

학교 화학 약품 안전관리 매뉴얼

중등용



교육부



한국과학창의재단



교육부



한국과학창의재단



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 | 17 |
| 유해 화학 약품들의 주요 특성 | 19 |
| 화학 약품의 보관장 | 21 |

3.

실험실 폐수, 폐시약, 지정폐기물 관리

| | |
|------------------------|----|
| 실험실 폐수의 처리 기준 및 관리 절차 | 24 |
| 실험실 폐수의 관리 방안 | 25 |
| 실험실 폐시약 및 지정폐기물의 관리 방안 | 29 |

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

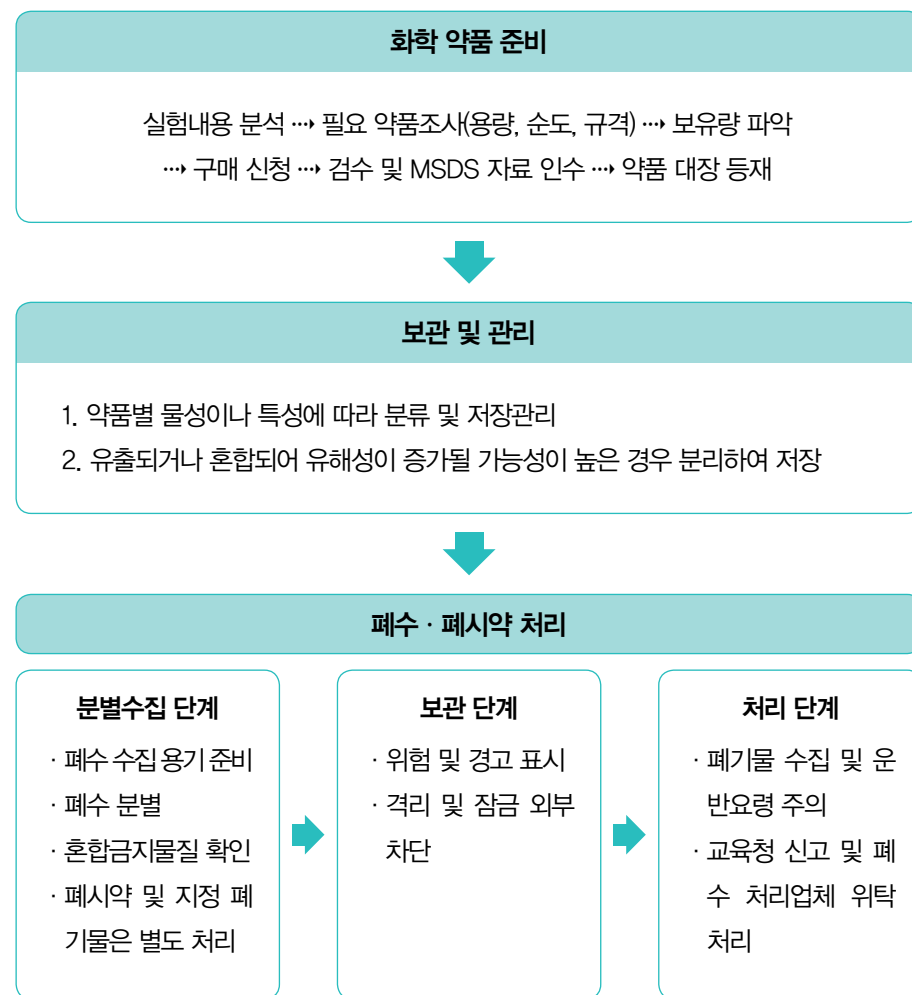
| | | | | | |
|---|----|--|----|--|----|
| 과망가니즈산 칼륨(KMnO ₄) | 44 | 아이오딘(I ₂) | 60 | 질산 은(AgNO ₃) | 78 |
| 과산화 수소(H ₂ O ₂) | 45 | 아이오딘산 칼륨(KIO ₃) | 61 | 질산 칼륨(KNO ₃) | 79 |
| 나트륨(소듐)(Na) | 46 | 아이오딘화 칼륨(KI) | 62 | 질산 구리(Ⅱ)(Cu(NO ₃) ₂) | 80 |
| 나프탈렌(C ₁₀ H ₈) | 47 | 아황산수소 나트륨(NaHSO ₃) | 63 | 질산 나트륨(NaNO ₃) | 81 |
| 다이크로뮴산 칼륨(K ₂ Cr ₂ O ₇) | 48 | 암모니아수(NH ₄ OH) | 64 | 질산 납(Ⅱ)(Pb(NO ₃) ₂) | 82 |
| 리튬(Li) | 49 | 에탄올(C ₂ H ₅ OH) | 66 | 질산 아연(Zn(NO ₃) ₂) | 83 |
| 마그네슘(Mg) | 50 | 염산(HCl) | 68 | 칼륨(포타슘)(K) | 84 |
| 메탄올(CH ₃ OH) | 51 | 염화 구리(Ⅱ)(CuCl ₂) | 70 | 크로뮴산 칼륨(K ₂ CrO ₄) | 85 |
| 산화 칼슘(CaO) | 52 | 염화 암모늄(NH ₄ Cl) | 71 | 탄산 칼슘(CaCO ₃) | 86 |
| 수산화 나트륨(NaOH) | 53 | 염화 칼슘(CaCl ₂) | 72 | 탄산수소 나트륨(NaHCO ₃) | 87 |
| 수산화 바륨(Ba(OH) ₂) | 54 | 염화 코발트(Ⅱ)(CoCl ₂) | 73 | 2-프로판올(C ₃ H ₇ OH) | 88 |
| 수산화 칼륨(KOH) | 55 | 이산화 망가니즈(MnO ₂) | 74 | 헥세인(C ₆ H ₁₄) | 89 |
| 수산화 칼슘(Ca(OH) ₂) | 56 | 인산(H ₃ PO ₄) | 75 | 황산(H ₂ SO ₄) | 90 |
| 아세톤(CH ₃ COCH ₃) | 57 | 질산(HNO ₃) | 76 | 황산 구리(Ⅱ)(CuSO ₄) | 91 |
| 아세트산(CH ₃ COOH) | 58 | 질산 암모늄(NH ₄ NO ₃) | 77 | 황산 아연(ZnSO ₄) | 92 |

부 록

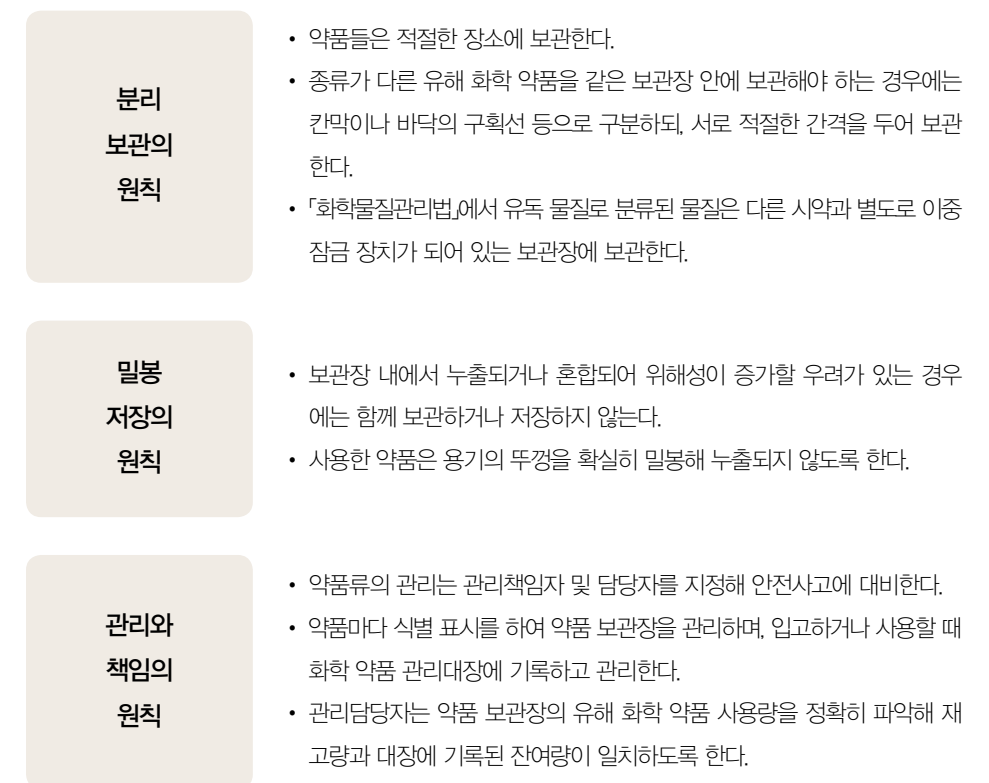
| | |
|----------------|----|
| 화학 약품의 이름 이해하기 | 94 |
| 표준 용액 만들기 | 95 |
| FAQ | 99 |

한 눈에 보는 학교 화학 약품 안전관리

◆ 학교 화학 약품 관리 절차



◆ 화학 약품 관리 일반 원칙



학교 화학 약품의 보관장 관리

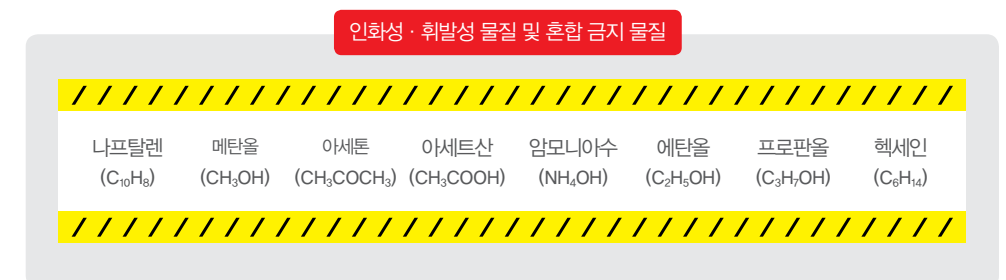
밀폐형 환기식(필터식) 약품장



일반 약품 보관장



가연성 물질 전용 보관장



* '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.

1장

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

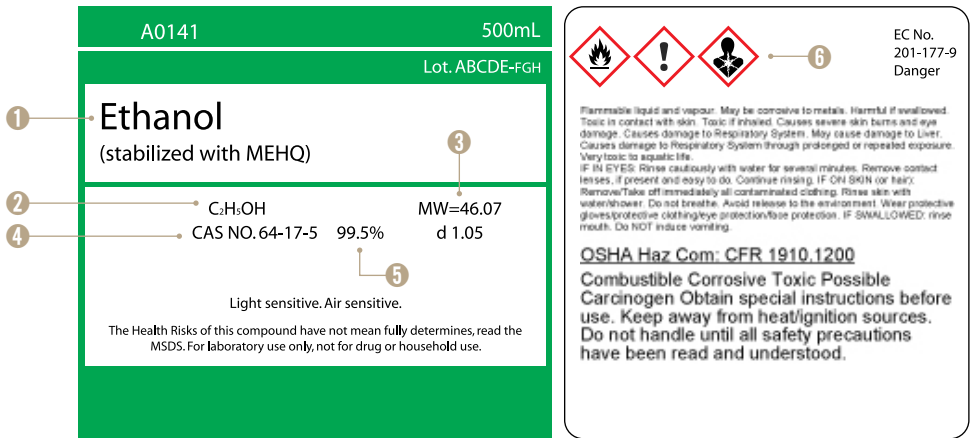
화학 약품을 보관하는 용기나 물질 자료에는 화학약품의 성질과 위험성을 사용자가 쉽게 파악할 수 있도록 그림 문자를 사용한다. 예전에는 나라마다 그림 문자 체계가 달라서 사용자가 혼란을 겪는 경우가 많았다. 화학물질의 분류와 표시의 기준과 방법을 국제적으로 통일시키기 위해 UN이 주도하여 만든 것이 GHS¹⁾이다. GHS 그림 문자는 9가지이며, 9가지 그림 문자를 이해하면 화학약품의 성질과 위험성을 쉽게 파악할 수 있다.

| 그림문자와 특징 | 해당 물질 | 특징 | 물질 예 |
|---|--|--|-----------------------------------|
|  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. 화학약품 보관 용기의 레이블에 담긴 정보 이해하기

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



1 물질 이름

화학약품의 이름이 한글이나 영어로 표기되어 있음

2 화학식

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

3 화학식량

화학약품 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 화학물질의 고유 번호이며, 모든 화학물질을 중복 없이 찾을 수 있도록 함

5 순도/농도

보관 용기에 담겨 있는 화학약품의 순도나 농도 등을 표시함

6 그림 문자

화학약품의 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 화학물질을 중복 없이 찾을 수 있도록 한다. 현재 CAS에는 1억2백만개 이상의 화학물질이 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 화학물질을 안전하게 취급하기 위하여 사용자에게 필요한 정보를 제공함으로써 화학물질에 의한 산업 재해나 직업병을 예방하기 위한 자료이다. MSDS에는 화학물질의 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


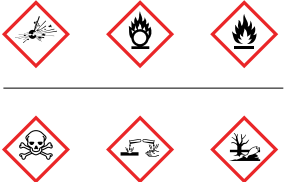



- 한국산업안전보건공단(<http://www.kosha.or.kr>)
- MSDS 포털사이트(<http://ilpi.com/msds/>)

Click Here !



tip

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 화학 약품의 보관 및 관리

2.1. 화학 약품의 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, 탄소분, 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 |
| 유기 화합물 | 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 |
| | 탄수화물 | 포도당, 설탕, 전분, 아라비아 고무, 한천, 젓당, 덱스트린 |
| | 유기산염 | 아세트산, 주석산, 폼산, 옥살산, 시트로산(구연산), 타닌산, 살리실산, 아세트산 알루미늄 |
| | 유지 | 아자유, 쇠기름, 올리브유, 피마자유, 아마유, 목랍 |
| 특수약품 | 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) |



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 대한화학회에서는 ‘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 마찰하 면 폭발 위험성이 있는 것 | 탄소, 황, 유기물과 섞이지 않게 각각 단독으 로 다른 병에 보관 | 과망가니즈산 칼륨, 염소산 칼륨, 질산 칼륨 |
| 극약 | 약품장의 별도 칸에 보관하거나 별도의 캐비 닛에 넣어 보관하되 반드시 이중 잠금 장치 를 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 (H₃PO₄) 질산 (HNO₃) 황산 (H₂SO₄)

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 (KMnO₄) 과산화 수소 (H₂O₂) 아이오딘 (I₂)
아이오딘산 칼륨 (KIO₃) 아이오딘화 칼륨 (KI) 질산 은 (AgNO₃)
질산 칼륨 (KNO₃) 크로뮴산 칼륨 (K₂CrO₄) 다이크로뮴산 칼륨 (K₂Cr₂O₇)

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 화학약품 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 변화하는약품들의 경우에도 냉장 보관을 해야 하므로 전용 냉장고가 필요하다.



