화합물)로 소화시킨다.
- 물과 잘 섞이는 용매(알코올이나 아세톤 등)에 의한 화재: 불에 안 타는 물건으로 한 번에 완전히 덮어 끄거나 이산화 탄소 소화기로 소화시킨다.
- 초기 진압이 어려울 때: 신속히 사람들을 대피시키고, 119에 신고한다. 화재가 발생한 곳은 문을 닫아 연소의 확대를 방지하며 화재경보 사이렌을 울린다.

4.4. 약품에 의해 화상을 입었을 때

사고 사례 유형

- 격렬한 반응에 의한 분출물이나 폭발물이 얼굴이나 피부로 뿜어지는 경우
- 불붙은 채로 화기를 이동하거나, 불꽃이 약해 꺼진 줄 알고 연료를 보충하는 경우

사고 예방을 위한 조치

- 밀폐된 용기의 가열 실험을 하지 않도록 한다.
- 화기를 다루거나 반응이 활발한 실험 시 보호장구를 착용한다.
- 비상 샤워기 및 눈세척기 등을 구비하여 사고에 대비한다.
- 연료 보충 시에는 불이 완전히 꺼졌는지 확인하고 보충한다.
- 폐수 및 폐시약은 특성과 지침에 따라 처리한다.
- 토치 사용 실험 후 노즐 부위는 충분히 식을 때까지 만지지 않도록 한다.
- 산을 묽히고, 염기를 녹일 때 다량의 물에 약품을 가하여 열의 발생으로 유리기구가 깨지거나 물이 튀어 오르지 않도록 한다.
- 토치를 사용 시에는 주변의 가연성 물질을 제거하며, 연료가 새는지 확인하고 조작자 근처에 다른 사람이 가까이 가지 않도록 한다.

응급 대처 요령

- 피부의 화상
 - 몸에 묻은 약품을 제거한 후 오염된 부위는 찬물로 20분 이상 씻는다.
 - 약품에 오염된 의류는 벗겨 흐르는 물로 씻어내고 장신구는 제거한다.
 - 피부에 생긴 수포는 터트리지 않으며, 몸에 들러붙은 옷은 제거하지 않는다.
 - 약품으로 오염된 보안경을 약품을 완전히 세척한 후 사용한다.
 - 화상 부위는 건조한 소독 드레싱으로 덮거나 깨끗한 수건 등으로 감싸고 즉시 병원으로 이송한다.
- 눈의 화상
 - 각막 손상 우려가 있으므로 절대 문지르지 않는다.
 - 다량의 물, 낮은 수압의 부드러운 물줄기로 씻는다. (산: 5분, 염기(알칼리): 10~20분)
 - 물 이외 다른 물질로 눈을 씻거나 넣지 않으며 손상 받지 않은 다른 눈에 화학 물질이 들어가지 않도록 조심한다.
 - 부드러운 재질로 안대를 한 뒤 즉시 병원으로 이송한다.

4.5. 입으로 들어갔을 때

사고 사례 유형

- 약품의 맛을 보거나, 특성을 비교하기 위하여 먹는 경우
- 빨대 사용 시 호흡의 실수 또는 피펫으로 액체를 직접 입으로 빨아올리는 경우

사고 예방을 위한 조치

- 화학 물질은 단순한 호기심으로라도 절대 먹지 않도록 사전 지도한다.
- 실험 시 물질이 튀거나 분출물 발생이 예상되는 경우 마스크와 보안경을 착용하도록 한다.
- 빨대 사용 시 호흡 조절을 잘하며, 피펫은 반드시 피펫 필러를 끼워 사용하도록 한다.

응급 대처 요령

- 공통적인 대처
 - 입과 입안을 씻고 다량의 물이나 우유를 마시게 하되 억지로 토하게 하지 않는다.
 - 보건교사의 도움을 받아 전문가의 진료를 받도록 한다.
 - 인공 호흡이 필요한 경우 머리를 뒤로 젖혀 호흡의료장비를 사용한다.
- 들어간 약품의 종류에 따른 대처
 - 대부분의 금속, 대부분의 염 등 : 불편함을 느끼면 의료기관(의사)의 진찰을 받는다.
 - 대부분의 산, 염기, 과산화물, 독극물, 유기 용매, 분말로 된 물질, 흡수성 물질 등
 - ▶ 치료센터에 도움을 청하고 응급구조대를 불러 전문가의 도움을 받도록 한다.
 - ▶ 진료 시 원인 물질의 용기를 가지고 가며, 아무것도 먹이지 않는다.
 - ▶ 환자가 구토를 하는 경우, 질식하지 않도록 구부려서 옆으로 눕게 한다.
 - 과산화 수소, 메틸렌 블루, 에탄올, 염소산 나트륨, 염화 마그네슘, 염화 칼륨, 아이오딘화 칼륨, 이산화 망가니즈, 질산 은, 페놀프탈레인 등 : 전문가의 자문을 받아 조치를 취한다.

4.6. 호흡(흡입)했을 때

사고 사례 유형

- 약품이 든 병을 옮기다 떨어뜨려 휘발성 액체가 다량으로 바닥에 퍼진 경우
- 기체가 발생하는 실험을 하거나, 가열하여 물질의 상태가 변하는 경우

사고 예방을 위한 조치

- 시험관 가열시 입구 부분이 사람을 향하지 않도록 한다.
- 약품 취급 시 용기를 떨어뜨리지 않도록 주의하고 안전장비를 사용한다.
- 유해기체 발생 실험 시 마스크를 착용하고 창문을 열어 후드 장치에서 실험한다.
- 기체의 냄새는 코를 직접 기체에 대지 않고 손으로 바람을 일으켜 멀리서 맡을 수 있도록 지도한다.

응급 대처 요령

- 공통적인 대처
 - 기체가 발생하는 활동을 멈추고, 오염된 공기를 신선한 공기로 환기한다.
 - 환자의 상태를 살펴 보건교사의 도움을 받아 전문가의 진료를 받도록 한다.
 - 인공호흡이 필요한 경우 머리를 뒤로 기울여 호흡의료장비를 사용한다.
 - 구토가 있을 경우 질식하지 않도록 환자를 옆으로 눕게 한다.
- 흡입 약품 종류에 따른 대처
 - 대부분의 산, 염기, 과산화물, 염화물, 질산염, 분말로 된 물질 등 :
 - ▶ 응급구조대를 불러 긴급의료조치를 받게 한다.
 - ▶ 따뜻하고 안정되게 하며 산소를 충분히 공급한다.
 - 벤젠, 아이오딘, 에탄올, 알루미늄, 메탄올, 아세톤, 메틸 오렌지, 메틸렌 블루 등 : 전문가의 자문을 받아 조치를 취한다.

4.7. 눈에 들어갔을 때

사고 사례 유형

- 학생이 장난치면서 시약을 흘뿌리는 경우
- 액체 시약에 약품을 넣을 때 액체 시약이 튀어 오르거나, 떨어지는 약품이 바람에 날리는 경우

사고 예방을 위한 조치

- 보호 장비를 착용하며 콘택트렌즈는 빼고 실험에 임하도록 지도한다.
- 위험 물질(산, 염기 등)의 임의 사용 금지, 위험 정보, 취급요령 지도를 철저히 한다.
- 사전 실험을 통하여 발생할 수 있는 위험에 사전대비를 한다.
- 금속 분말은 반응성이 커서 위험하므로 분말이 아닌 작은 조각 상태로 실험을 한다.
- 폭발이나 분출이 되는 실험(알칼리 금속, 과산화 수소 등)은 안전거리를 확보한다.

응급 대처 요령

- 대부분의 물질
 - 눈 주위의 물질을 닦아내고 눈을 몇 분간 물로만 조심스럽게 씻는다.
 - 알갱이일 경우 20분 정도 씻고, 다른 눈에 화학 물질이 들어가지 않도록 한다.
 - 눈을 절대로 문지르지 말고, 전문가에게 보여 의학적인 조언과 조치를 받는다.
 - 눈에 알갱이가 박혀 있을 경우 절대 현장에서 제거하지 말고 종이컵, 수건 등으로 고정 후 병원으로 신속히 이송한다.

tip 비상 눈세척기 사용법 및 주의사항

- 비상 시 눈세척기의 손잡이를 누른다.
- 노즐을 직접 눈에 대지 말고 콧등으로 흘러가도록 해 화학 약품을 세척한다.
- 충분한 세척 후 손잡이로 물을 멈추고 전문가의 치료를 받는다.
- 갑자기 수압이 변하기도 하므로 일정한 주기로 수압을 조절한다.
- 세균 등의 번식을 막기 위해 눈세척기를 주기적으로 점검한다.