화학약품의 보관장에 따른 약품 분류(예시)

| 보관장 유형 | 화학약품 분류 | | | |
|---------------|---------|------------------------------------|---|---|
| 밀폐형 약품장 | 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 |
| | | 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) |
| | 하단 ↓ | 금속 | 나트륨(소듐)(Na) 리튬(Li) | 마그네슘(Mg) 칼륨(포타슘)(K) |
| 가연성 물질 전용 보관장 | | 인화성 · 휘발성 물질 | 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) |
| 일반 약품 보관장 | | 무기 화합물 유기 화합물 (위험성이 낮은 고체약품) | 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) | 질산 납(Ⅱ)(Pb(NO ₃) ₂) 질산 아연(Zn(NO ₃) ₂) 탄산 칼슘(CaCO ₃) 황산 아연(ZnSO ₄) 황산 구리(Ⅱ)(CuSO ₄) 탄산수소 나트륨(NaHCO ₃) 백반(KAl(SO ₄) ₂) 시트르산(C ₆ H ₈ O ₇) 페놀프탈레인용액 |

※ ‘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

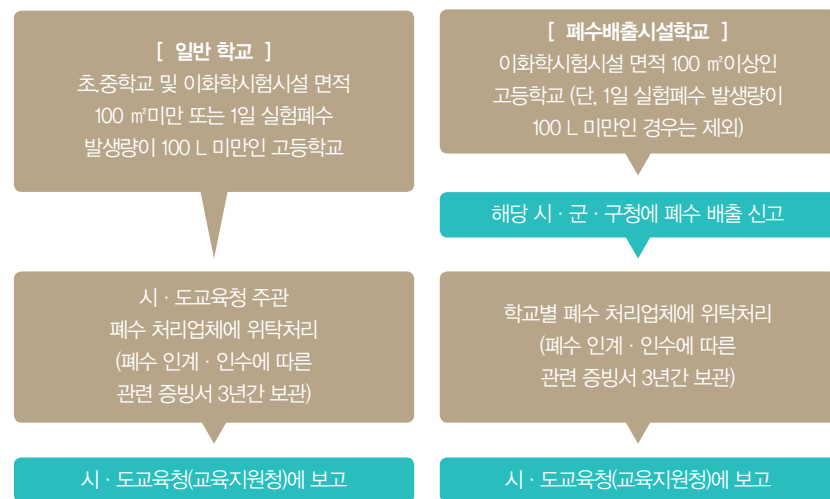
실험실에서는 사용하고 남은 시약들과 폐기물들이 발생한다. 성질이 다른 잔류 시약들이 한 곳에 모이면 폭발, 열, 유해 가스 등이 발생하여 사고로 이어질 수 있다. 따라서 실험실에서 발생한 실험실 폐수, 폐시약, 지정폐기물들의 의미를 알고 절차에 맞게 분류하여 수집 및 배출하여야 한다.

폐수 처리를 위해 학교에서 해야 할 일

- 실험실 폐수 처리 계획 수립 및 관리체계를 강화한다.
- 실험실 폐수 관리대장을 작성하고 관리한다.(서식1, 30쪽)
- 월 1회 이상 실험실 폐수 처리 자체 점검표를 작성하고 관리한다.(서식2, 31쪽)

실험실 폐수³⁾의 처리 절차

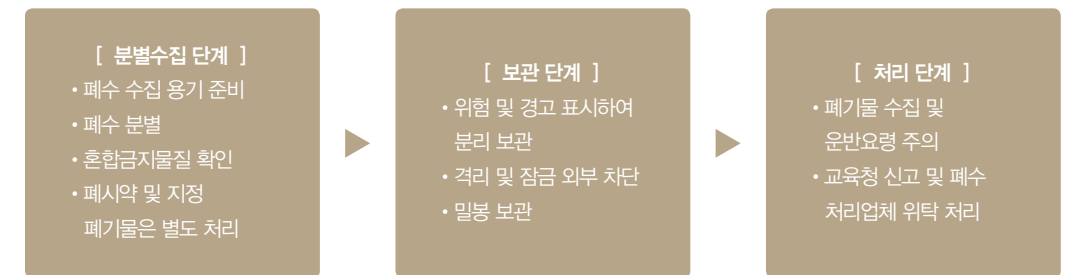
학교는 폐수 발생 단계에서 처리 단계까지 폐수 관리대장을 기록 및 비치하고, 안전하게 관리하여야 한다. 학교가 자체적으로 수질 오염방지시설을 운영하거나, 학교 자체계획에 의해 폐수를 위탁·처리한 학교도 시·도교육청에 결과를 보고한다.



〈 실험실 폐수 처리 절차 〉

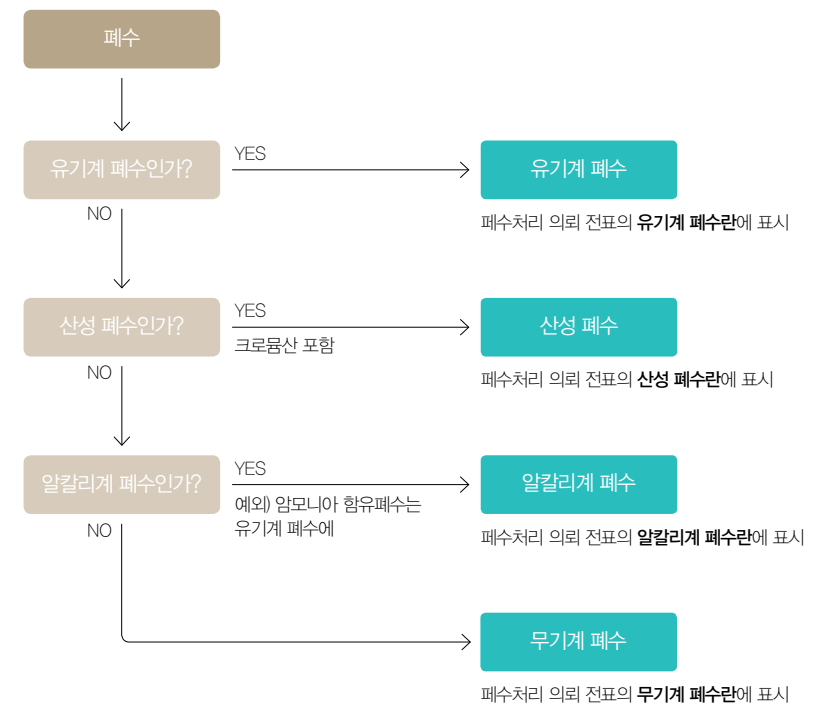
3) 근거: 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제2조 7호, 8호, 10호, 동법 시행규칙 제3조, 4조, 6조

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.



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.



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)



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



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>)



3.3. 실험실 폐시약 및 지정폐기물의 관리 방안

실험실 폐수, 폐시약, 지정폐기물 처리 보다 중요한 것은?

- ▶ 적은 양의 사용으로 버리는 양을 최소화한다.
- ▶ 시약을 구입할 때 필요한 만큼만 구입한다.

학교 실험실에서 발생하는 시약병의 잔류 시약과 폐유, 고체 폐기물 등의 지정폐기물을 분별, 수집할 때는 다음과 같은 점에 유의해야 한다.

- 실험실 폐수와 함께 폐수 수집 용기에 수집하거나 다른 통에 옮겨 담지 않는다.
- 시약병에 남아있는 잔류 시약을 폐기할 때는 시약을 다른 통에 옮겨 담지 말고 수거 시까지 원래 용기에 함께 보관한다.
- 폐시약병은 전량 수거하여 보관하였다가 위탁업체를 통해 처리한다.
- 시약병이나 폐기물 용기는 직사광선을 피하고 통풍이 잘 되며 학생들의 손이 닿지 않는 장소를 지정하여 보관한다.



실험실 폐수, 폐시약, 지정폐기물의 정의

- 실험실 폐수 : 폐수는 물에 액체성 또는 고체성 수질 오염물질이 혼입되어 그대로 사용할 수 없는 물을 의미한다(수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제2조 제4호). 실험실 폐수는 학교 실험실에서 실험·실 후 발생한 시약이 포함된 물로 정의할 수 있다.
- 폐시약 : 보관 중인 각종 시약 가운데 사용 기간이 상당히 경과하여 올바른 화학 반응을 기대하기 어려운 노후 시약을 의미한다.
- 지정폐기물 : 사업장폐기물 중 폐유·폐산 등 주변 환경을 오염시킬 수 있거나 의료폐기물 등 인체에 위해를 줄 수 있는 유해한 물질을 의미한다(폐기물관리법 제2조 제4호).
 - 시약병에 남아있는 액체 및 고체 시약 : 폐산, 폐염기(알칼리), 폐유독물, 폐유기용제 등
 - 실험 과정에서 발생하는 고체 폐기물 : 폐산, 폐염기(알칼리), 폐유독물, 폐유기용제 등
 - 실험 과정에서 용수가 혼합되지 않고 발생하는 폐유 : 엔진 오일, 윤활유 등

〈 서식1 〉

실험 · 실습 폐수(폐시약) 관리대장(예시)

폐수 성상별 종류 _____

(단위: L, g)

[illegible]

〈 서식2 〉

실험실 폐수 처리 자체 점검표(예시)

점검일 : 20 . . .

점검자: 과학부장 성명: (인)

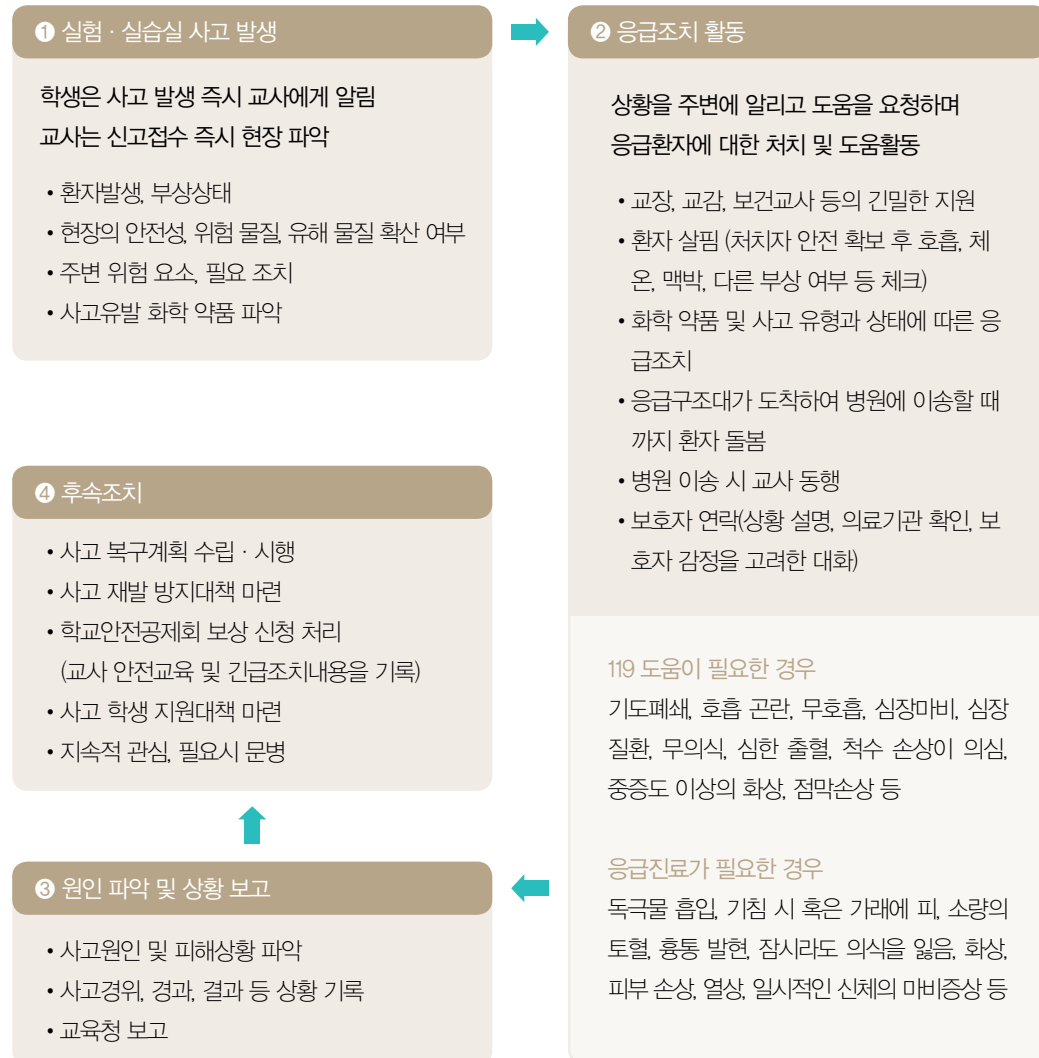
확인자: 교감 성명: (인)

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

4

화학 약품에 의한 안전사고
대응체계와 유형별 대처방안

4.1. 화학 약품에 의한 안전사고 대응체계



4.2. 사고예방을 위한 실험수업 과정별 조치

수업 전

- 구급약품과 소화기의 위치와 사용법을 지도한다.
- 시약이나 장비를 다룰 때의 주의사항 지도를 철저히 한다.
- 사전 실험을 실시하여 발생할 수 있는 사고를 미연에 방지한다.
- 실험 종류에 따라 실험복, 마스크, 보안경 등 착용을 지도한다.
- 학생은 교사의 지시 없이 독단적인 실험을 하지 않도록 지도한다.
- 임의로 시약을 가져다 학생들끼리 실험을 하지 않도록 주의를 준다.
- 교사의 지시 없이 함부로 시약의 맛을 보거나 냄새를 맡지 않도록 지도한다.
- 교사는 실험 중에는 실험실에 상주하고, 안전사고 발생에 주의를 기울인다.

수업 중

- 교사가 교실을 이탈하는 일이 없도록 한다.
- 폐기물은 안내된 처리 방법에 따라 처리한다.
- 유독한 물질을 다룰 때 입으로 피펫을 빨지 않도록 한다.
- 대부분의 시약은 유독하므로 함부로 맛보지 않도록 한다.
- 연료나 화기를 다룰 때는 주변에 탈 수 있는 물질이나 열원이 없도록 한다.
- 시험관을 가열할 때는 입구 부분이 사람을 향하지 않도록 한다.
- 시약 조제 후 보관 시 시약명, 제조일자, MSDS 정보를 기록한 레이블을 붙인다.
- 학생들이 자리를 이탈하여 돌아다니거나 잡담, 장난을 하지 않도록 지도한다.
- 시약을 맨손으로 만지거나 시약병을 실험실 내에서 들고 돌아다니지 않도록 한다.
- 시약을 덜어낼 때는 반드시 레이블을 확인하고 쓰고 남은 것은 원래 시약병에 넣지 않도록 지도한다.

수업 후

- 실험실 안전 점검 및 잠금 장치를 확인한다.
- 쓰레기통의 쓰레기는 당일 수거하여 버린다.
- 전기 공급원, 전열 플러그, 가스 밸브의 개폐 여부를 확인한다.
- 실험이 끝나면 시약, 기구 등을 원래의 위치에 정리 정돈한다.
- 알코올램프의 연료와 야외 가스레인지의 연료를 제거하고 보관했는지 점검한다.
- 폐시약이나 오염된 물건은 오·폐기물 처리 규정에 맞게 처리했는지 확인한다.
- 쓰레기통에 화재 유발이나 반응 가능 물질이 버려져 있는지 확인한다.
- 교사는 모든 점검을 마치고 마지막으로 문단속을 확인하면서 나간다.

4.3. 화재가 났을 때

사고 사례 유형

- 자연발화하기 쉬운 물질이 다른 인화성 물질과 함께 쓰레기통에 버려지는 경우
- 알코올램프를 부주의하게 다루 켜뜨리거나, 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 사용해서 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 보안경은 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 고정한 후 병원으로 신속히 이송한다.



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.



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 화학약품 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.
- 화학약품 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.

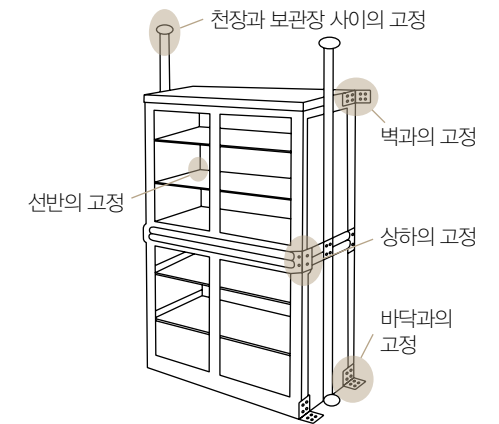
4.10. 지진이 일어났을 때

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.

2장

시약별 특징 및 주의사항

- | | |
|--|--|
| • 과망가니즈산 칼륨(KMnO_4) | • 아세트산(CH_3COOH) |
| • 과산화 수소(H_2O_2) | • 아이오딘(I_2) |
| • 나트륨(소듐)(Na) | • 아이오딘산 칼륨(KIO_3) |
| • 나프탈렌(C_{10}H_8) | • 아이오딘화 칼륨(KI) |
| • 다이크로뮴산 칼륨($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) | • 아황산수소 나트륨(NaHSO_3) |
| • 리튬(Li) | • 암모니아수(NH_4OH) |
| • 마그네슘(Mg) | • 에탄올($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) |
| • 메탄올(CH_3OH) | • 염산(HCl) |
| • 산화 칼슘(CaO) | • 염화 구리(II)(CuCl_2) |
| • 수산화 나트륨(NaOH) | • 염화 암모늄(NH_4Cl) |
| • 수산화 바륨($\text{Ba}(\text{OH})_2$) | • 염화 칼슘(CaCl_2) |
| • 수산화 칼륨(KOH) | • 염화 코발트(II)(CoCl_2) |
| • 수산화 칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$) | • 이산화 망가니즈(MnO_2) |
| • 아세톤(CH_3COCH_3) | • 인산(H_3PO_4) |

- 질산(HNO_3)
- 질산 암모늄(NH_4NO_3)
- 질산 은(AgNO_3)
- 질산 칼륨(KNO_3)
- 질산 구리(II)($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$)
- 질산 나트륨(NaNO_3)
- 질산 납(II)($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)
- 질산 아연($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$)
- 칼륨(포타슘)(K)
- 크로뮴산 칼륨(K_2CrO_4)
- 탄산 칼슘(CaCO_3)
- 탄산수소 나트륨(NaHCO_3)
- 2-프로판올($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$)
- 헥세인(C_6H_{14})
- 황산(H_2SO_4)
- 황산 구리(II)(CuSO_4)
- 황산 아연(ZnSO_4)



과망가니즈산 칼륨 (KMnO₄)

Potassium Permanganate

물에 잘 녹는 적자색의 결정으로, 염산과 반응하여 염소를 발생하고 진한 황산에 의하여 폭발할 수 있다. 염소와 함께 상수도의 살균과 수질 검사, 정수 과정에서 미생물에 기인하는 나쁜 맛의 제거 등에 사용된다.

상태 : 진한 보라색의 냄새가 나지 않는 결정

CAS No. : 7722-64-7

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



삼키면 유해함



심한 피부 화상 및 눈 손상 유발



태아 또는 생식 능력에 손상 유발

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 이온의 이동 실험 : 질산 칼륨 수용액을 적신 거름 종이 한 가운데에 과망가니즈산 칼륨 수용액을 떨어뜨린 후 전류를 흘려주어 보라색의 과망가니즈산 이온의 이동을 확인한다.

• 사고유형

- 실험 중 눈이나 피부에 묻으면 자극이나 손상을 유발할 수 있다.
- 강한 산화제로, 화기에 노출되면 화재를 일으킬 수 있다.

• 주의사항

- 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 눈이나 피부에 묻지 않도록 주의한다.
- 화재를 키울 수 있으므로 화기에 노출되지 않도록 주의한다.

관리 및 처리 방안

• 시약 보관 방법

- 가연성 물질 또는 산화되기 쉬운 물질과 격리하고 빛을 차단해 밀폐하여 보관한다.

• 폐수 처리 방안

- 수생 생물에 매우 유독한 물질이므로 배수구에 배출하지 않도록 주의하며, 남은 용액은 다량의 물로 희석하여 무기계 폐수통에 보관한 후 처리한다.

화학 반응을 이용하여 불을 피울 수 있을까?

수산화기(-OH)를 가지고 있는 몇 가지 물질들은 과망가니즈산 칼륨과 격렬히 반응한다. 과망가니즈산 칼륨은 생존 키트에서 불을 일으키는 도구로 사용된다. 예를 들어, 과망가니즈산 칼륨과 글리세롤을 혼합하면 즉시 발화한다.

과산화 수소 (H₂O₂)

Hydrogen Peroxide

시판되는 과산화 수소 시약은 약 30 % 과산화 수소수이며, 묽은 과산화 수소수로 구입하는 경우 주로 10 % 농도이다. 물 분자에 산소 원자 하나가 더 결합된 화합물로, 분해하면 산소가 발생하고 물이 되므로 강한 산화 작용이 있다. 대개 3 % 정도의 수용액을 만들어 표백제, 소독제, 산화제 등으로 쓰인다.

상태 : 무색의 냄새가 나지 않는 액체

CAS No. : 7722-84-1

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



심한 피부 화상 및 눈 손상 유발



흡입하면 치명적임



암을 일으킬 수 있음

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 촉매에 따른 반응 속도 실험 : 과산화 수소수에 이산화 망가니즈, 묽은 인산 등 촉매의 종류를 변화시켜가며 과산화 수소 분해 속도를 비교한다.

• 사고유형

- 과산화 수소수가 손에 묻어 손바닥이나 손끝에 화상을 입을 수 있다.
- 과산화 수소수가 눈이나 피부 등에 묻으면 피부가 갈라지면서 따끔거릴 수 있다.

• 주의사항

- 실험복과 보호 장갑, 보안경을 착용하여 눈이나 피부에 묻지 않도록 주의한다.
- 시판용 과산화 수소수는 반드시 묽혀서 사용하여야 한다.
- 과산화 수소 분해 반응 시 반응 용기를 수조 안에 넣고 반응시키며, 발생한 거품은 만지지 않는다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 주의사항

- 과산화 수소를 희석할 때에는 다량의 물에 과산화 수소를 조금씩 넣어가며 묽힌다.

• 시약 조제 후 보관 방법

- 사용 후 남은 용액은 온도가 낮고 어두운 곳에 보관하고, 폭발을 방지하기 위하여 뚜껑을 완전히 밀폐하지 않는다.

• 폐수 처리 방안

- 반응이 종료된 후, 이산화 망가니즈가 용기 바닥에 남아있는 경우에는 물질을 분리하여 고형 폐기물로 처리한다.
- 과산화 수소 분해 반응 종료 후, 남은 폐수는 무기계 폐수통에 여러 번 행구어 버리고 잔류 기체가 빠져나갈 수 있도록 꼭 닫아두지 않는다.

나트륨(소듐) (Na)

Sodium

알칼리 금속 중 하나로 칼로 자를 수 있을 정도로 무르고, 은백색이며, 반응성이 아주 크다. 나트륨은 공기 중의 산소와 빠르게 반응하여 산화물을 만들며, 물과는 격렬히 폭발적으로 반응하여 수소 기체를 발생시킨다.

상태 : 은백색의 냄새가 나지 않는 고체

그림문자

CAS No. : 7440-23-5



MSDS



유해/위험성 정보



심한 피부 화상 유발



심한 눈 손상 유발

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 알칼리 금속의 반응성 실험 : 칼로 작게 자른 나트륨 조각을 물에 떨어뜨려 반응을 관찰한다.
- 사고유형
 - 나트륨 조각을 손으로 만져 상처가 날 수 있다.
 - 물이 고여 있는 실험대에 학생이 임의로 가져간 나트륨 조각이 떨어져 폭발적으로 반응해 화재가 발생할 수 있다.
- 주의사항
 - 물과의 반응성이 크므로 가급적 습도가 높은 장마철에는 관련 실험을 하지 않는다.
 - 물과 반응시킬 때에는 나트륨 조각이 쌀알 크기보다 작아야 하며, 반응성이 매우 크므로 주의한다. (나트륨 금속을 집는 핀셋이나 칼 등에 물기가 묻어

있지 않도록 한다.)

- 실험 후 남은 나트륨 조각은 학생들이 임의로 다루지 않도록 전량 회수한다.

관리 및 처리 방안

- 시약 보관 방법
 - 알칼리 금속(리튬, 나트륨, 칼륨 등)은 상온에서 물과 반응하여 수소를 발생시키므로 알칼리 금속과 반응성이 없는 석유나 파라핀 오일에 넣어 보관한다.
- 폐수 처리 방안
 - 실험 잔량이 남지 않도록 주의하며, 잔량이 남은 경우 알코올에 넣어 모두 반응시키고 사용한 알코올은 유기계 폐수통에 보관 후 처리한다.