비상 눈세척기

4.8. 피부에 닿았을 때

사고 사례 유형

- 약품을 무심코 직접 만지는 경우
- 화학 반응 물질이 용기 밖으로 넘쳐 급히 치우는 경우

사고 예방을 위한 조치

- 보호 장비를 착용하며 약품을 함부로 손으로 만지거나 가져가지 않도록 한다.
- 높거나 낮은 온도의 물질을 다룰 때는 장갑을 끼 피부에 닿지 않도록 한다.
- 반응 물질이 용기 밖으로 넘치는 실험은 다른 용기 속에서 실험하여 책상 등으로 유출되지 않게 하고 손에 묻지 않도록 유의한다.
- 폭발이나 파편이 예상되는 약품은 폭발 방지를 위하여 뚜껑을 완전히 밀폐하지 않고 적절한 방법에 따라 보관한다.

응급 대처 요령

- 대부분의 물질
 - 즉시 흐르는 물에 피부를 충분히(15~20분) 씻어준다.
 - 작은 상처라도 방치하지 말고 반드시 전문가의 진료를 통하여 치료를 받도록 한다.
 - 차거나 뜨거운 물질이 닿았을 경우 물을 이용하여 피부를 빠르게 정상 체온으로 되돌린다.
 - 오염된 옷과 신발을 제거하고 오염 물질을 완전히 제거하여 사용한다.
 - 약품이 묻은 파편이 몸에 박히면 제거하지 않고 즉시 병원으로 이송한다.
- 강한 산이 묻었을 경우
 - 많은 양의 물로 충분히 씻고 피부는 묽은(0.1 M) 암모니아수 또는 묽은(1%) 탄산수소 나트륨 수용액으로, 옷은 0.1 M 암모니아수로 중화한다.
- 강한 염기가 묻었을 경우
 - 많은 물로 충분히 씻고 피부와 의복을 0.1% 아세트산 용액으로 중화한다.

tip 비상 샤워기 사용법 및 주의사항

- 비상 시 손잡이를 잡아당긴다.
- 충분히(최소 15~30분) 화학 약품을 세척한다.
- 화학 물질이 묻은 옷은 벗고, 사용 후 손잡이를 밀어 올린다.
- 계속 물이 쏟아져 내리므로 비상시에만 사용한다.
- 비상 샤워기 앞에 장애물을 쌓아두지 않는다.



비상 샤워기 및 눈세척기

4.9. 누출 사고가 일어났을 때

사고 사례 유형

- 시약 조제 시 시약을 쏟거나, 떨어뜨려 시약병이 깨지는 경우
- 실험 또는 화학 약품 보관 시 용기 내외의 압력차로 용기가 깨지는 경우

사고 예방을 위한 조치

- 실험 폐수는 반드시 지정된 저장 용기에 폐기한다.
- 폭발 가능성이 있는 물질의 보관과 관리를 철저히 한다.
- 위험한 물질을 다룰 때는 보호 장비를 착용하고 학생들끼리 실험하지 않게 한다.
- 화학 약품 보관은 반드시 잠금 장치를 설치하여 학생이 임의로 못 만지게 한다.
- 용기 내외의 압력의 차가 발생하지 않도록 사전 실험, 보관 관리를 철저히 한다
- 폭발이나 파편이 예상되는 약품은 폭발 방지를 위하여 뚜껑을 완전히 밀폐하지 않고 적절한 방법에 따라 보관한다.

응급 대처 요령

- 대부분의 물질
 - 누출된 물질을 흡입하지 않도록 주의하면서 누출된 물질의 확산을 막는다.
 - 적절한 보호구를 착용하고 보호 장비를 갖추지 않은 사람의 접근을 막는다.
 - 다른 가연성 물질, 발연성 물질과의 접촉을 차단하고 모든 점화원을 제거한다.
 - 오염 지역이 회복될 때까지 현장을 격리시키고, 전문가의 감독을 받아 뒤처리를 한다.
- 메탄올, 벤젠, 염소산 나트륨, 아세트, 아세트산 등의 증기 발생시 : 모든 점화원을 제거하고 오염 지역을 환기하며 장비를 접지한다.
- 녹말, 라우르산, 붕산, 수단(Ⅲ)용액 등 : 분진 형성을 방지하고 환기한다.
- 누출물이나 용기에 물이 들어가면 안 되는 물질 (마그네슘, 염기, 산, 아연, 알루미늄 등) : 물과의 접촉을 피하여 사고를 막는다.

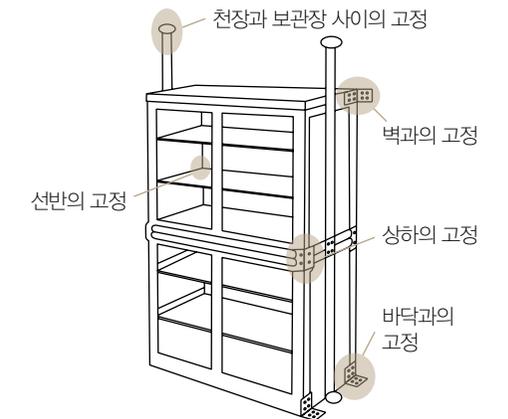
4.10. 지진이 일어났을 때

사고 사례 유형

- 지진으로 약품 용기가 넘어지거나 떨어지는 경우
- 약품 용기가 넘어지거나 떨어져서 혼합 발화로 추정되는 화재가 발생하는 경우

사고 예방을 위한 조치

- 진동에 의해 약품 용기가 떨어지지 않도록 낙하 방지 가드가 설치된 약품장을 이용한다.
- 여닫이문은 진동에 의해 열리는 것을 방지하기 위해 잠금장치를 설치한다.
- 지진에 대비하여 약품 보관장이 넘어지지 않도록 벽, 천정, 바닥과 고정한다.
 - 약품 보관장 내의 선반과 보관장의 위 칸과 아래 칸도 움직이지 않도록 고정시킨다.
- 약품 용기를 쌓아서 보관하지 않는다.



〈지진에 대비하기 위한 약품 보관장 설치 예〉

응급 대처 요령

- 지진을 감지할 때 취해야 할 긴급조치에 관한 안전교육을 한다.
- 실험 중 지진을 감지한 경우에는 즉시 실험 등을 중단하고 다음의 조치 등을 취한다.
 - 사용 중인 화기 사용을 중지하고 불이 꺼진 것을 확인한다.
 - 사용 중인 화학 약품을 보관장 등에 수납한다.
 - 혼합 발화할 우려가 있는 화학 약품을 취급하는 경우에는, 혼합을 방지하기 위한 조치를 취한다.
 - 약품 보관장의 문이 잠긴 것을 확인한다.

2 장

시약별 특징 및 주의사항

- 과산화 수소(H_2O_2)
- 나프탈렌($C_{10}H_8$)
- 메탄올(CH_3OH)
- 백반($KAl(SO_4)_2$)
- 석회수($Ca(OH)_2$)
- 수산화 나트륨($NaOH$)
- 시트르산($C_6H_8O_7$)
- 아이오딘(I_2)
- 아이오딘화 칼륨(KI)
- 에탄올(C_2H_5OH)
- 염산(HCl)
- 이산화 망가니즈(MnO_2)
- 탄산수소 나트륨($NaHCO_3$)
- 탄산 칼슘($CaCO_3$)
- 페놀프탈레인($C_{20}H_{14}O_4$)
- 황산(H_2SO_4)



과산화 수소 (H₂O₂) Hydrogen Peroxide

시판되는 과산화 수소 시약은 28~34 % 과산화 수소수이며, 묽은 과산화 수소수로 구입하는 경우 주로 10 % 농도이다. 물 분자에 산소 원자 하나가 더 결합된 화합물로 색깔과 냄새가 없으며, 분해하면 산소를 내보내고 물이 되므로 강한 산화 작용이 있다. 대개 3 % 정도의 수용액을 만들어 표백제, 소독제, 산화제 따위로 쓰인다.

상태 : 액체
CAS No. : 7722-84-1

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



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 불씨를 넣어본다.
- 사고유형
 - 산소 발생 실험 시에 다량의 과산화 수소를 이용하면 시약이 주위 학생들의 피부에 닿거나 증기를 흡입하여 피부, 호흡기 자극을 주거나 두통을 유발할 수 있다.
 - 실험중 피부에 과산화 수소 용액이 묻게 되면 피부가 하얗게 부풀어 오르면서 통증을 유발할 수 있다.
- 실험 시 주의사항
 - 산소 발생 실험을 할 때에는 너무 많은 양의 과산화 수소를 사용하지 않도록 하며, 과산화 수소의 농도를 묽혀 사용한다.

관리 및 처리 방안

- 시약 조제 시 주의사항
 - 과산화 수소를 희석할 때에는 다량의 물에 과산화 수소수를 조금씩 넣어가며 묽게 한다.
- 시약 조제 후 보관 방법
 - 사용 후 남은 용액은 갈색 병에 보관하고 폴리에틸렌 뚜껑의 중앙에 바늘 구멍을 뚫은 뒤에 온도가 낮고 어두운 곳에 보관한다.
- 폐수 처리 방안
 - 기체가 더 이상 발생하지 않는지 확인한 후, 남은 폐수는 무기계 폐수 통에 여러 번 행구어 버린다.
 - 폐수 통 뚜껑은 추후에 발생하는 잔류 기체가 있을 수 있으므로 기체가 빠져나갈 수 있게 적당히 닫는다.