나프탈렌 (C₁₀H₈)

Naphthalene

화장실에서 진한 냄새를 풍기며 크기가 점점 줄어들고 있는 나프탈렌을 본 적이 있을 것이다. 이러한 현상이 일어나는 이유는 대부분의 물질이 열을 얻어 고체, 액체, 기체로 상태가 변하는데 비해 나프탈렌은 상온(25℃)에서 바로 고체에서 기체로 상태 변화가 일어나는 승화성 물질이기 때문이다.

상태 : 흰색의 증약향이 나는 고체

그림문자

CAS No. : 91-20-3



MSDS



유해/위험성 정보



삼키면 유해함



피부 접촉 시 알레르기 반응 유발



암을 일으킬 수 있음

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 녹는점 측정 실험 : 고체 나프탈렌을 가열하면서 온도를 측정한다.
- 사고유형
 - 인화성 물질이므로 직접 가열하는 경우 화재의 위험이 있다.
 - 나프탈렌 증기에 오래 노출되면 구토나 어지러움을 유발할 수 있다.
- 주의사항
 - 실험복을 입고 보안경, 보호 장갑을 착용하여 눈이나 피부에 묻지 않도록 주의한다.
 - 물 중탕하여 서서히 가열하여 녹인다.
 - 나프탈렌 증기를 흡입하지 않도록 주의하며 반드시 환기가 잘 되는 곳에서 실험한다.

관리 및 처리 방안

- 나프탈렌은 가급적 실험에 필요한 양만 구입하여 사용하도록 하며, 실험 후 남은 고체는 모래나 흙 등 비가연성 물질로 흡수시킨 후 고형 폐기물로 처리한다.

나프탈렌 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, 어지러움, 구토, 설사, 혈뇨나 황달에 걸릴 수도 있다.

다이크로뮴산 칼륨 ($K_2Cr_2O_7$)

Potassium Dichromate

알코올에는 녹지 않지만 물에는 잘 녹는 성질이 있다. 강력한 산화제로 화학적 산소 요구량(COD) 측정 등의 적정용 분석 시약으로 사용된다. 그 외 크로뮴 도금, 매염제, 사진 인쇄 등 용도가 다양하다.

상태 : 밝은 오렌지색 고체

CAS No. : 7778-50-9

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



삼키면 유독함



피부에 심한 화상과 눈 손상 유발



흡입 시 천식 또는
호흡 곤란을 일으킴

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 농도 변화에 따른 평형 이동 실험 : 다이크로뮴산 칼륨 수용액에 수산화 나트륨 수용액 또는 묽은 염산을 떨어뜨리며 색 변화를 관찰한다.
- 사고유형
 - 실험 중 눈이나 피부에 묻으면 자극이나 손상을 유발할 수 있다.
- 주의사항
 - 실험복과 보호 장갑, 보안경을 착용하며 환기가 잘 되는 곳에서 실험한다.
 - 실험 중 가연성 물질이나 열과의 접촉을 피한다.

관리 및 처리 방안

- 시약 보관 방법
 - 환기가 잘 되는 곳에 단단히 밀폐하여 보관한다.
- 폐수 처리 방안
 - 무기계 폐수통에 보관 후 처리한다.

음주 측정기로 혈중 알코올 농도 측정하는 원리

예전에 많이 사용한 풍선식 음주 측정기에는 다이크로뮴산 칼륨이 들어있다. 알코올이 오렌지 색의 다이크로뮴산 칼륨과 만나면 아세트산으로 산화되면서 다이크로뮴산 이온을 녹색의 크로뮴산 이온으로 환원시킨다. 알코올 양에 따라 녹색으로 바뀌는 정도가 달라지기 때문에 이를 분광계로 분석하면 혈중 알코올 농도를 계산할 수 있다.

리튬 (Li)

Lithium

휴대폰, 컴퓨터 배터리의 원료로서, 전 세계 매장량 가운데 75 %가 소금 호수에서 추출되며, 나머지 25 %는 광석에서 추출된다. 20세기 후반부터 리튬 전지의 (+)극 물질로 사용되어 휴대용 전자 제품의 혁신을 가져왔다.

상태 : 은백색의 냄새가

나지 않는 고체

CAS No. : 7439-93-2

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



심한 피부 화상 유발



심한 눈 손상 유발

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 알칼리 금속의 반응성 실험 : 칼로 작게 자른 리튬 조각을 물에 떨어뜨려 반응을 관찰한다.
- 사고유형
 - 리튬 조각을 손으로 만져 상처가 날 수 있다.
 - 물에 리튬을 많이 넣으면 폭발적으로 반응하여 화재 사고가 발생할 수 있다.
- 주의사항
 - 리튬 금속을 임의로 가져가지 않으며 리튬 금속을 집는 핀셋이나 칼 등에 물기가 묻어 있지 않도록 한다.
 - 물과 반응시킬 때 리튬 조각이 쌀알 크기보다 작아야 하며, 반응성이 매우 크므로 주의한다.

관리 및 처리 방안

- 금속 보관 방법
 - 알칼리 금속(리튬, 나트륨, 칼륨 등)은 상온에서 물과 반응하여 수소를 발생시키므로 알칼리 금속과 반응성이 없는 석유나 파라핀 오일에 넣어 보관한다.
- 폐수 처리 방안
 - 실험 잔량이 남지 않도록 주의하며, 잔량이 남은 경우 알코올에 넣어 모두 반응시킨 후 사용한 알코올은 유기계 폐수통에 보관 후 처리한다.

마그네슘 (Mg)

Magnesium

철과 알루미늄 다음으로 많이 쓰이는 구조물의 원료이다. 금속 마그네슘은 공기에 노출되면 금속 광택을 잃게 되나, 이때 생긴 얇은 산화 마그네슘(MgO) 보호 피막으로 인해 부식을 방지할 수 있다.

상태 : 회색의 고체, 분말

CAS No. : 7439-95-4

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



피부 자극 및 눈에 심한 자극 유발



호흡기계 자극을 일으킬 수 있음

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 산의 세기 비교 실험 : 묽은 염산과 아세트산 수용액에 마그네슘 리본을 넣고 수소 기체 발생 정도를 비교한다.
- 사고유형
 - 미세한 마그네슘 분말은 가연성이 매우 크고 공기 중에서 폭발의 위험이 있다.
 - 묽은 염산과 마그네슘 반응에서 반응이 격렬히 일어나 용액이 튀어 화상을 입을 수 있다.
- 주의사항
 - 공기 중에 오래 노출된 마그네슘은 사포로 피막을 벗겨낸 후 사용한다.
 - 분말 형태의 마그네슘은 반응성이 매우 크므로 작은 조각 상태로 준비하여 사용한다.

- 마그네슘을 묽은 염산에 과량 넣으면 열이 많이 발생하므로 주의하고, 수소 기체가 발생하므로 열이나 스파크 등을 멀리한다.

관리 및 처리 방안

- 시약 보관 방법
 - 환기가 잘 되고 건조한 곳에 단단히 밀폐하여 보관한다.
- 폐수 및 폐기물 처리 방안
 - 묽은 염산과의 반응 후 남은 용액은 탄산 칼슘, 탄산수소 나트륨 등의 약염기성 물질로 중화시킨 뒤 무기계 폐수통에 보관 후 처리한다.
 - 마그네슘 금속 고체 처리 시 주의하고 금속 고체 폐기물통에 보관 후 처리한다.

메탄올 (CH₃OH)

Methanol

알코올 중 가장 간단한 화합물로 나무에서 뽑아낸다고 '목정(木精)'이라고도 한다. 끓는점이 64℃로 에탄올보다 낮은 편이며, 휘발성이 강하고 가연성, 유독성이 있는 액체이다.

상태 : 무색의 알코올 냄새가 나는 액체

CAS No. : 67-56-1

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



심한 눈 자극 유발



호흡기계 자극 유발



태아 또는 생식 능력에 손상 유발

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 혈구 관찰 실험 : 혈구 관찰 시 백혈구를 고정하기 위해서 슬라이드 글라스에 메탄올을 가한다.
- 사고유형
 - 인화성 물질이므로 화기에 노출될 시 화재가 발생할 수 있다.
 - 실험 과정에서 메탄올이 눈이나 피부에 묻어 자극을 일으킬 수 있다.
 - 메탄올에 오래 노출되면 눈이나 호흡기계에 자극이 될 수 있다.
- 주의사항
 - 끓는점 측정 실험 시 메탄올 증기에 불이 붙을 수 있으므로 끓을 때 발생한 증기가 바로 찬물이 담긴 시험관으로 가도록 장치한다.

- 실험 장치 주변에 열원이나 스파크, 인화성 물질 등을 멀리한다.
- 증기를 직접 흡입하지 않도록 주의하며 환기가 잘 되는 곳에서 실험한다.

관리 및 처리 방안

- 시약 보관 방법
 - 서늘하고 건조하며 환기가 잘 되는 곳에 밀폐하여 보관한다.
- 폐수 처리 방안
 - 소량인 경우 다량의 물로 희석하여 방출한다.
 - 남은 용액은 다량의 물로 희석하여 유기계 폐수통에 보관 후 처리한다.

산화 칼슘 (CaO)

Calcium Oxide

석회 또는 생석회라고도 한다. 물과 반응하면 발열하여 수산화 칼슘을 생성한다. 석회 비료, 시멘트, 표백제 등 다양한 용도로 쓰이며 염기성이 강해 흡입하면 위험하다.

상태 : 흰색의 냄새가 나지 않는 고체

CAS No. : 1305-78-8

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



기도로 들어가면 치명적임



심한 피부 화상 및 눈 손상 유발



내부 장기에 손상 유발

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 발열 반응 실험 : 산화 칼슘에 물을 조금씩 가하면 온도 변화를 관찰한다.
- 사고유형
 - 산화 칼슘 가루가 날려 눈에 들어갈 수 있다.
 - 발열 반응에 의해 뜨거워진 반응 용기를 맨 손으로 만져 화상을 입을 수 있다.
- 주의사항
 - 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 반응 물질이 눈이나 피부에 닿지 않도록 주의한다.
 - 산화 칼슘과 물이 반응할 때 많은 열이 방출되므로 화상을 입지 않도록 주의한다.
 - 눈에 들어갔을 때에는 손으로 비비지 말고 흐르는 물로 씻어낸 후 병원진료를 받는다.

관리 및 처리 방안

- 시약 보관 방법
 - 서늘하고 건조한 곳에 밀폐하여 보관한다.
- 폐시약 처리 방안
 - 무기계 폐시약통에 보관 후 처리한다.

구제역과 생석회(산화 칼슘) 이야기

구제역이 발생하면 매몰지 소독을 위해 생석회(산화 칼슘)를 뿌린다. 생석회가 물과 발열 반응(보통은 200℃ 정도로 발열되나 문헌상 380℃까지 가능)을 일으켜 바이러스를 죽이고, 반응 결과 수산화 칼슘으로 변해 강 염기성이 되어 2차 소독 효과를 나타낸다. 생석회를 뿌린 곳에 산성 소독제를 사용하면 수산화 칼슘이 중화돼 효과가 없어지므로 주의하여야 한다.

수산화 나트륨 (NaOH)

Sodium Hydroxide

대표적인 강염기 물질로 가성 소다라고도 한다. 공기 중의 수분을 흡수해 스스로 녹는 조해성이 있고 단백질을 녹이는 성질이 있으므로 손으로 만지면 위험하다.

상태 : 흰색의 냄새가 나지 않는 고체

CAS No. : 1310-73-2

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



심한 피부 화상 유발



심한 눈 손상 유발



내부 장기에 손상 유발

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 물의 전기 분해 실험 : 수산화 나트륨 수용액에 전류를 흘려주어 양극에서 발생한 기체를 관찰한다.
 - 중화 반응(적정) 실험 : 묽은 염산에 수산화 나트륨 수용액을 떨어뜨려 지시약의 색 변화 또는 반응열의 변화를 관찰하여 중화점을 찾아낸다.
- 사고유형
 - 시약이 피부에 묻었을 경우 따끔거리거나 피부가 발갛게 부어올 수 있다.
 - 수산화 나트륨을 물에 녹일 때 많은 열이 발생하므로 화상을 입을 수 있다.
 - 묽은 염산과의 중화 반응 시에도 많은 열이 발생할 수 있다.
- 주의사항

- 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 눈이나 피부에 묻지 않도록 주의한다.
- 묽은 염산과의 중화 반응에서 많은 열이 발생할 수 있으므로 화상을 입지 않도록 주의한다.
- 눈이나 피부에 묻었을 경우 즉시 흐르는 물로 씻어낸다.

관리 및 처리 방안

- 시약 조제 시 주의사항
 - 조해성이 있으므로 시약을 사용한 즉시 악품 용기의 뚜껑을 닫는다.
 - 물에 용해 시 많은 열이 발생하므로 다량의 물에 용질을 넣고 천천히 저어 가며 녹인다.
- 폐수 처리 방안
 - 묽은 산으로 중화한 후 무기계 폐수통에 처리한다.