나프탈렌 (C₁₀H₈) Naphthalene

나프탈렌은 고체에서 액체를 거치지 않고 바로 기체로 변화하는 승화성 물질이다. 비늘 모양의 무색 결정으로, 물에는 녹지 않고, 에탄올에는 녹는다. 일반적으로 화장실에서 파리 등 유해한 벌레를 쫓는 방충제 또는 살충제의 성분으로 쓰인다.

상태 : 인화성 고체
CAS No. : 91-20-3

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 나프탈렌 결정 실험 : 나프탈렌을 물중탕으로 가열하여 기체화시킨 후 차가운 물체에 접촉시켜 고체 결정으로 만든다.
 - 나프탈렌 용해 실험 : 에탄올에 나프탈렌이 녹는 정도를 알아본다.
- 실험 시 주의사항
 - 자극적인 냄새가 나는 나프탈렌을 사용할 때에는 창문 등을 열어 환기를 시키도록 하고 학생들이 나프탈렌의 냄새나 증기를 가까이에서 마시지 않도록 한다.

관리 및 처리 방안

- 폐수 처리 방안
 - 물에 넣은 것은 물을 증발시키고 회수한다.
 - 아세톤에 녹은 나프탈렌은 환기가 잘 되는 곳에 따로 모았다가 지정된 폐수통(유기계 폐수)에 분리하여 보관한다.

화학약품 이야기

IARC(국제암연구기관)는 나프탈렌을 벤젠처럼 확정적 발암 물질(Group 1)까지는 아니지만 발암 물질 후보군(Group 2A)에 올려놓았다. 나프탈렌은 흔히 볼 수 있는 물질이므로 위험하지 않다고 생각하는 사람이 많은데 만성적인 나프탈렌 노출은 적혈구를 파괴해서 용혈성 빈혈을 유발한다. 노출이 심하면 빈혈, 어지럼증, 구토, 설사, 혈뇨나 황달에 걸릴 수도 있다.

메탄올 (CH₃OH) Methanol

메틸 알코올이라고도 하며, 유해 화학 약품으로 절대 먹거나 눈이나 입에 가져가면 안된다. 메탄올을 먹게 되면 적은 양으로도 눈을 멀게 만들거나 사람의 장기를 손상시켜 죽게 될 수 있다. 또한 불이 쉽게 붙을 수 있으니 메탄올 근처에 불이 붙을 수 있는 것은 제거해야 한다.

상태 : 액체

그림문자

MSDS

CAS No. : 67-56-1



유해/위험성 정보

심한 눈 자극 유발 호흡기계 자극 유발 태아 또는 생식 능력에 손상 유발

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 알코올램프의 원료로 사용된다.
- 실험 시 주의사항
 - 알코올램프를 이용한 실험시 화재 사고에 주의한다.
 - 알코올램프의 원료로 사용시 에탄올을 사용하도록 권장한다.

관리 및 처리 방안

- 폐수 처리 방안
 - 소량이면 다량의 물로 희석하여 방출한다.
 - 사용 후 용액은 지정된 폐수통(유기계 폐수)에 분리하여 보관한다.

백반 (KAl(SO₄)₂) Alum

백반은 명반이라고도 하며, 칼륨 백반(potassium aluminium sulfate)이 주로 사용된다. 백반은 명반석을 이용하거나 황산 알루미늄과 황산 칼륨이 들어있는 수용액을 증발시켜 만드는 반투명 결정체로 의약품, 설탕, 종이, 페인트 등 다양한 곳에 사용되며 뱀을 퇴치하는데 효과가 있다고 알려져 뱀이 많이 출몰하는 곳에 놓아두기도 한다.

상태 : 고체

그림문자

MSDS

CAS No. : 7784-26-1



유해/위험성 정보

피부 자극 유발 심한 눈 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 물의 양에 따라 용질이 물에 녹는 양 알아보기 실험 : 백반을 물에 녹여보고 녹는 양을 알아본다.
- 실험 시 주의사항
 - 백반을 아주 오랫동안 먹거나 마시게 되면 암을 유발할 수도 있으므로 먹거나 마시지 않는다.

관리 및 처리 방안

- 폐수 처리 방안
 - 사용 후 용액은 지정된 폐수통(무기계 폐수)에 분리하여 보관한다.

화학약품 이야기

백반은 의약품, 직물, 설탕, 종이, 페인트, 성냥, 탈취제 등의 제조를 포함하여 다양한 용도로 쓰인다. 또한 제빵 가루, 소화기 등에 사용되며, 염색에서는 결합제(매염제)로 사용되고, 정수 장치에서는 응고제로 사용되며, 내수지에도 사용된다.

석회수 (Ca(OH)₂) Lime Water

석회수는 석회인 수산화 칼슘(calcium hydroxide)을 물에 녹인 용액이다. 수산화 칼슘을 물에 녹이면 뿌옇게 되기 때문에 거름종이를 이용하여 걸러내면 우리가 실험에 사용하는 맑은 석회수가 된다. 석회수는 무색, 투명하며 염기성을 나타낸다.

상태 : 액체
CAS No. : 1305-62-0

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 이산화 탄소 확인 실험 : 이산화 탄소는 석회수를 뿌옇게 만드는 성질이 있다.
- 사고유형
 - 이산화 탄소를 확인하는 실험 중 석회수에 입김을 불어넣다가 석회수를 마시는 사고가 발생할 수 있으니 주의한다.
- 실험 시 주의사항
 - 피부에 묻으면 물과 비누로 씻는다.
 - 석회수에 입김을 불어넣어 실험을 할 때 호흡을 조절하여 마시지 않도록 주의를 준다.

관리 및 처리 방안

- 폐수 처리 방안
 - 묽은 산으로 중화 후, 폐수통(무기계 폐수)에 분리하여 보관한다.

수산화 나트륨 (NaOH) Sodium Hydroxide

수산화 나트륨은 물에 녹여 염기성 수용액을 만든다. 제지, 방직, 식음료, 비누 등의 산업에서 널리 사용된다. 화학 실험에서 가장 널리 사용되는 염기이며 순수한 수산화 나트륨은 흰색 고체이다. 대기 중에서 수증기와 이산화 탄소를 잘 흡수한다. 온도와 무관하게 물에 잘 녹으며, 이때 많은 열이 발생한다.

상태 : 다양한 형태의 흡습성 고체
CAS No. : 1310-73-2

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 지시약으로 용액 분류하기 : 리트머스 종이와 페놀프탈레인 용액을 이용하여 용액의 성질을 알아본다.
- 사고유형
 - 수산화 나트륨 수용액이 손이나 얼굴 등 피부에 묻으면 따가운 자극을 일으킬 수 있다.
- 실험 시 주의사항
 - 수산화 나트륨을 다룰 때에는 마스크와 장갑을 끼고, 환기가 잘 되는 곳에서 사용한다.
 - 눈이나 피부에 묻었을 경우 즉시 흐르는 물로 씻어내고 자극이 지속되면 보건실 또는 병원진료를 받는다.

관리 및 처리 방안

- 시약 조제 시 주의사항
 - 수산화 나트륨 수용액은 염기성이며, 부식성이 강하므로 취급에 유의한다.
 - 수산화 나트륨은 조해성이 강하여 공기 중에 방치하면 습기와 이산화 탄소를 흡수한다.
 - 물에 용해 시 많은 열이 발생하므로 다량의 물에 수산화 나트륨을 조금씩 넣으면서 녹인다.
 - 용해 과정에서 생긴 열로 인해 용기가 뜨거울 수 있으므로 맨손으로 만지지 않는다.
- 폐수 처리 방안
 - 과량의 물에 희석시키거나 묽은 염산을 조금씩 섞어 중성으로 만든 후 정해진 폐수통(무기계 폐수)에 처리한다.

시트르산 (C₆H₈O₇)

Citric Acid

시트르산은 구연산이라고도 한다. 덜 익은 귤, 레몬에 특히 많고(6~7%), 사탕무, 많은 꽃이나 식물의 종자, 과즙 중에 있는 신맛이 나는 물질이다.

상태 : 냄새가 없는 흰색의 고체(결정체) 그림문자

CAS No. : 77-92-9



MSDS



유해/위험성 정보



피부 자극 유발



심한 눈 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 탄산수 만들기 : 탄산수소 나트륨과 시트르산을 이용하여 탄산수를 만든다.
 - 이산화 탄소 만들기 : 시트르산과 탄산수소 나트륨을 이용하여 이산화 탄소를 발생하는 실험을 한다.
- 사고유형
 - 탄산 음료를 만드는 실험을 할 때 시트르산을 과량으로 넣거나, 시트르산을 고체 상태로 먹으면 입안의 고통을 유발할 수 있다.
- 주의사항
 - 고체 상태의 시트르산을 먹지 못하도록 주의를 준다.
 - 과량의 시트르산을 이용해 탄산 음료를 만들지 못하도록 주의를 준다.