수산화 바륨 (Ba(OH)₂)

Barium Hydroxide

보통은 Ba(OH)₂ · 8H₂O로 생성되고, 진공 속에서 건조시키면 Ba(OH)₂ · H₂O가 되며 무수물은 얻기 어렵다. 다른 알칼리 토금속의 수산화물보다 물에 잘 녹는데, 수용액은 강한 염기성을 나타낸다.

상태 : 고체(분말)

그림문자

MSDS

CAS No. : 17194-00-2



유해/위험성 정보



삼키면 유해함



눈과 피부에 심한 손상을 일으킴



호흡기계 자극을 일으킬 수 있음

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 앙금 생성 반응 실험 : 수산화 바륨 수용액에 탄산 나트륨 수용액 등의 용액을 떨어뜨려 앙금이 생성되는지 여부를 확인한다.
- 흡열 반응 실험 : 나무판에 물을 적신 후 수산화 바륨과 염화 암모늄을 넣은 반응 용기를 올려 놓고 나무판 위의 물의 상태 변화를 관찰한다.

• 사고유형

- 강염기성 물질로 자극적이고 독성이 강하므로 눈이나 피부에 묻어 자극을 일으킬 수 있다.
- 수산화 바륨과 염화 암모늄 반응 시 자극성이 강한 암모니아 기체가 발생하여 두통이나 호흡이 곤란할 수 있다.

• 주의사항

- 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 눈이나 피부에 묻지 않도록 주의한다.
- 수산화 바륨과 염화 암모늄 실험 시 반드시 환기가 잘 되는 곳에서 실험하며 한꺼번에 과량의 기체를 흡입하지 않도록 주의한다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 주의사항

- 용액이 튀지 않도록 다량의 물에 용질을 넣고 천천히 저어 가며 녹인다.

• 시약 보관 방법

- 사용 후 남은 용액은 시약 이름, 농도, 조제일자 표시한 후 밀폐하여 보관한다.

• 폐수 처리 방안

- 묽은 산으로 중화한 후 무기계 폐수통에 처리한다.

수산화 칼륨 (KOH)

Potassium Hydroxide

강염기이며 색, 성질 모두 수산화 나트륨과 비슷하다. 조해성이 있으므로 공기 중에 두면 물을 흡수하여 녹고 이산화 탄소를 흡수하여 탄산 칼륨이 된다. 칼륨의 제조, 의약품, 알칼리 전지 등에 사용된다.

상태 : 흰색 고체

그림문자

MSDS

CAS No. : 1310-58-3



유해/위험성 정보



삼키면 유해함



피부에 심한 화상과 눈에 심한 손상을 일으킴

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 앙금 생성 반응 실험 : 수산화 칼륨 수용액에 탄산 나트륨 수용액 등의 용액을 떨어뜨려 앙금이 생성되는지 여부를 확인한다.
- 염기의 성질 실험 : 수산화 칼륨 수용액, 암모니아수 등과 같은 염기의 공통적인 성질 또는 염기의 세기를 알아보기 위하여 전기 전도성 측정, 지시약의 색 변화를 관찰한다.

• 사고유형

- 강염기성 물질로 독성이 강하므로 눈이나 피부에 닿으면 화상이나 손상을 일으킬 수 있다.

• 주의사항

- 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 눈이나 피부에 묻지 않도록 주의한다.
- 눈이나 피부에 묻었을 경우 즉시 흐르는 물로 씻어

내고 자극이 지속되면 보건실 또는 병원진료를 받는다.

관리 및 처리 방안

• 시약 보관 방법

- 사용 후 남은 용액은 시약 이름, 농도, 조제일자 표시한 후 밀폐하여 보관한다.

• 폐수 처리 방안

- 묽은 산으로 중화한 후 무기계 폐수통에 처리한다.

수산화 칼슘 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)

Calcium Hydroxide

물에 용해되기 어려운 결정으로 소석회라고도 한다. 수산화 칼슘 수용액은 '석회수'라고 하는데, 석회수는 공기 중의 이산화 탄소를 흡수하여 흰색의 탄산 칼슘 앙금을 생성(용액이 뿌옇게 흐려짐)한다.

상태 : 흰색의 냄새가 나지 않는 고체

그림문자

CAS No. : 1305-62-0



MSDS



유해/위험성 정보



피부 자극 유발



심한 눈 손상 유발



내부 장기에 손상 유발

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 이산화 탄소 검출 실험 : 양초의 연소 반응, 광합성에 필요한 물질 확인 등 이산화 탄소의 존재를 확인하기 위해 반응 용기에 석회수를 넣어주어 뿌옇게 흐려지는지 관찰한다.
- 사고유형
 - 강염기성 물질로 눈이나 피부에 닿으면 자극이 될 수 있다.
- 주의사항
 - 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 눈이나 피부에 묻지 않도록 주의한다.

관리 및 처리 방안

- 시약 조제 시 주의사항

- 수산화 칼슘은 물에 잘 녹지 않으므로 용해되지 않고 가라앉은 용질은 거름종이로 걸러내고 맑은 용액만 취하여 사용한다.
- 시약 보관 방법
 - 남은 용액은 시약 이름, 농도, 조제일자 표시한 후 밀폐하여 보관한다.
- 폐수 처리 방안
 - 묽은 산으로 중화한 후 무기계 폐수통에 처리한다.

사고 사례

과학실에서 연소 시 발생되는 이산화 탄소와 석회수의 반응 실험 도중 교사가 촛불이 세워진 비커에 알코올을 석회수로 오인하여 붓는 순간 갑자기 불길이 뿜어져 반대편 쪽에 앉아있던 학생의 얼굴과 상체 일부에 화상을 입었다.

아세톤 (CH_3COCH_3)

Acetone

물에 잘 녹으면서 다른 유기 화합물과도 섞이는 성질이 있어 물로 지워지지 않는 물질을 제거하는 데 널리 사용된다. 일상 생활에서 손톱에 바른 에나멜 제거, 페인트 제거 등에 사용된다.

상태 : 무색의 달콤한 냄새가 나는 액체

그림문자

CAS No. : 67-64-1



MSDS



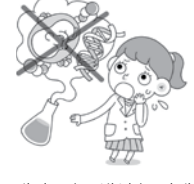
유해/위험성 정보



심한 눈 자극 유발



졸음 또는 현기증 유발



태아 또는 생식 능력에 손상을 일으킬 수 있음

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 아세톤 증발 실험 : 온도에 따른 아세톤 증발 속도 측정 또는 액체 아세톤을 기체로 변화시킬 때 부피 변화를 관찰한다.
 - 어는점 내림으로부터 설탕과 포도당 분자량 측정 실험 : 드라이아이스에 아세톤을 넣은 냉각제를 사용한다.
- 사고유형
 - 인화성이 강한 휘발성 액체로, 증기가 화재를 일으킬 수 있다.
 - 눈이나 피부에 묻으면 자극을 일으킬 수 있으며, 흡입 시 현기증을 유발할 수 있다.
- 주의사항
 - 인화성, 휘발성 물질로 화기에 주의해야 한다.

- 실험실의 환기 시설을 점검하고 후드 안에서 실험하는 것을 권장한다.
- 실험복과 보호 장갑, 보안경을 착용하여 눈이나 피부에 묻지 않도록 주의한다.
- 증기를 흡입하지 않도록 주의하며, 실험이 끝난 후 반드시 실험실 환기를 해주어야 한다.

관리 및 처리 방안

- 시약 보관 방법
 - 환풍 시설 안에 저장 보관한다.
- 폐수 처리 방안
 - 폐기물은 유기물 폐수통에 보관한다.

아세트산 (CH₃COOH)

Acetic Acid

초산이라고도 부르며 녹는점 16.7℃로 겨울철에 쉽게 고체 상태로 되므로 빙초산이라고도 한다. 학교에서 주로 사용하는 아세트산은 99 % 이상의 농도이며, 식초에는 아세트산이 약 4 %정도 포함되어 있다.

상태 : 무색의 식초 냄새가 나는 액체

그림문자

CAS No. : 64-19-7



MSDS



유해/위험성 정보



피부에 심한 화상과 눈에 심한 손상을 일으킴



흡입 시 알레르기성 반응,
천식 또는 호흡 곤란을 일으킬 수 있음

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 산의 성질 실험 : 식초에 리트머스 종이, 금속 조각 등을 넣고 변화를 관찰한다.
- 산과 염기의 세기 비교 실험 : 같은 농도의 염산, 아세트산 수용액, 수산화 나트륨 수용액, 암모니아수에 전극을 넣고 전류의 세기를 측정하여 산과 염기의 세기를 비교한다.

- 중화 적정 실험 : 미지 농도의 아세트산 수용액을 수산화 나트륨 표준 용액으로 중화 적정 한다.
- 아스피린 합성 실험 : 살리실산에 아세트산 무수물을 가하여 아스피린을 합성한다.

• 사고유형

- 실험 중 아세트산 또는 아세트산 무수물 증기를 흡입하여 호흡 곤란을 일으킬 수 있다.

- 아세트산이나 아세트산 무수물의 액체가 튀어 눈과 피부에 묻어 화상을 입을 수 있다.

• 주의사항

- 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 아세트산이 눈, 옷, 피부에 묻지 않도록 주의한다.
- 아세트산은 금속을 부식시키고 점막을 자극하여 상하게 하므로 마개를 꼭 막아두고, 마개를 열 때는 얼굴을 가까이 대지 않도록 주의한다.

사고 사례

아세트산 또는 아세트산 무수물로 오염된 시약병을 만진 손으로 눈을 비벼 눈에 심한 통증을 호소하는 사고가 있었다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 주의사항

- 진한 아세트산을 희석할 때에는 다량의 물에 조금씩 넣어가며 뒹킨다.
- 물 이외에 에탄올이나 에테르 등 유기 용매와는 임의의 비율로 섞이나, 이황화 탄소나 석유 등 무극성 용매에는 잘 녹지 않는다.

• 시약 보관 방법

- 사용 후 남은 용액은 농도와 제조일자를 표시하여 내부식성 용기에 넣어 밀폐하고 온도가 낮은 곳에 보관하는 것이 좋다.

- 아세트산은 금속을 부식시키는 성질이 있으므로 마개를 잘 막아둔다.

- 아세트산은 인화점이 41.7℃이므로 불꽃, 스파크, 고온체 등과의 접근 또는 과열을 피한다.

- 혼합 금지 물질 : 크로뮴산, 질산, 수산화기를 지닌 화합물, 에틸렌 글리콜, 과염소산, 과산화물, 과망간산염

• 폐수 처리 방안

- 폐수는 탄산수소 나트륨으로 중화시켜 유기계 폐수통에 버리고 폐수통 뚜껑은 잔류 기체가 빠져나갈 수 있게 꼭 닫아두지 않는다.



화학식의 종류

• 실험식

물질을 이루는 원자나 이온의 종류와 수를 가장 간단한 정수비로 나타낸 식
(예) Mg, Cu, NaCl, CaO, CH₂O 등

• 분자식

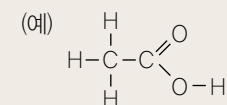
한 분자를 이루는 원자의 종류와 수를 원소 기호로 나타낸 식
(예) N₂, O₂, CO₂, H₂O, NH₃, C₂H₄O₂ 등

• 이성식

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



아이오딘 (I₂)

Iodine

아이오딘은 결정성 고체이지만 열을 받으면 보라색의 유독한 증기로 승화한다. 주로 해초, 해산 동물 속에 화합물로 존재하며 포유 동물의 갑상선 호르몬인 티로신의 구성 원소이다.

상태 : 자주색~검정색의 자극적인
냄새가 나는 승화성 고체

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

- 상태 변화 실험 : 찬물이 들어있는 접시를 아이오딘이 들어 있는 비커 위에 올려놓고 비커를 가열하며 아이오딘의 승화 현상을 관찰한다.

• 사고유형

- 아이오딘 승화 실험에서 보라색 증기를 흡입하여 호흡 곤란을 일으킬 수 있다.
- 아이오딘 고체와 알루미늄 가루가 혼합되어 있는 상태에 물방울이 떨어지면 격렬하게 반응하며 불꽃과 보라색의 아이오딘 증기가 발생할 수 있다.

• 주의사항

- 유독한 기체가 발생하기 때문에 흡입하지 않도록 조심해야 한다.
- 아이오딘 승화 실험은 후드 장치가 잘 갖춰진 실험실의 후드 내에서 교사의 시범 실험으로 하는 것이

바람직하다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 주의사항

- 극약, 맹독성 물질이므로 흡입하지 않도록 주의한다.

- 시약병을 개봉 할 때 아이오딘 증기가 발생할 수 있으므로 조심스럽게 마개를 연다.

• 시약 보관 방법

- 반응성이 높고, 승화하기 쉬우므로 밀폐 용기에 담아 환기가 잘 되는 곳에 보관한다.

• 폐수 처리 방안

- 배수구로 배출하지 않도록 주의한다.
- 불활성 물질(건조한 모래 또는 흙)로 흡수하여 화학폐기물 용기에 넣어 처리한다.

아이오딘산 칼륨 (KIO₃)

Potassium Iodate

아이오딘산 칼륨은 산화력이 강하여 유기물 또는 가연성 물질과 섞어서 가열하거나 충격을 주면 폭발할 수 있다. 의약, 분석용 시약, 정량 분석, 침전제의 용도로 사용한다.