관리 및 처리 방안

- 폐수 처리 방안
 - 사용 후 용액은 지정된 폐수통(유기계 폐수)에 분리하여 보관한다.

아이오딘 (I₂)

Iodine

아이오딘은 '요오드'라 부르기도 하며, '요오드(Jod)'라는 명칭은 독일식이다. 영어는 '아이오딘' 또는 '아이오다인(áiədàin)'이라고 한다. 과거에는 일본에서 한자로 옮긴 것(沃素)을 그대로 읽은 '옥소'라는 명칭을 사용하기도 했다.

상태 : 고체(결정체)

CAS No. : 7553-56-2

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



피부 접촉시 알레르기 반응 유발



호흡기계 자극 유발



장기간/반복 노출 시 내부 장기에 손상 유발

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 녹말 검출 반응 실험 : 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액의 형태로 녹말과 반응하면 청남색이 된다.
- 사고유형
 - 아이오딘으로 승화 실험을 할 때 제대로 밀봉하지 않으면 증기를 흡입하게 되어 두통을 유발할 수 있다.
 - 녹말 검출 실험을 하다가 아이오딘 용액의 방울이 손이나 옷에 묻어 손과 옷의 색이 갈변할 수 있다.
- 주의사항
 - 아이오딘 승화 실험을 할 때 발생하는 증기가 유출되지 않도록 뚜껑을 제대로 밀봉한다.
 - 실험복과 보호 장갑, 보안경을 착용하여 눈이나 피부에 묻지 않도록 주의한다.

관리 및 처리 방안

- 폐수 처리 방안
 - 사용 후 용액은 지정된 폐수통(무기계 폐수)에 분리하여 보관한다.

아이오딘화 칼륨 (KI) Potassium Iodide

아이오딘화 칼륨은 아이오딘과 칼륨의 화합물이며, 아이오딘 칼리라고도 한다. 반투명성 고체 결정으로 냄새가 없고, 물에 잘 녹는다. 녹말과 반응하면 청남색의 변색 반응을 한다.

상태 : 흰색의 고체, 과립이나 분말

그림문자

MSDS

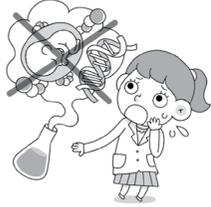
CAS No. : 7681-11-0



유해/위험성 정보



심한 눈 자극 유발



태아 또는 생식 능력에 손상을 일으킬 것으로 의심됨

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 녹말 검출 반응 실험 : 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액의 형태로 녹말과 반응하면 청남색이 된다.

관리 및 처리 방안

- 시약 조제 시 주의사항
 - 아이오딘화 칼륨 용액은 알레르기성 피부에 반응을 일으킬 수 있다.
- 폐수 처리 방안
 - 사용 후 용액은 지정된 폐수통(무기계 폐수)에 분리하여 보관한다.

화학약품 이야기

아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액은 아이오딘화 칼륨 수용액에 아이오딘을 녹여서 만든 시약으로 녹말을 검출하는데 사용한다. 녹말은 수많은 D-글루코스(포도당)가 축합 반응을 일으키면서 길게 연결되어 만들어지는 다당류로서 아밀로오스와 아밀로펙틴의 혼합물인 다당류이다. 3대 영양소중 탄수화물에 속하며 식물의 광합성에 의해 생기는 포도당이 모여서 녹말로 저장된다. 이 녹말의 특징은 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액과 반응하면 청남색이 된다.

에탄올 (C₂H₅OH) Ethanol

에틸 알코올이라고도 하며, 술의 주성분으로 주정이라고도 한다. 에탄올은 알코올램프의 원료로 사용할 수 있고, 휘발성이 커서 작은 불씨나 전기 불꽃에도 불이 날 수 있는, 화재의 위험이 매우 큰 물질이다.

상태 : 특유의 냄새가 나는 투명한

그림문자

MSDS

휘발성 액체

CAS No. : 64-17-5



유해/위험성 정보



심한 눈 자극 유발



졸음 또는 현기증 유발



암 유발

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 알코올램프의 원료로 사용된다.
 - 엽록소 추출 실험 : 식물의 잎을 에탄올 속에 넣고 물 증탕으로 가열하여 엽록소를 추출한다.
- 실험실 주의사항
 - 실험실에서 사용하는 에탄올은 공업용 에탄올이다. 공업용 에탄올에는 음료용 에탄올과 구분하기 위하여 독성이 강한 메탄올을 조금 섞어 놓은 것이 많다.
 - 화재 위험이 매우 큰 휘발성 물질로 불꽃이 눈에 보이지 않을 수 있으니 주의한다.

관리 및 처리 방안

- 시약 조제 후 보관 방법
 - 사용 전과 후엔 마개를 꼭 막아 발화점 이하의 온도가 유지되도록 보관한다.
 - 주변에 화기를 두지 않도록 주의 한다.
- 폐수 처리 방안
 - 소량이면 다량의 물로 희석하여 방출한다.
 - 사용 후 용액은 다량의 물로 희석하여 지정된 폐수통(유기계 폐수)에 분리하여 보관한다.

염산 (HCl) Hydrochloric Acid

염산은 염화 수소 수용액으로 강한 산성을 띠는 매우 위험한 물질이다. 염화 수소산이라고도 하며, 대표적인 강산으로 물로 희석한 '묽은 염산'이 많이 이용된다. 부식성이 있기 때문에 주의해서 다룰 필요가 있다. 색깔은 무색이고 매우 지독한 냄새가 난다.

상태 : 연노랑색의 자극성 기체로
수용액은 부식성이 있음

CAS No. : 7647-01-0

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



삼키면 유독함



피부에 심한 화상과 눈 손상 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 염기 : 산의 성질을 알아볼 때, 산과 염기를 섞어 용액의 성질을 알아본다.

• 사고유형

- 피부에 묻을 경우 피부 화상을 입을 수 있다.

사고 사례

염산이 들어있는 유리 용기를 학생이 들고 이동하던 중 유리 용기를 떨어뜨려 염산이 유출되었으며 이로 인하여 다량의 유해 가스가 발생하고 학생의 다리에 화상을 입는 사고가 있었다.

• 주의사항

- 보안경과 실험복, 장갑을 착용하고 실험한다.
- 염산의 증기를 마시지 않도록 유의하여 실험한다. (후드 장치 이용)
- 학생 지도시 약품을 상대방의 얼굴이나 몸에 뿌리지 않도록 충분한 주의를 준다.
- 주변에 떨어뜨리지 않도록 주의한다.
- 화학 약품을 손으로 운반할 때 한 손은 용기의 목 부분을, 다른 손은 용기의 바닥을 받치도록 한다.
- 많은 양의 화학 약품을 운반할 때는 누출이 없고, 깨지지 않는 2차 용기(비커 등)나 전용 운반 용기를 이용한다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 주의사항

- 묽힐 때는 다량의 물에 소량의 염산을 천천히 섞어 주어 묽히도록 하며 가급적 묽힌 상태의 묽은 염산을 구입하여 사용하는 것을 권장한다.

• 시약 조제 후 보관 방법

- 약품장의 별도의 칸에 밀봉하여 이중 잠금 장치 안에 보관한다.
- 조제한 묽은 염산을 재사용할 경우 별도의 용기에 레이블을 부착하여 밀봉한 후 학생들이 손대지 않도록 별도의 칸에 이중 잠금 장치 안에 보관한다.

- 암모니아 기체와 서로 반응하여 흰색 연기를 발생시키므로 암모니아(암모니아수)와 함께 보관하지 않는다.

• 폐수 처리 방안

- 다량의 물에 희석시키거나 묽은 염산과 묽은 수산화 나트륨 용액을 서로 조금씩 섞어 중성으로 만든 후 정해진 폐수통(무기계 폐수)에 처리한다.
- 수산화물, 산화제, 염기, 금속, 아민 등과는 혼합되지 않도록 주의한다.



용액의 희석

액체 시료로 표준 용액을 만들 때는 일반적으로 용액에 용매(수용액은 물)를 넣어서 묽게 만드는 과정을 거치며, 이를 '용액의 희석'이라고 한다. 용액의 희석 공식을 통해 묽히는 용액의 농도나 부피를 계산할 수 있다.

$$M \times V = M' \times V' \quad (M, M' \text{은 용액의 몰 농도, } V, V' \text{은 용액의 부피})$$

36 % 염산 용액(밀도 1.18 g/mL)으로 0.1 M 염산 용액 만드는 과정 이해하기

- 36 % 염산 용액(밀도 1.18 g/mL)의 M 농도 계산

$$M \text{ 농도} = \frac{10 \times \% \text{ 농도} \times \text{밀도(비중)}}{\text{화학식량}} = \frac{10 \times 36 \times 1.18}{36.5} \approx 11.6 \text{ M}$$

- 11.6 M 진한 염산을 0.1 M 묽은 염산으로 희석

$$M \times V = M' \times V'$$

$$11.6 \text{ M} \times x \text{ mL} = 0.1 \text{ M} \times 1000 \text{ mL}, \quad x = 8.6 \text{ mL}$$

∴ 11.6 M 염산 용액 8.6 mL에 증류수를 넣어서 1000 mL로 만든다.

이산화 망가니즈 (MnO₂)

Manganese Dioxide

검은색의 가루로 망간 산화물의 하나이다. 과산화 수소를 분해하여 산소를 만드는 반응에서 촉매로 사용되며 성냥, 건전지, 염료, 유약 등의 원료가 된다.

상태 : 검은색의 냄새가 없는 분말형
고체

그림문자



MSDS



CAS No. : 1313-13-9

유해/위험성 정보



삼키면 유해함



호흡기계 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 산소 발생 실험 : 묽은 과산화 수소수에 촉매로 작용하여 산소가 발생하도록 한다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 주의사항

- 망가니즈의 산화물 중의 하나로 장기간 접촉, 섭취 시 구토나 알레르기 반응을 일으킬 수 있다.
- 폭발의 가능성이 있어 가연성 물질과의 접촉을 피하고, 상수도 및 하수도와 떨어진 곳에 보관한다.

• 폐수 처리 방안

- 사용 후 용액은 지정된 폐수통(무기계 폐수)에 분리하여 보관한다.

화학 약품 이야기

촉매(catalyst)란 반응 과정에서 사라지거나 변화되지 않으면서 반응 속도를 빠르거나 느리게 변화시키는 물질을 말한다. 이산화 망가니즈와 과산화 수소가 '화학 반응'을 일으켜 산소가 발생하는 것으로 알고 있는 사람들이 있다. 하지만 산소 발생 실험에서 이산화 망가니즈는 사라지거나 변화없이 반응 속도를 빠르게 해주는 촉매이다.

탄산수소 나트륨 (NaHCO₃)

Sodium Hydrogencarbonate

'중탄산 나트륨'이나 '중탄산 소다' 등의 이름으로 불린다. 흰색의 결정 덩어리나 분말의 형태이다. 빵, 과자를 만들 때에 제품을 팽창하게 하여 맛을 좋게 하고 연하게 하여 소화가 잘 되도록 하기 위한 식품 첨가물로 사용되며 식품의 알칼리제, 팽창제, 완충제 등으로 사용된다.

상태 : 고체, 과립, 분말

그림문자

MSDS

CAS No. : 144-55-8



유해/위험성 정보



심한 눈 자극 유발



호흡기계 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 탄산수 만들기 : 시트르산과 탄산수소 나트륨을 이용하여 탄산수를 만든다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 주의사항

- 수용액을 가열하면 65°C 이상에서 탄산 가스를 방출하며 탄산 나트륨 용액으로 변한다.
- 염산 또는 황산 등의 산과 반응하면 이산화 탄소가 발생한다.

• 폐수 처리 방안

- 사용 후 용액은 지정된 폐수통(무기계 폐수)에 분리하여 보관한다.

화학 약품 이야기

탄산수소 나트륨은 다양한 곳에 사용이 된다. 주방에서 빵을 구울 때 빵을 부풀리는 데 쓰이는 일명 제빵 소다의 주성분이다. 밀가루 반죽시 첨가된 제빵 소다의 탄산수소 나트륨에서 이산화 탄소가 발생하고 이것이 빵을 맛있게 부풀게 한다. 또한 간단히 소다수도 만들 수 있다. 레몬 주스나 오렌지 주스에 탄산수소 나트륨을 약간 넣으면 주스 속의 산과 반응하여 이산화 탄소를 발생하며 시원한 소다수로 바뀐다. 탄산수소 나트륨을 많이 넣으면 쓴맛이 난다.

◆ 탄산 칼슘 (CaCO₃)

Calcium Carbonate

칼슘의 탄산염으로 대리석, 방해석, 선석, 석회석, 백악, 빙주석, 조개 껍데기, 달걀 껍데기, 산호 등의 주성분이다. 시멘트의 주원료, 산화 칼슘의 원료, 제철, 건축 재료 등으로 사용된다.

상태 : 고체(분말)

그림문자

MSDS

CAS No. : 471-34-1



유해/위험성 정보



피부 및 눈 자극 유발



호흡기계 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 이산화 탄소 발생실험 : 탄산 칼슘과 묽은 염산을 이용하여 이산화 탄소를 발생시킨다.

관리 및 처리 방안

• 폐수 처리 방안

- 사용 후 용액은 지정된 폐수통(무기계 폐수)에 분리하여 보관한다.

화학 약품 이야기

탄산의 칼슘염으로 자연계에 존재하는 염 가운데 가장 많은 양을 차지한다. 달걀, 조개, 소라, 달팽이 등의 껍데기는 탄산 칼슘으로 되어 있다. 특히 굴의 껍데기는 사람이 먹는 칼슘 보충제로서 사용된다. 오스칼(Oyster + Calcium)이라는 상표로 팔리는 것이 바로 굴에서 얻은 칼슘제이다.

◆ 페놀프탈레인 (C₂₀H₁₄O₄)

Phenolphthalein

페놀프탈레인은 화학 약품이 녹아있는 용액이 산성인지 염기성인지 중성인지 구별하는데 쓰이는 지시약으로 사용된다. 페놀프탈레인 용액은 페놀프탈레인을 알코올에 녹인 용액이다.

상태 : 고체(결정)

그림문자

MSDS

CAS No. : 77-09-8



유해/위험성 정보



심한 눈 자극 유발



피부 자극 유발



호흡기계 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 용액의 지시약으로 사용 : 페놀프탈레인 용액은 산성과 중성에서는 무색, 염기성에서는 선명한 붉은색을 나타낸다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 주의사항

- 페놀프탈레인에 장기간 노출되면 호흡 곤란, 두통, 현기증, 기능 손실 등이 올 수 있으니 냄새를 맡지 않도록 한다.
- 섭취 시 혈압 변화, 구역질, 구토, 호흡 곤란 등이 올 수 있으니 먹지 않도록 지도한다.

• 시약 조제 후 보관 방법

- 페놀프탈레인은 무색의 결정으로 물에 잘 녹지 않

는다. 보통 페놀프탈레인 1g을 50 mL 에탄올에 넣어 녹인 다음 물 50 mL를 더 넣어서 묽게 한다.

- 페놀프탈레인의 염기성 용액은 인화성이므로 페놀프탈레인 지시약의 옆에는 불을 가까이 하지 않도록 주의한다.
- 폐수 처리 방안
 - 사용 후 용액은 지정된 폐수통(유기계 폐수)에 분리하여 보관한다.

황산 (H₂SO₄)

Sulfuric Acid

농도가 90 % 이상을 진한 황산이라 한다. 묽은 황산에 대한 농도 기준은 없으나 진한 황산을 묽힌 용액을 의미하며, 학교에서는 약 10 %의 묽은 황산을 주로 사용한다. 황산의 성질은 농도에 따라 크게 달라지며, 시판되는 진한 황산의 농도는 약 96 %, 비중은 1.84 정도이다.

상태 : 밀도가 매우 큰 점성이 있는 액체

그림문자

MSDS

CAS No. : 7664-93-9



유해/위험성 정보



심한 피부 화상 및 눈 손상 유발



흡입하면 치명적임



암을 일으킬 수 있음

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 무씨 발아 실험 : 무씨를 합성 세제 용액과 묽은 황산 용액에 접촉시킨 후 무씨가 발아하는 정도를 알아본다.

• 실험실 주의사항

- 맨손으로 만지거나 냄새를 맡으면 안 되고, 장갑, 보안경, 실험복을 착용한다.
- 피부에 닿으면 심한 화상을 입게 되므로 특별한 주의가 요구된다.
- 황산이 다른 물질에 닿으면 탈수 반응이 일어나 물질의 성분중 수소와 산소를 2:1의 비로 뽑아내므로 수소와 산소로 이루어진 물질에 닿지 않도록 한다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 주의사항

- 다량의 물에 소량의 황산을 천천히 섞어 묽혀 사용하되 가급적 묽힌 상태의 황산을 구입하여 사용하는 것을 권장한다.

• 폐수 처리 방안

- 사용 후 남은 용액은 염기성 물질로 중화한 뒤, 다량의 물로 희석하여 지정된 폐수통(무기계 폐수)에 분리하여 보관한다.

부록

화학 약품의 이름 이해하기

원소 기호를 이용하여 물질을 나타낸 식을 **화학식**이라고 한다. 원소 기호는 영어명이나 라틴어명의 알파벳 문자 1개 혹은 2개로 나타낸다. 화학식을 통해 물질을 구성하는 원자의 종류와 수, 원자들 사이의 상호 결합 상태를 알 수 있다.