상태 : 흰색의 냄새가 없는 고체

CAS No. : 7758-05-6

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



삼키면 유해함



흡입 또는 섭취 시 심각한 손상을 초래할 수 있음

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 농도가 반응 속도에 미치는 영향 실험(Clock Reaction) : 녹말과 NaHSO₃의 혼합 용액에 다양한 농도의 KIO₃수용액을 넣고 용액이 청자색으로 변하는 데 걸리는 시간을 측정한다.

• 사고유형

- 아이오딘산 칼륨 수용액이 눈과 피부에 묻어 자극을 일으킬 수 있다.

• 주의사항

- 아이오딘산 칼륨은 강한 산화제이며 가연성 물질(탄소 가루, 나무, 종이, 기름, 의류 등)과 혼합하면 불이 붙거나 폭발하기 쉬우므로 가연성 물질과 섞이지 않도록 주의한다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 주의사항

- 아이오딘산 칼륨은 산화력이 강하므로 가연성 물질과 섞이지 않도록 주의한다.

• 시약 보관 방법

- 열이나 오염으로 인해 폭발할 수 있고 산화되기 쉬운 물질을 점화시킬 수 있으므로 열원과 가연성 물질(나무, 종이, 기름, 의류 등)을 멀리한다.
- 충격, 마찰 등을 피하고 다른 약품류와의 접촉을 피한다.

• 폐수 처리 방안

- 탄화수소(연료)나 유기물과 같은 가연성 물질과 섞어 가열하거나 충격을 가하면 폭발하므로 무기폐 폐수통에 넣어 처리한다.

아이오딘화 칼륨 (KI) Potassium Iodide

아이오딘화 칼륨은 아이오딘 칼리라고도 하며, 물에 대한 용해 반응은 흡열 반응이다

상태 : 무색 또는 흰색의 냄새가
없는 고체

CAS No. : 7681-11-0

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



심한 눈 자극 유발



태아 또는 생식 능력에 손상을 일으킬 것으로 의심됨

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 양금 생성 반응 실험 : $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, AgNO_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, Na_2CO_3 수용액에 KI 수용액을 넣어 양금 생성 반응을 관찰한다.
- 일정 성분비 법칙 실험(PbI_2 생성 실험) : KI 수용액과 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 수용액을 다양한 비율로 섞었을 때 생성된 양금의 높이를 측정한다.

• 사고유형

- 양금 생성 반응 실험 후 중금속이 포함된 실험 폐액을 배수구에 버려 환경을 오염시킬 수 있다.

• 주의사항

- 폐수를 폐수통에 모을 때에도 장갑을 착용하고 폐수통에 깔때기를 장치하여 옆으로 새는 것을 방지한다.
- 양금 생성 반응 실험 : 양금은 걸러서 폐기물로 처리하고 폐액은 폐수통에 모아 처리한다. 학생이 중

금속이 들어있는 폐수를 배수구에 함부로 버리지 않도록 지도한다.

관리 및 처리 방안

• 시약 보관 방법

- 열, 스파크, 화염 등 점화원을 멀리하고, 가연성 물질, 환원성 물질을 피한다.
- 공기에 노출 시 변색되고 조해성이 있으므로 공기 또는 빛과의 접촉을 피하고, 갈색 병에 보관하거나 시약병을 검은 종이로 쓴다.

• 폐수 처리 방안

- 폐수는 무기계 폐수통에 보관하여 처리한다.
- 수로, 하수구, 지하실, 밀폐 공간으로의 유입을 방지한다.

아황산수소 나트륨 (NaHSO_3) Sodium Hydrogensulfite

소듐 바이설파이트, 중아황산 나트륨이라고도 하며, 강한 환원성이 있어 건, 양모 등을 표백하는 환원 표백제로 이용된다. 식품의 색을 하얗게 만들거나 미생물의 번식을 방지하는데 사용된다.

상태 : 이산화 황 냄새가 나는
흰색 결정 또는 분말

CAS No. : 7631-90-5

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



삼키면 유해함



알레르기성 피부 반응을
일으킬 수 있음



흡입 시 알레르기성 반응, 천식
또는 호흡 곤란을 일으킬 수 있음

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 농도와 반응 속도 실험 : 녹말과 NaHSO_3 의 혼합 용액에 다양한 농도의 KIO_3 수용액을 넣고 용액의 색이 변하는 데 걸리는 시간을 측정한다.

• 사고유형

- 높은 농도의 아황산수소 나트륨 수용액이 피부에 묻어 자극을 일으킬 수 있다.

• 주의사항

- 산화되기 쉬우므로, 실험을 실시할 때 바로 만들어서 사용하는 것이 좋다.
- 강한 환원성이 있고 산에 의해 분해되어 유독 가스인 이산화 황을 발생하므로 산과 섞이지 않도록 주의한다.
- 높은 농도의 NaHSO_3 수용액은 알레르기 반응을 일으킬 수 있으므로 흡입하거나 피부에 묻지 않도록 주의해야 한다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 주의사항

- 물에 용해시키면 이산화 황이 발생하여 유독한 냄새가 나므로 환기가 잘 되는 곳에서 조제한다.
- 찬 물에 녹고 뜨거운 물에 잘 녹지 않으며, 에탄올에 녹지 않는다.

• 시약 보관 방법

- 공기 중에서 서서히 산화되어 황산염이 되므로 밀봉하여 차갑고 건조한 장소에 보관한다.
- 가열하면 분해되므로 열원으로부터 멀리한다.

• 폐수 처리 방안

- 산에 의해 분해되어 이산화 황을 발생하므로 산과 섞이지 않도록 주의하며, 무기계 폐수통에 보관 후 처리한다.
- 수로, 하수구, 지하실, 밀폐 공간으로의 유입을 방지한다.

암모니아수 (NH₄OH) Ammonia Water

암모니아(NH₃)는 1 부피의 물에 약 670 부피의 암모니아가 녹을 수 있다. 학교에서 주로 사용하는 암모니아수는 수산화 암모늄(NH₄OH, Ammonium hydroxide) 수용액이며, 25~30 % 농도이다.

상태 : 무색의 자극적 냄새가 나는
휘발성 용액

CAS No. : 1336-21-6

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



심한 피부 화상 및 눈 손상 유발



호흡기계 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 기체의 확산 속도 실험 : 원통관의 양쪽에 진한 염산과 암모니아수가 묻어 있는 솜을 각각 끼우고 흰 연기가 발생하는 위치를 측정한다.
- 중화 적정 실험 : 염산을 수산화 나트륨 표준 용액과 암모니아수 표준 용액으로 적정하며 산과 염기의 세기에 따른 중화 적정 곡선을 그린다.

• 사고유형

- 암모니아수의 뚜껑을 여는 순간 암모니아수가 튀어 눈과 피부에 손상을 입을 수 있다.
- 암모니아수와 염산이 가까운 곳에 위치하여 화재가 발생한 것처럼 실험실이 뿌연게 될 수 있다.

• 주의사항

- 여름철에는 마개를 뿜을 때 가스가 분출하여 눈에

들어가는 경우가 있으므로 주의한다.

- 암모니아수와 염산은 냄새가 심하고 유독하므로 후드에서 다루어야 하며, 후드가 없는 경우에는 창문을 열어 환기가 잘 되는 상태에서 실험을 한다.
- 암모니아수를 묻힌 솜과 염산을 묻힌 솜을 각각 밀폐된 작은 용기에 넣어 준비해 둔 다음 실험 직전에 학생들에게 주도록 한다.
- 냄새를 맡기 위해 암모니아수를 코에 가까이 대지 않도록 주의한다.
- 암모니아수와 염산을 묻힌 솜은 그냥 쓰레기통에 버리지 말고 핀셋으로 집어 흐르는 물에 시약을 씻어내려 가게 한 다음 꼭 짜서 쓰레기통에 버리도록 한다.
- 진한 암모니아수와 진한 염산이 가까이 있으면 흰색의 염화 암모늄 고체가 생성되어 실험실에 안개

가 낀 것처럼 뿌연게 될 수 있으니 병뚜껑을 막고 멀리 떨어뜨려 놓는다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 주의사항

- 시약병의 뚜껑을 열어 비커에 담는 경우에는 비닐장갑을 착용하여 손에 묻지 않도록 한다.
- 암모니아 기체는 산과 격렬히 반응하고 산화제(과산화물), 할로젠, 은 화합물이나 유기물과 혼합 시 폭발성 물질이 생성될 수 있으므로 주의한다.

• 시약 보관 방법

- 암모니아수는 암모니아 기체가 발생하고, 공기 중에 존재하는 이산화 탄소 등의 산성 기체를 흡수하기 때문에 고무, 플라스틱, 유리 등의 마개로 막아서 보관한다.
- 온도 상승과 함께 암모니아의 분압이 상승하여 폭발할 수 있으므로 30°C 이하의 찬 곳에서 보관한다.
- 환기가 잘 되는 곳에서 용액을 조제하고 보관한다.

• 폐수 처리 방안

- 중화시킨 후 무기계 폐수통에 보관 후 처리한다.

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. 암모니아수는 일반적으로 폴리에틸렌 병에 보관한다.

에탄올 (C₂H₅OH)

Ethanol

에탄올은 산화하면 아세트 알데하이드를 거쳐 아세트산이 된다. 단백질을 응고시키는 성질이 있어 살균 작용을 하며 살균력은 70 % 수용액이 최대이다.

상태 : 무색의 알코올 냄새가 나는 휘발성 액체

CAS No. : 64-17-5

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



심한 눈 자극 유발



졸음 또는 현기증 유발



암 유발

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 물질의 끓는점 측정 실험 : 시험관에 에탄올을 넣고 물중탕으로 가열하며 끓는점을 측정한다.
- 극성 분자와 무극성 분자의 성질 : 액체 줄기에 털가죽으로 문지른 플라스틱 자를 가까이 대어 액체 줄기의 방향 변화를 관찰한다.

• 사고유형

- 에탄올을 가열할 때 에탄올 증기를 흡입하여 두통이나 호흡 곤란을 일으킬 수 있다.
- 에탄올을 플라스크에 넣고 가열할 때 압력이 증가하여 플라스크가 깨질 수 있다.
- 에탄올을 가열할 때 나오는 증기에 불이 붙을 수 있다.
- 에탄올의 끓는점을 측정할 때 가열을 멈추고 냉각관을

그대로 물에 넣어두면 물이 역류하여 시험관이 깨질 수 있다.

• 주의사항

- 에탄올과 같이 끓는점이 낮고 인화성이 큰 물질의 끓는점을 측정할 때에는 중탕을 해야 하며, 끓임쪽을 넣어 액체가 갑자기 끓는 것을 방지하도록 한다.
- 기화된 기체가 몸에 해롭고 화재의 위험이 있으므로, 기체를 다시 액체로 회수할 수 있도록 냉각관을 설치하도록 한다.
- 액체가 끓는점 이상으로 과열되면 갑자기 끓으면서 많은 양의 기체가 발생하고, 실험 장치 내부의 압력이 증가하여 유리 용기가 깨질 수 있으므로 주의해야 한다.
- 끓는점 측정 후 가열을 멈추면 냉각관의 차가운 물이 역류할 수 있으므로 기체가 더 이상 발생하지

않는 것을 확인한 후 핀치 꼭지로 고무관을 잠그거나, 냉각관을 꺼내놓도록 한다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 주의사항

- 개봉 전에 조심스럽게 마개를 열고 환기가 잘 되는 곳에서만 취급한다.
- 에탄올은 고인화성 액체 및 증기(인화점 : 13℃, 끓는점 : 78.5℃)이므로 스파크가 발생하지 않는 도구만을 사용한다.

• 시약 보관 방법

- 용기가 열에 노출되면 파열되거나 폭발할 수 있으므로 열, 스파크, 화염, 고열로부터 멀리한다.
- 강한 산화제, 강산, 강염기, 구리, 알루미늄으로부터 멀리 보관한다.
- 단단히 밀폐하여 서늘하고 건조하며 환기가 잘 되는 곳에 보관한다.

• 폐수 처리 방안

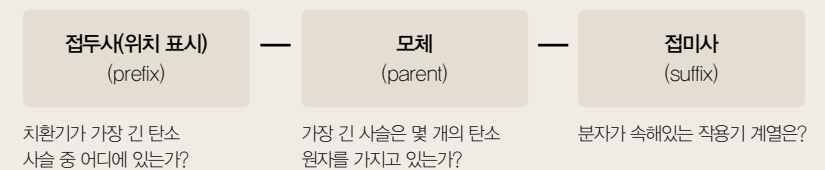
- 강한 산화제, 강산, 강염기, 금속과 혼합되지 않게 처리한다.
- 폐기물은 유기계 폐수통에 보관한다.

사고 사례

에탄올을 연료로 사용하는 실험의 경우 불꽃이 눈에 잘 보이지 않을 수 있다. 보이지 않는 불꽃의 존재를 인식하지 못하고, 에탄올을 보충하던 도중 화염이 생겨서 교사와 학생이 화상을 입는 사고가 있었다. 에탄올을 연료로 사용할 때에는 특별히 주의하여 화재나 화상 등의 사고가 일어나지 않도록 한다. 또한 에탄올이 담긴 용기를 떨어뜨려 에탄올이 유출되는 일이 없도록 주의한다.