원소명을 물질명으로 사용하는 경우

홀원소 물질은 원소명을 물질명으로 사용한다.

예 나트륨/소듐(Na)⁵⁾, 마그네슘(Mg), 칼륨/포타슘(K), 아이오딘(I₂) 등

『음이온+화 양이온』으로 표시하는 경우

음이온과 양이온으로 구성된 화합물은 음이온을 먼저 '음이온+화'로 표시하고, 한 칸을 띄운 후 양이온을 표시한다. 성분이 여러 개일 때는 수 접두사를 붙여서 사용하기도 한다.

예 산화 칼슘(CaO), 수산화 암모늄(NH₄OH), 이산화 망가니즈(MnO₂) 등

『음이온+산 양이온』으로 표시하는 경우

음이온이 산에서 양성자가 제거된 음성 이온인 경우는 '~화'로 표시하지 않고 '~산'으로 표시한 후, 한 칸을 띄우고 양이온을 표시한다.

예 아세트산 나트륨(CH₃COONa), 질산 칼륨(KNO₃), 탄산 칼슘(CaCO₃) 등

로마 숫자를 소괄호 ()에 넣어 표시하는 경우

여러 가지 산화 상태(양전하를 가지는 경우)를 가지는 경우에는 산화 상태를 나타내는 로마 숫자를 소괄호 ()에 넣어 표시한다.

예 염화 구리(I)(CuCl), 염화 구리(II)(CuCl₂), 염화 코발트(II)(CoCl₂) 등

『음이온+수소 양이온』으로 표시하는 경우

다양성자산(양성자(H⁺)를 여러 개 제공할 수 있는 산)의 음이온 부분에 수소가 남아있는 경우에는 음이온에 '수소'라는 단어를 붙여서 사용하며, 이때 음이온 뒤에 붙이는 '수소'는 띄어 쓰지 않는다.

예 탄산수소 나트륨(NaHCO₃), 황산수소 나트륨(NaHSO₄) 등

탄소 화합물의 작용기가 같은 경우

앞부분은 탄소의 숫자에 따라 이름을 정하고, 뒷부분은 작용기의 종류에 의해 이름이 정해진다. 알코올은 공통으로 '-OH' 작용기를 가지며, 약품의 이름 뒤는 '~올'로 같다.

예 메탄올(CH₃OH), 에탄올(C₂H₅OH), 2-프로판올(CH₃CH(OH)CH₃) 등

관습적으로 예전부터 사용하던 명칭을 사용하는 경우

예 아세톤(CH₃COCH₃), 염산(HCl), 암모니아수(NH₄OH(aq)) 등

5) 교과서 편수자료와 대한화학회의 화합물 명명법에는 '나트륨'은 '소듐(sodium)'과, '칼륨'은 '포타슘(potassium)'과 혼용하여 사용하도록 하였으나, 이 매뉴얼에서는 학교에서 많이 사용하는 '나트륨'과 '칼륨'으로 일원화하여 화학 약품의 이름을 사용하였다.



탄소 화합물의 이름을 정하는 일반적인 방법

접두사(위치 표시)
(prefix)

치환기가 가장 긴 탄소 사슬 중 어디에 있는가?

모체
(parent)

가장 긴 사슬은 몇 개의 탄소 원자를 가지고 있는가?

접미사
(suffix)

분자가 속해있는 작용기 계열은?

탄소의 수를 나타내는 수 접두사

탄소 원자수	1	2	3	4	5	6
우리말 표기	메트(메타)	에트(에타)	프로프(프로파)	뷰트(뷰타)	펜트(펜타)	헥스(헥사)
영어 표기	meth(a)	eth(a)	prop(a)	but(a)	pent(a)	hex(a)



화학식의 종류

• 실험식

물질을 이루는 원자나 이온의 종류와 수를 가장 간단한 정수비로 나타낸 식

(예) Mg, Cu, NaCl, CaO, CH₂O 등

• 분자식

한 분자를 이루는 원자의 종류와 수를 원소 기호로 나타낸 식

(예) N₂, O₂, CO₂, H₂O, NH₃, C₂H₄O₂ 등

• 시성식

분자의 특성을 알 수 있도록 작용기(원자단, 라디칼)를 써서 나타낸 식

(예) HOH, CH₃COOH 등

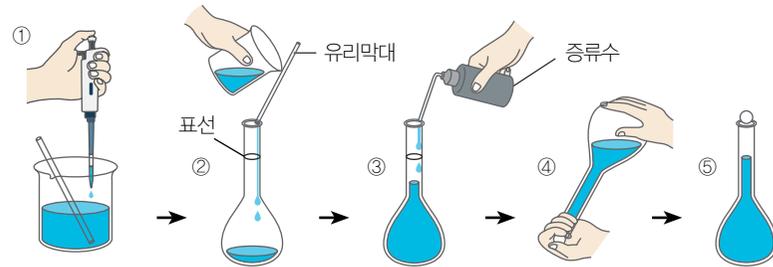
• 구조식

분자를 이루는 원자사이의 결합 모양, 배열 상태를 결합선을 사용하여 나타낸 식

(예)

• 액체 시료로 표준 용액 만들기

해보기 36% 염산 용액으로 0.1M 염산 용액 만들기
(36% 염산 용액의 밀도 = 1.18 g/mL)



- ① 비커에 증류수 약 200 mL 넣고, 36% 염산 용액 8.6 mL를 넣는다.
- ② 용액을 1L 부피 플라스크에 모두 옮기고, 비커를 2~3회 증류수로 씻어서 부피 플라스크를 채운다.
- ③ 눈금까지 증류수를 채운다.
- ④ 뚜껑을 막고 용액을 충분히 흔들어준다.
- ⑤ 용액을 정확하게 1L로 만든다.

tip 물(mole)과 몰 농도(M)

몰(mole)은 물질의 양을 나타내는 단위로, 어느 입자든지 1몰(mol)에는 약 6.02×10^{23} 개의 입자 집단을 포함한다. 물질의 양이 1몰이면, 분자량(또는 화학식량)과 같은 양의 질량(g)을 갖는다. 기체 분자는 기체의 종류에 관계없이 0°C, 1기압에서 22.4 L의 부피에 1몰(=분자량 g)의 분자를 포함한다. 몰 농도(M)는 용액 1L에 녹아 있는 용질의 몰수로 정의하며, 단위는 몰/L이다. 몰 농도(M)를 사용하면 화학 반응에서 반응비를 쉽게 계산할 수 있다.

(예) HCl 1몰은 36.5 g이다. (HCl의 분자량 = 36.5)
HCl 1M 용액 1L에는 36.5 g의 HCl이 포함되어 있다.

그 밖의 간편한 표준 용액 만들기

종류	농도	만드는 법	시판되는 화학 약품 농도 / 상태
묽은 염산	1 M	증류수에 진한 염산 86.2 mL를 넣고 용액의 부피를 1L로 만든다	11.6 M (36%)
묽은 황산	1 M	증류수에 진한 황산 55 mL를 넣고 용액의 부피를 1L로 만든다	18.0 M (96%)
묽은 아세트산	1 M	증류수에 빙초산 58 mL를 넣고 용액의 부피를 1L로 만든다	[빙초산] 17.3 M (98%)
수산화 나트륨	1 M	증류수에 수산화 나트륨 40 g을 녹이고 용액의 부피를 1L로 만든다	결정
질산 은	0.1 M	질산 은 1.7 g을 물에 녹여 100 mL로 만든다	결정
황산 구리(II)	0.1 M	증류수에 황산 구리(II) 결정 25 g을 녹이고 용액의 부피를 1L로 만든다	결정 (CuSO ₄ · 5H ₂ O)
석회수	-	수산화 칼슘 결정을 물에 넣고 잘 흔든 다음 가라앉힌 맑은 윗물	결정

tip 학교 실험에서 많이 쓰이는 시약 만들기

- 아이오딘(I₂) - 아이오딘화 칼륨(KI) 용액
 - 아이오딘(I₂) 5 g, 아이오딘화 칼륨(KI) 10 g을 증류수 100 mL에 녹인다.(진함)
 - 아이오딘화 칼륨 2 g을 물 5 mL에 녹인 후, 아이오딘 1 g을 첨가하여 충분히 녹이고 증류수 300 mL를 가하여 완전히 녹인다.
 - * 아이오딘이 잘 녹지 않을 경우 : 아이오딘을 소량의 에탄올로 녹인 후 아이오딘화 칼륨을 가한 후 증류수를 가하여 녹인다.
 - 녹말 검출 시약으로 사용할 경우 위 시약에 다량의 물을 가하여 묽혀 사용한다.
- 페놀프탈레인 용액(1%)
 - 페놀프탈레인 1 g을 비커에 넣는다.
 - 비커에 70~80 g의 에탄올을 가하여 잘 저어 녹인다.
 - 비커의 용액을 100 mL 부피 플라스크에 옮기고 물이나 에탄올로 100 mL에 채우고 마개를 막고 흔들어 완전히 녹인다.
- 뷰렛 용액
 - 황산 구리(II) 1 g을 물 99 g에 넣어 녹인다. (1% 황산 구리(II) 수용액)
 - 수산화 나트륨 5 g을 물 95 g에 넣어 녹인다.(5% 수산화 나트륨 수용액)
 - 만든 황산 구리(II) 수용액과 수산화 나트륨 수용액을 같은 양 섞어 시약을 만든다.
 - * 주의 : 필요할 때 마다 만들어 사용한다.

FAQ

Q1. 시약 제조 회사에서 만든 시약을 지역의 시약상(과학상)에서 묶이거나 섞어서 판매되는 시약들은 MSDS 정보가 제공되지 않는데요, 원 시약의 MSDS 정보를 그대로 사용해도 되는 건가요?

A1. 학교에 시약을 납품하는 업체는 대부분 시약 제조 회사로부터 시약을 구입하여 학교에 납품을 합니다. 이때 시약 제조 회사는 회사의 홈페이지에 물질안전보건자료(MSDS)를 탑재하여 사용자들이 필요에 따라 해당 시약의 MSDS를 활용할 수 있도록 정보를 제공하고 있습니다. 산업안전관리공단에서 제공하는 MSDS는 순도가 100%인 화학 물질에 대한 정보를 제공하고 있으며, 학교에서 사용하는 여러 묶은 용액에 대한 MSDS는 시약 제조 회사의 홈페이지를 통해 얻을 수 있습니다. 그러나 사용자의 필요에 의해 여러 시약들을 혼합하여 조제한 혼합물의 경우 그 혼합물에 대한 MSDS는 시약 제조 회사로부터 제공되지 않으므로 혼합물에 들어 있는 원 시약의 MSDS 정보를 사용하는 것이 바람직합니다.

Q2. 학교에서 화학 약품을 보관할 때, 분류하는 기준은 무엇인가요?

A2. 화학 약품은 일반적으로 무기 화합물, 유기 화합물 그리고 위험물로 분류하는 것이 일반적입니다. '알파벳' 순이나 '가나다' 순 등으로 분류하여 저장하는 것은 절대로 안 되며, 물성이나 특성별로 저장하는 것이 원칙입니다. 아울러 반드시 분리시켜 보관하여야 하는 물질들은 일반적인 분류 기준을 따르지 않고 분리 보관을 해야 합니다. ▶ 관련 18쪽

Q3. 약품 보관장 공간이 부족할 경우, 일반 교구장에 유해성 없는 약품을 보관할 수 있나요?

A3. 일반적으로 약품 보관장은 일반 약품 보관장, 밀폐형 환기식 약품장, 실험실용 냉장고, 기연성 물질 전용 보관장 등 네 가지 유형을 갖추어야 합니다. 시설이 여의치 않은 경우 일반 교구장에 유해성 없는 약품을 보관할 수도 있습니다. 하지만 다른 일반 교구와는 혼용되지 않도록 분리된 칸이어야 하며, 약품이 떨어지지 않도록 가드가 설치되어 있고, 반드시 잠금 장치를 갖춘 교구장이어야 합니다.

▶ 관련 22쪽



〈가드가 설치된 약품장〉

Q4. 시약을 구입한지 10년이 지났는데, 사용해도 될까요?

A4. 화학 약품별 유효 기간은 별도로 지정되지는 않습니다. 하지만, 화학 약품을 오래 보관하게 되면 공기 중 산소나 습기, 빛, 열 등에 장기간 노출되게 되어 서서히 화학 반응을 일으키거나 분해되어 예상하지 못한 물질이 생성되고 경우에 따라 여러 가지 안전상에 문제가 발생할 수 있습니다. 실험·실습 계획을 수립할 때 사용될 시약의 양을 예상하여 필요한 양만큼을 구입하고 남은 시약은 최대한 단기간에 소모하도록 계획하는 것이 바람직합니다. 약품 보관장에 있는 구입연도를 확인하기 어려운 장기 보관 시약들은 시약병 레이블의 손상·파손 정도가 심하거나 화학 약품의 상태를 MSDS의 화학 약품 상태 정보와 비교해 보고 굳어 있거나 이물질이 생기는 등 MSDS 정보와 다르다면 폐시약으로 처리 하는 것이 좋습니다.

Q5. 반드시 후드에서 사용해야 할 시약은 어떤 것들이 있나요?

A5. 액체 화학 약품들은 온도에 따라 증발·휘발되는 성질이 있기 때문에 후드 내에서 사용하는 것이 바람직합니다. 특히, 암모니아수, 염산, 황산, 질산 등의 산·염기 물질과 핵세인, 프로판올, 메탄올 등의 유기 물질은 증기를 흡입하면 인체에 해롭기 때문에 후드 내에서 사용해야 합니다. 휘발성이 강한 암모니아수, 염산, 메탄올 등은 뚜껑을 열 때 눈이나 호흡기 등으로 증기가 들어가지 않도록 주의를 기울여야 합니다.

Q6.

폐수통으로는 어떤 것을 사용하는 것이 좋나요? 또 한 번 사용한 폐수 수집 용기를 다시 사용해도 되나요?

A6. 학교에서 일반적으로 20 L 플라스틱 용기를 많이 사용합니다. 하지만 폐수 배출량이 많지 않다면 더 작은 용량의 용기를 사용하여도 무방합니다. 수집 용기의 재질은 내화학성, 산, 알칼리에 대한 내약품성이 우수한 고밀도 폴리에틸렌(high-density polyethylene)으로 된 것이 좋습니다. 그리고 학교 실험 과정에서 남은 시약들은 대체로 농도가 낮고, 다량의 물과 희석되었기 때문에 혼합금지물질을 고려하여 폐수 수집 용기를 성상별로 분류하여 사용하였다면 수집 용기를 재사용하는데 문제가 되지 않습니다. 단 재사용할 경우에도 동일한 성상의 폐수를 수거하도록 합니다. 그러나 폐시약 병의 경우 재사용하지 않고, 전량 보관하여 교육청에서 수거, 처리 요청이 있을 경우 일괄 처리하도록 합니다.

Q7. 수은은 폐수처리 업체에서도 받지 않아요. 어떻게 처리를 해야 하나요?

A7. 「폐기물관리법 시행령」 제3조 별표1에 따라 수은은 폐유독 물질로 분류되며, 폐유독 물질은 「폐기물 관리법 시행규칙」 별표5에 따라 ①중화·가수분해·산화·환원 처분, ②고온 소각하거나 고온 용융 처분, ③ 고형화 처분의 방법으로 처리하여야 합니다. 따라서 지정폐기물 처리업체에 위탁처리하시기 바라며, 처리 업체 등 기타 자세한 사항은 관할 교육청에 문의하시기 바랍니다.

Q8. 물로 희석시켜서 싱크대에 버려도 되는 시약과 반드시 폐수통에 버려야 하는 시약의 종류에는 어떤 것이 있나요?

A8. 학교 실험실에서 사용하는 시약들을 통해 중금속, 유류 등 환경에 악영향을 미칠 수 있는 유기, 무기 화합물이 포함될 수 있으므로 환경 문제의 중요성 및 관리의 필요성을 깊이 인식하여야 합니다. 실험 과정에서 발생하는 시약들을 포함한 실험실 폐수는 싱크대를 통해 방류하지 않는 것이 원칙이나, 유해 물질을 함유하지 않은 무기 산, 무기 알칼리계 폐수는 중화하여 다량의 물로 희석하여 방류할 수 있습니다. 수질오염물질 및 특정수질유해물질에 대한 정보는 [표1], [표2]와 같습니다.