탄소 화합물의 이름을 정하는 일반적인 방법



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) |

염산 (HCl) Hydrochloric Acid

35 % 이상의 것을 진한 염산, 10 % 이하를 묽은 염산이라 한다. 진한 염산은 습한 공기 중에서 두드러지게 발연하고 자극적인 냄새가 난다. 학교에서 주로 사용하는 진한 염산의 농도는 35~37 % 이다.

상태 : 연노랑의 자극성 기체로
수용액은 부식성이 있음

CAS No. : 7647-01-0

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



삼키면 유독함



심한 피부 화상 및 눈 손상



흡입 시 알레르기 반응,
천식 또는 호흡곤란 유발

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 기체의 확산 속도 실험 : 원통관의 양쪽에 진한 염산과 암모니아수가 묻어 있는 솜을 각각 끼우고 흰 연기가 발생하는 위치를 측정한다.
- 중화 적정 실험 : 염산을 염기의 표준 용액으로 적정하며 중화 적정 곡선을 그린다.
- 염산을 활용한 다양한 실험 : 기체 반응에서의 질량 변화, 온도에 따른 반응 속도, 산과 탄산 칼슘 반응에서의 반응 속도, 농도에 따른 평형 이동, 산의 세기 비교, 칼슘과 염산의 반응 실험 등

• 사고유형

- 진한 염산의 뚜껑을 여는 순간 염화 수소 기체를 흡입하여 호흡 곤란을 일으킬 수 있다.
- 진한 염산이 피부에 묻어 화상을 입을 수 있다.

• 주의사항

- 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 용액이 눈, 옷, 피부에 묻지 않도록 주의한다.
- 진한 염산의 마개를 뿜을 때 가스가 분출되어 눈에 들어갈 수 있으므로 주의해야 한다.
- 냄새를 맡기 위해 염산을 코에 가까이 대지 않도록 주의한다.
- 피부에 묻어 세척할 때 높은 압력의 물을 사용하면 화학 물질이 피부 깊숙이 침투할 우려가 있으니 주의한다.
- 실험대에 한 방울이라도 부식성 시약을 떨어뜨렸을 때는 즉시 젖은 걸레로 닦는다. 많은 양을 쏟았을 때는 다량의 물을 부어 희석하거나 탄산수소 나트륨(NaHCO_3) 용액으로 희석한 후 닦는다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 주의사항

- 증기는 매우 자극적이고 부식성이 있으므로 주의한다.
- 휘발성이 강하므로 후드나 환기가 잘 되는 곳에서 다루도록 한다.
- 염산 희석액을 만드는 경우 반드시 염산을 물에 가해야 한다(물을 염산에 넣으면 안 됨).
- 묽히는 과정에서 다량의 열과 독성, 부식성, 가연성 기체를 방출하므로 주의한다.
- 산화제와 반응하여 유독한 염소 기체를 방출하므로 주의한다.
- 혼합 금지 물질 : 인화성 및 환원성 물질, 강산화제, 강염기성 물질, 금속, 사이안화물, 아민, 금속 카바이드, 산, 할로탄소 화합물, 가연성 물질, 할로젠, 금속염

• 시약 보관 방법

- 환기가 잘 되고 직사광선이 없는 이중 잠금 장치가 있는 곳에 단단히 밀폐하여 보관한다.

• 폐수 처리 방안

- 다량의 물에 희석시키거나 묽은 염산과 묽은 수산화 나트륨 용액을 서로 조금씩 섞어 중성으로 만든 후 무기계 폐수통에 안전하게 처리한다.
- 희석 또는 중화시킬 때 다량의 열이 발생하므로 주의한다.
- 수산화물, 산화제, 염기, 금속, 아민 등과는 혼합되지 않도록 주의한다.

tip

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 (97쪽 참고)

• 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

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

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

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

염화 구리(II) (CuCl_2)

Copper(II) Chloride

염화 구리(II) 이수화물($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)은 수용액이 진할 때는 갈색, 묽을 때는 녹색, 점차 묽어질수록 청색이 되며, 습한 공기 속에서 조해성이 있고 유독하다. 가열하면 110°C 에서 탈수 분해된다.

상태 : 녹청색의 고체

그림문자

MSDS

CAS No. : 10125-13-0



유해/위험성 정보



삼키면 유해함



피부 접촉 시 손상 유발



흡입 시 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 원소의 불꽃 반응 실험 : 염화 구리(II) 수용액을 니크롬선으로 찍어 불꽃에 넣고 색을 관찰한다.
- 사고유형
 - 염화 구리(II) 수용액이 눈과 피부에 묻어 자극을 일으킬 수 있다.

관리 및 처리 방법

- 시약 조제 후 보관 방법
 - 염화 구리(II)는 흡습성이 강하고 물에 잘 녹으며 에탄올, 아세톤 등에도 용해된다.
 - 유독성이 있어 밀폐하여 보관하고, 빛이 없는 서늘하고 건조한 장소에 보관한다.

- 폐수 처리 방안
 - 폐수는 무기계 폐수통에 보관 후 처리한다.

화학약품 이야기 – 구리의 독성 영향

구리는 신경계의 발육에 필요한 원소이다. 구리염의 분진을 흡입할 경우 1~2시간 후에 발열, 두통, 흉통, 호흡 장애가 나타나며 일반적으로 체온은 1~2일 후 다시 정상으로 된다. 대량의 구리염을 내복하면 구토, 위통, 호흡 곤란 등이 나타나며 대개 2~3시간 후 사망한다. 고농도의 구리는 세포 대사를 억제하므로 구리와 구리의 화합물은 살균제와 곰팡이 제거제로 널리 사용되고 있다.

염화 암모늄 (NH_4Cl)

Ammonium Chloride

염화 암모늄은 약한 흡습성이 있고 물에는 잘 녹으며 수용액은 약한 산성을 띠지만 이 용액을 가열할수록 암모니아가 분리되므로 수용액의 산성이 강해진다.

상태 : 무색의 냄새가 없는 고체로서

쓴맛을 띤 매운맛을 냄

그림문자

CAS No. : 12125-02-9



MSDS



유해/위험성 정보



심한 눈 자극 유발



호흡기계 자극 유발



태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 흡열 반응 실험 : 물방울로 적신 나무판 위에 수산화 바륨 수화물과 염화 암모늄이 들어 있는 삼각 플라스크를 올려놓고 나무판과 삼각 플라스크 사이의 물의 상태를 관찰한다.
 - 여러 가지 염 수용액의 액성 실험 : 염화 암모늄, 염화 나트륨, 탄산수소 나트륨, 질산 칼륨, 아세트산 나트륨 수용액의 pH를 측정한다.
- 사고유형
 - 염화 암모늄 용액이 눈과 피부에 묻어 자극을 일으킬 수 있다.

관리 및 처리 방법

- 시약 조제 후 보관 방법
 - 직사광선을 피하고 차고 환기가 잘 되는 곳에 밀폐하여 보관한다.
- 폐수 처리 방안
 - 폐수는 무기계 폐수통에 보관 후 처리한다.

화학약품 이야기

염화 암모늄은 대표적인 암모늄염으로 고체를 가열하면 용해하지 않고 337.8°C 에서 승화하여 기체로 되지만 기체 속에서 염화 수소(HCl)와 암모니아(NH_3)로 분해된다. 염화 암모늄은 건전지 제조, 염색 및 인쇄의 매염제, 비료, 도금, 세척제, 세설제, 요소-폼알데하이드 수지 및 접착제, 의약품, 식품 가공 등에 사용된다.

염화 칼슘 (CaCl₂)

Calcium Chloride

염화 칼슘 이수화물(CaCl₂ · 2H₂O)과 무수물(CaCl₂)은 조해성이 강해서 자기 무게의 14배 이상의 물을 흡수하여 건조제로 이용된다. 염화 칼슘 육수화물(CaCl₂ · 6H₂O)은 얼음과 1.44 : 1의 비율로 섞었을 때 -54.9℃까지 온도를 낮출 수 있어 제설제로 유용하다.

상태 : 무색의 냄새가 없는 조해성 고체 그림문자

CAS No. : 10043-52-4



MSDS



유해/위험성 정보



삼키면 유해함



피부 및 눈 자극 유발



호흡기계 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 양극 생성 반응 실험 : NaNO₃, NaCl, Na₂CO₃ 수용액이 들어있는 시험관에 염화 칼슘 수용액을 각각 떨어뜨렸을 때의 변화를 관찰한다.
 - 발열 반응 실험(용해열 측정 실험) : 염화 칼슘을 증류수에 용해시키며 온도 변화를 측정한다.
- 사고유형
 - 염화 칼슘 수용액이 눈과 피부에 묻어 자극을 일으킬 수 있다.
 - 고체 염화 칼슘이 묻은 손이 물과 접촉하면 많은 열을 발생하여 화상을 유발할 수 있다.
- 주의사항
 - 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 눈, 옷, 피부에 묻지 않도록 주의한다.
 - 조해성이 강하므로 질량을 빨리 측정하여 용액을

만들고 시약병의 뚜껑을 잘 닫는다.

- 고체 염화 칼슘이 묻은 손이 물과 접촉하면 염화 칼슘이 용해되며 방출하는 열에 의해 화상을 입을 수 있으므로 주의한다.

관리 및 처리 방안

- 시약 조제 시 주의사항
 - 용해 과정이 발열 과정이므로 화상을 입지 않도록 주의한다.
- 시약 보관 방법
 - 점화원을 멀리하고, 가연성 물질, 환원성 물질을 피한다.
 - 조해성이 있으므로 단단히 밀폐하여 보관한다.
- 폐수 처리 방안
 - 폐수는 무기계 폐수통에 보관하여 처리한다.

염화 코발트(II) (CoCl₂)

Cobalt(II) Chloride

습한 공기 중에서는 담청색이 적색으로 변한다. 2가의 코발트 이온의 염화 코발트(II)(CoCl₂)와 3가의 코발트 이온의 염화 코발트(III)(CoCl₃)가 있으며, 이 중 염화 코발트 중이는 CoCl₂로 만든다.

상태 : 담청색의 조해성 고체 그림문자

CAS No. : 7646-79-9



MSDS



유해/위험성 정보



삼키면 유해함



피부 및 눈 자극 유발



태아 또는 생식 능력에 손상을 일으킬 것으로 의심됨

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 농도와 온도에 따른 평형 이동 실험 : 코발트 이온의 수화물(붉은색)에 염화 칼슘을 넣으면 평형이 이동하여 시염화 코발트의 농도가 증가하여 파란색이 나타난다.
- 사고유형
 - 염화 코발트 용액이 눈에 닿으면 자극을 일으킨다.
- 주의사항
 - 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하고, 피부, 호흡기 등에 묻지 않도록 한다.

관리 및 처리 방안

- 시약 조제 시 주의사항
 - 열을 멀리하면서 다량의 물에 조금씩 시약을 넣으며 전부 녹을 때까지 잘 저어 준다.
- 시약 보관 방법
 - 사용 후 남은 용액은 농도와 조제일자를 표시하여 일반 병에 보관하고 밀봉하여 온도가 낮고 어두운 곳에 보관한다.
- 폐수 처리 방안
 - 반응 물질을 투여하여 더 이상의 화학 반응이 일어나지 않는지 확인한 후 남은 폐수는 무기계 폐수통에 여러 번 행구어 버린다.
 - 폐수통 뚜껑은 잔류 기체가 빠져나갈 수 있게 꼭 닫아두지 않는다.

이산화 망가니즈 (MnO₂)

Manganese(IV) Oxide

이산화 망가니즈는 산화 망간(IV)이라고도 하며, 200~530℃로 가열하면 산소를 방출하고 분해된다. 물에는 거의 녹지 않지만 묽은 산과 함께 있을 경우 환원제에 의해 환원된다.

상태 : 흑색의 냄새가 없는 고체

그림문자

MSDS

CAS No. : 1313-13-9



유해/위험성 정보



삼키면 유해함



호흡기계 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 반응 속도와 촉매 실험 : 과산화 수소수에 이산화 망가니즈를 첨가하여 산소 기체가 발생하는 속도를 측정한다.
- 산소 기체 발생 실험: KClO₃ 과 이산화 망가니즈를 섞고 가열하여 산소 기체를 만든다.

• 사고유형

- 반응 속도와 촉매 실험 후 폐액을 폐수통에 부으면 과산화 수소수가 손에 묻어 피부가 벗겨지고 따끔거리는 사고가 있었다.

• 주의사항

- 폐수를 폐수통에 모을 때는 장갑을 착용하고, 폐수통에 갈때기를 장치하여 옆으로 새는 것을 방지한다.
- 이산화 망가니즈는 황산과 반응하면 산소 기체가 발생한다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 주의사항

- 이산화 망가니즈는 강한 산화제로 가연성 물질, 환원성 물질과 격렬하게 반응하여 화재 및 폭발의 위험이 있으므로 주의한다.

• 시약 보관 방법

- 열, 스파크, 화염 등 점화원을 멀리하고, 가연성 물질, 환원성 물질을 피한다.
- 밀폐 용기에 넣어 잠금 장치가 있는 차갑고 건조한 저장소에 저장한다.