[표1] 수질오염물질

(수질환경보전법 시행규칙 제2조 관련)

- | | | |
|------------------|------------------|------------------|
| 1. 구리(동) 및 그 화합물 | 11. 색소 | 21. 인 화합물 |
| 2. 납(연) 및 그 화합물 | 12. 세제류 | 22. 주석 및 그 화합물 |
| 3. 니켈 및 그 화합물 | 13. 셀레늄 및 그 화합물 | 23. 질소 화합물 |
| 4. 대장균군 | 14. 수은 및 그 화합물 | 24. 철 및 그 화합물 |
| 5. 망가니즈 및 그 화합물 | 15. 사이안화물 | 25. 카드뮴 및 그 화합물 |
| 6. 바륨 화합물 | 16. 아연 및 그 화합물 | 26. 크로뮴 및 그 화합물 |
| 7. 부유 물질 | 17. 염소 화합물 | 27. 플루오린(불소) 화합물 |
| 8. 브로민 화합물 | 18. 유기 물질 | 28. 페놀류 |
| 9. 비소 및 그 화합물 | 19. 유기용제류 | 29. 황 및 그 화합물 |
| 10. 산 및 알칼리류 | 20. 유류(동·식물성 포함) | |

[표2] 특정수질유해물질

(수질환경보전법 시행규칙 제3조 관련)

- | | | |
|------------------|------------------|-----------------|
| 1. 구리(동) 및 그 화합물 | 7. 6가 크로뮴 화합물 | 13. 셀레늄 및 그 화합물 |
| 2. 납(연) 및 그 화합물 | 8. 카드뮴 및 그 화합물 | 14. 벤젠 |
| 3. 비소 및 그 화합물 | 9. 테트라클로로에틸렌 | 15. 사염화 탄소 |
| 4. 수은 및 그 화합물 | 10. 트리클로로에틸렌 | 16. 디클로로메테인 |
| 5. 사이안화물 | 11. 페놀류 | 17. 1,1-디클로로에틸렌 |
| 6. 유기인 화합물 | 12. 폴리클로리네이티드디페닐 | |

Q9. 폐기물 처리 시 산염기로 구분 되어 있는데, 산 끼리 또는 염기끼리는 무조건 섞어서 버려도 되나요? 같은 성상 물질 중에서 서로 섞지 말아야 할 시약은 어떤 것이 있나요?

A9. 실험 후, 시약을 처리할 때는 같은 산이라고 무조건 산끼리 분류하여 수집해서는 안 되며, 유기산과 무기산을 확인하고 분별하여 수집해야 합니다. 예를 들어 아세트산(유기산)은 질산(무기산)과 구분하여 유기계 폐수 수집 용기에 보관합니다. 일반적으로 먼저 유기계 폐수인지 분별하고, 무기계 폐수 중 산과 알칼리계 폐수를 분별하는 과정을 통해 분별하여 수집하도록 하며, 이 과정에서 혼합금지물질 여부를 확인합니다. 실험 과정에서 여러 가지 시약들이 섞이는 다양한 경우가 발생(무기 화합물과 유기 화합물, 산성과 염기성) 하기도 하는데 이러한 경우에는 각각의 시약에 대한 물질안전보건자료(MSDS)나 본 매뉴얼 2장의 각 시약 별 특징 및 주의사항의 위험성 정보, 폐수처리 방안을 참조하시기 바랍니다.

Q10. 폐수통에 액체만 보관해야 하는 건가요? 고체 폐기물은 어떻게 처리해야 하는 건가요?

A10. 폐수 중에 침전물, 고형물 등은 반드시 제거한 후 수집 용기(장갑, 병, 휴지 등)에 넣습니다. 또한 중금속, 강산, 강염기 등이 폐수에 포함될 경우 폭발 등 안전상 중대한 문제가 초래될 수 있으므로 폐수 수집 용기에 수집하지 말고, 별도의 용기채로 전문수탁업체를 통해 처리하는 것이 좋습니다. 실험하고 남은 가루 시약이나 금속 조각과 같은 고체 폐기물은 폐수 수집 용기가 아닌 별도의 고체 폐기물 수집 용기에 보관하며, 각각의 폐기물에 대한 처리방법은 2장을 참조하시기 바랍니다. 예를 들어 나프탈렌은 가급적 실험에 필요한 양만 구입하여 사용하도록 하며, 실험 후 남은 고체는 모래나 흙 등 비가연성 물질로 흡수시킨 후 고체 폐기물 수집 용기에 보관하여 처리하도록 합니다.

Q11. 폐시약(폐수)을 매년 처리해야 하나요? 폐시약(폐수)을 오랫동안 두어도 괜찮은가요?

A11. 일반적인 과학 수업이나 과학 실험이 진행되었다면 수거가 필요한 정도의 폐수·폐시약이 발생하게 됩니다. 학교의 학급수가 적거나 부득이한 사정으로 인하여 적은 양의 폐수·폐시약이 발생하였을 경우에도 폐수·폐시약의 보관 기간은 1년을 초과하지 않도록 하며 지정폐기물 처리업체나 관할 교육청에 문의하여 처리하도록 합니다.

Q12. 지금 시판되지 않는 시약(예, 사염화 탄소 등)은 어떻게 처리를 해야 하나요?

A12. 현재 시판되지 않고 더 이상 사용하지 않을 것으로 판단되는 시약의 경우에도 해당 시약의 성질과 상태를 파악하여 폐수·폐시약 처리 절차와 지침에 따라 여타 폐수·폐시약과 동일한 방식으로 보관, 처리합니다.

Q13. 시약을 다룰 때 반드시 장갑을 끼고 다루는 것으로 알고 있는데요. 일반 비닐 장갑과 내산 장갑, 라텍스 장갑 등 여러 가지 종류가 있는데 시약마다 사용처가 다른가요?

A13. 화학 물질용 안전 장갑은 1~6의 성능 수준이 있으며, 숫자가 클수록 보호 시간이 길고 성능이 우수합니다. 화학 물질용 안전 장갑은 오른쪽의 화학 물질 방호 그림으로 확인할 수 있고, 사용 물질에 맞는 보호 성능이 있는지 확인해야 합니다. 사용 화학 물질과 제품 인증 화학 물질이 일치하지 않으면 제조사에 정보를 요청해 적합한 것으로 바꾸어 사용해야 합니다. 일반적으로 학교 실험실에서 화학 약품을 다룰 때, 장갑 등은 다음과 같이 사용하는 것이 좋습니다.

- 물을 접촉할 때 : 일회용 장갑, 라텍스 장갑 착용
- 유기 용매를 다룰 때 : 나이트릴 고무 또는 네오프렌 고무로 된 장갑 착용
- 강산 또는 부식성이 강한 약품을 다룰 때 : 플라스틱 또는 고무로 된 앞치마 착용



화학물질
방호그림

Q14. 화학 약품 보관장을 추가로 구입하여 분리 보관하고자합니다. 화학 약품을 보다 상세히 분리 보관하고자 할 때 유의해야 할 사항은 무엇인가요?

A14. 산과 염기는 중화 반응 시 발열 가능성이 있고, 연료 존재 시 화재 위험성이 있으므로 인접한 장소에 보관하지 않습니다. 산과 염기는 가능한 부식이 방지된 약품장(환기 기능)에 따로 보관하는 것이 안전합니다. 밀폐 시약장에서는 증기가 필터와 팬을 부식시킬 가능성이 있습니다. 질산은 가능하면 따로 보관하는 것이 좋습니다. 질산은 산화성이 있어 반응 가능성이 있는 산, 가연성 물질, 할로 탄소 화합물, 아민, 염기, 산화제, 금속, 할로젠, 금속염, 금속 산화물, 환원제, 과산화물, 금속 카바이드, 사이안화물 등과 혼합 금지 물질입니다. 질산 암모늄은 열 및 광분해에 의해 기체 생성 등 폭발성이 있어 유기물과 접촉하지 않도록 주의해야 합니다. 과산화 수소(36% 이상은 제6류 위험물)는 직사광선 및 유기 물질과의 접촉을 피해야 합니다. 구멍이 뚫린 마개를 사용하고, 가능한 낮은 농도의 용액을 사용합니다. 산화성 고체, 물과 반응성이 큰 금속 등과 격리하여 보관합니다.

Q15. 화학 약품에 관한 정보 및 안전교육을 위한 자료는 어디서 얻을 수 있나요?

A15. 화학 약품에 관한 정보 및 안전교육을 위한 정보를 얻을 수 있는 사이트는 다음과 같습니다.

한국화학연구원 교육기부 홈페이지 (<http://bluechemitopia.krict.re.kr>)

한국과학창의재단 사이언스올 (www.scienceall.com)

안전보건공단 화학 물질정보 (<http://msds.kosha.or.kr>)

화학 물질 정보 시스템 (<http://ncis.nier.go.kr>)

화학 물질 안전관리 정보시스템 (<http://kischem.nier.go.kr>)

학교 화학약품 안전관리 매뉴얼

초등용

집필진

김정수 인천광역시교육과학연구원 교육연구사
강인환 인천진산과학고등학교 교사
고민석 서울신남성초등학교 교사
노기종 당곡고등학교 교사
안 달 호덕초등학교 교사
이관호 충남고등학교 교사
이주연 용인동백중학교 교사
황인자 옥련중학교 수석교사

감수위원

공기정 한국화학연구원 화학안전연구·평가센터 센터장
김창복 광주광역시교육청 비상계획관
송영호 대전과학기술대학교 교수
이익모 인하대학교 교수

기획

정윤경 교육부 융합교육지원팀장
한유화 교육부 교육연구사
조향숙 한국과학창의재단 단장
정원선 한국과학창의재단 실장
최혜숙 한국과학창의재단 연구원
박수진 한국과학창의재단 연구원
김을 한국과학창의재단 연구원

인쇄 2016년 12월 21일

발행일 2016년 12월 21일

저작권자 교육부

발행처 한국과학창의재단

편집·디자인

(주)홍커뮤니케이션즈

www.hongcomm.com

(비매품)