• 폐수 처리 방안

- 이산화 망가니즈는 중금속에 속하므로 사용 후 고형 물질은 분리하여 고형 폐기물 처리하며, 폐수는 무기계 폐수통에 보관하여 처리한다.

인산 (H₃PO₄)

Phosphoric Acid

비휘발성이며, 조해성이 있고, 물에 잘 녹는다. 인산은 오산화 인(P₂O₅)이 수화하여 생긴 것으로서 비율에 따라 정린산(H₃PO₄ : 오소 인산), 파라 인산(H₄P₂O₇), 메타 인산(HPO) 등이 있으며, 보통은 정린산(H₃PO₄)을 말한다. 학교에서 주로 사용하는 인산의 농도는 약 85 %이다.

상태 : 무색의 냄새가 없는 흡습성 고체

그림문자

MSDS

CAS No. : 7664-38-2



유해/위험성 정보



삼키면 유해함



피부에 심한 화상 및 눈 손상 유발



호흡기계 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 반응 속도와 촉매 실험 : 과산화 수소수에 H₃PO₄를 첨가하여 산소 기체 발생 속도를 측정한다.

• 사고유형

- 인산 용액이 눈과 피부에 묻어 자극을 일으킬 수 있다.

• 주의사항

- 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 용액이 눈, 옷, 피부에 묻지 않도록 주의한다.
- 인산은 강산은 아니지만, 옆지를 경우 다량의 물로 충분히 세정하여야 한다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 주의사항

- 개봉 전에 조심스럽게 마개를 열고, 환기가 잘 되는

곳에서 시약을 만든다.

- 용액을 희석시킬 경우 고농도의 인산에 물을 첨가하면 격렬한 발열과 함께 인산이 비산하는 위험이 있으므로 물에 고농도의 인산을 서서히 가하여 묽힌다.

• 시약 보관 방법

- 고농도의 인산은 증기압이 낮기 때문에 흡습하여 농도가 낮아지므로 용기에 밀봉하여 환기가 잘 되는 곳에 보관한다.
- 금속 및 금속 산화물과 격렬하게 반응하므로 금속 및 금속 산화물과 격리 보관한다.

• 폐수 처리 방안

- 폐수는 탄산 칼슘, 석회수 용액으로 중화하고 무기계 폐수통에 보관하여 처리한다.

질산 (HNO₃)

Nitric Acid

흡습성이 강하고 발연을 하며 빛을 쏘이면 일부가 분해한다. 강산으로 산화력이 강해 구리나 은 등을 녹이지만, 철, 크로뮴, 알루미늄, 칼슘 등은 부동태를 만들므로 침식되지 않는다. 학교에서 주로 사용하는 질산의 농도는 약 65 %이다.

상태 : 무색, 노란색의 강한 자극적
냄새가 나는 발연성 액체

CAS No. : 7697-37-2

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



기도로 들어가면 치명적임



심한 피부 화상 및 눈 손상 유발



심한 눈 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 압력과 평형 이동 실험 : 주사기에 진한 질산과 구리 조각을 넣고 기체를 발생시킨 후, 피스톤의 압력을 변화시키며 기체의 색깔 변화를 관찰한다.

• 사고유형

- 진한 질산이 눈과 피부에 묻어 심한 화상과 손상을 일으킬 수 있다.

• 주의사항

- 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 용액이 눈, 옷, 피부에 묻지 않도록 주의한다.
- 후드 내에서 실험을 하거나 환기를 잘해야 한다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 보관 방법

- 물과 반응하여 열기와 독성, 자극성, 부식성, 인화성 가스를 생성할 수 있으므로 주의한다.

- 질산은 폭발성, 강산성, 부식성 물질이며 가연성 물질과 접촉 시 화재를 일으킬 수 있다.

- 금속 분말, 카바이드, 황산, 테레빈, 알코올, 석탄, 유기 배설물과 격렬히 반응할 수 있으므로 주의한다.

• 시약 보관 방법

- 갈색 병에 넣어 햇빛이 비치지 않는 곳에 보관한다.
- 열, 스파크, 화염, 고열로부터 멀리하고, 의복과 가연성 물질로부터 격리하여 보관한다.

• 폐수 처리 방안

- 폐수는 탄산 칼슘, 수산화 나트륨, 석회수 용액을 교반하면서 서서히 가하여 중화시킨 후 무기계 폐수통에 보관 후 처리한다.

질산 암모늄 (NH₄NO₃)

Ammonium Nitrate

농업에서 주로 쓰는 고질소 비료이며, 폭약, 급조 폭발물에서 산화제로 쓰인다. 염의 수화 반응이 흡열 반응이기 때문에 냉찜질 팩에도 쓰인다.

상태 : 냄새가 없는 백색의
결정성 분말 고체

CAS No. : 6484-52-2

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



심한 눈 자극 유발



호흡기계 자극 유발



내부 장기에 손상을 일으킬 수 있음

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 흡열 반응(용해열) 실험 : 질산 암모늄을 물에 녹이면 온도가 낮아진다.

• 사고유형

- 질산 암모늄은 물에 잘 녹지 않으므로 잘 녹이기 위해 유리 막대 등으로 젖다가 용액이 피부, 눈 등에 튀어 들어갈 수 있다.

• 주의사항

- 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 피부나 눈에 묻지 않도록 주의한다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 보관 방법

- 열, 스파크, 화염, 고열 등으로부터 멀리하면서 다량

의 물에 조금씩 시약을 넣으며 전부 녹을 때까지 잘 저어 준다.

• 시약 보관 방법

- 사용 후 남은 용액은 농도와 조제일자를 표시하여 갈색 병에 보관하고 폴리에틸렌 뚜껑의 중앙에 바늘구멍을 뚫은 뒤, 온도가 낮고 어두운 곳에 보관한다.

* 질산 암모늄이 상온 저장 중에 약간의 암모니아 냄새를 띠는 것은 물질의 분해에 의한 것이다.

• 폐수 처리 방안

- 거품이 발생하는 등의 화학 반응이 종료되었는지 확인한 후 남은 폐수는 산성 폐수통에 여러 번 헹구어 버린다.

- 폐수통 뚜껑은 잔류 기체가 빠져나갈 수 있게 꼭 닫아두지 않는다.

질산 은 (AgNO_3)

Silver Nitrate

학교에서 사용되는 질산 은 수용액은 0.1 M(또는 2 %) 농도의 시약을 사용하는 경우가 많다. 피부와 눈에 대한 부식성과 자극성이 있으므로 환기 및 보호 장갑 착용에 주의를 해야한다. 질산 은이 손에 묻으면 염분을 만나 염화 은이 만들어지고, 햇빛을 받아 분해되면서 피부가 검게 변한다.

상태 : 냄새가 없는 흰색 결정상 고체

그림문자

MSDS

CAS No. : 7761-88-8



유해/위험성 정보



심한 눈 손상 유발



심한 피부 손상 유발

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 은거울 반응 실험 : 질산 은 용액에 암모니아수를 넣어 톨렌스 시약을 만들고, 수산화 칼륨 용액을 포도당 용액과 혼합하여 물중탕으로 가열한다.
- 사고유형
 - 질산 은 용액이 피부에 닿아 검게 변하게 되는데 오래도록(1주 이상) 지속된다.
- 주의사항
 - 은거울 반응 실험에서 톨렌스 시약은 폭발 위험이 있어 족석에서 만들고, 직사광선이나 열에 노출하지 않도록 한다.
 - * 강한 산화 성질이 있으며, 인화 물질이나 산화제와 접촉할 때 불이 붙을 수 있다.

관리 및 처리 방안

- 시약 조제 시 보관 방법
 - 톨렌스 시약을 만들 때 폭발성이 있으므로 급격히 용액을 섞지 않고 천천히 용액을 넣어준다.
- 시약 보관 방법
 - 사용 후 남은 톨렌스 용액은 보관하지 않고 전부 폐기 처분한다.
- 폐수 처리 방안
 - 사용하고 남은 톨렌스 시약은 소금물을 가하여 AgCl 로 침전시키거나 희석하여 무기계 폐수통에 여러 번 행구어 버린다.
 - 폐수통 뚜껑은 잔류 기체가 빠져나갈 수 있게 꼭 닫아두지 않는다.

질산 칼륨 (KNO_3)

Potassium Nitrate

짠맛과 감칠맛이 느껴지며 소시지, 햄 등의 제조에서 식품 첨가물로 쓰여 육류의 색을 보존하는 역할을 한다. 식물에 질소를 공급하여 생장을 돕는 비료로도 사용한다. 산소를 많이 포함하고 있어 황, 유기물 등과 혼합하면 폭발을 일으켜 화약 재료로도 쓰인다.

상태 : 무색의 기둥모양 결정 또는 무취의 흰색 결정성 분말 고체

그림문자

MSDS

CAS No. : 7757-79-1



유해/위험성 정보



피부 자극 유발



호흡기계 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 불꽃 반응 실험 : 질산 칼륨 수용액을 니크롬선으로 찍어 불꽃에 넣고 색을 관찰한다.
 - 염 수용액의 액성 실험 : 질산 칼륨 수용액의 액성을 pH 시험지로 판별해 본다.
- 사고유형
 - 질산 칼륨 용액이 피부에 닿거나 눈에 들어가면 자극을 일으킨다.
- 주의사항
 - 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 피부나 눈에 묻지 않도록 주의한다.
 - 가연성 물질과 접촉하면 발화되거나 폭발할 수 있다.

관리 및 처리 방안

- 시약 조제 시 보관 방법
 - 열, 스파크, 화염, 고열 등으로부터 멀리하면서 다량의 물에 조금씩 시약을 넣으며 전부 녹을 때까지 잘 저어 준다.
- 시약 보관 방법
 - 사용 후 남은 용액은 농도와 조제일자를 표시하여 일반 병에 보관하고 밀봉하여 온도가 낮고 어두운 곳에 보관한다.
- 폐수 처리 방안
 - 반응 물질을 투여하여 더 이상의 화학 반응이 일어나지 않는지 확인한 후 남은 폐수는 무기계 폐수통에 여러 번 행군다.
 - 폐수통 뚜껑은 잔류 기체가 빠져나갈 수 있게 꼭 닫아두지 않는다.

질산 구리(II) ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$) Copper(II) Nitrate

일반적으로 학교에서는 삼수화물($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)을 많이 사용한다. 육수화물과 삼수화물은 모두 조해성이 있는 청색 결정으로 물과 에탄올에 잘 녹는다.

상태 : 파란색 고체 결정

CAS No. : 3251-23-8

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



삼키면 유해함



피부 및 눈 자극 유발



호흡기계 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 불꽃 반응 실험 : 질산 구리(II) 수용액을 니크롬선으로 찍어 불꽃에 넣어 색을 관찰한다.
- 전지의 기전력 측정 실험 : 다니엘 전지의 구리 전극에서 전해질 물질로 사용된다.

• 사고유형

- 질산 구리(II) 용액이 피부, 눈, 호흡기에 닿으면 자극을 일으킨다.

• 주의사항

- 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 용액이 피부, 눈, 호흡기 등에 묻지 않도록 주의한다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 보관 방법

- 열로부터 멀리하면서 다량의 물에 조금씩 시약을 넣으며 전부 녹을 때까지 잘 저어준다.

• 시약 보관 방법

- 사용 후 남은 용액은 농도와 조제일자를 표시하여 일반 병에 보관하고 밀봉하여 온도가 낮고 어두운 곳에 보관한다.

• 폐수 처리 방안

- 반응 물질을 투여하여 더 이상의 화학 반응이 일어나지 않는지 확인한 후 남은 폐수는 무기계 폐수통에 여러 번 행구어 버린다.
- 폐수통 뚜껑은 잔류 기체가 빠져나갈 수 있게 꼭 닫아두지 않는다.

질산 나트륨 (NaNO_3) Sodium Nitrate

물에 잘 녹는 무색의 결정으로 질산 소다 라고도 한다. 비료, 불꽃 놀이, 연막탄, 흡습제, 식품 보존제, 고체 로켓 연료뿐만 아니라 유리, 도자기, 법랑의 성분으로 쓰인다.

상태 : 흰색 고체 결정

CAS No. : 7631-99-4

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



삼키면 유해함



피부 및 눈 자극 유발



유전적인 결함을 일으킬 것으로 의심됨

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 불꽃 반응 실험 : 질산 나트륨 수용액을 니크롬선으로 찍어 불꽃에 넣어 색을 관찰한다.
- 전지의 기전력 측정 실험 : 다니엘 전지의 구리 전극에서 전해질 물질로 사용된다.

• 사고유형

- 질산 나트륨 용액이 피부나 눈에 닿으면 자극을 일으킨다.

• 주의사항

- 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 용액이 피부, 눈, 호흡기 등에 묻지 않도록 주의한다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 보관 방법

- 열, 스파크, 화염, 고열 등으로부터 멀리하면서 다량의 물에 조금씩 시약을 넣으며 전부 녹을 때까지 잘 저어 준다.

• 시약 보관 방법

- 사용 후 남은 용액은 농도와 조제일자를 표시하여 일반 병에 보관하고 밀봉하여 온도가 낮고 어두운 곳에 보관한다.

• 폐수 처리 방안

- 반응 물질을 투여하여 더 이상의 화학 반응이 일어나지 않는지 확인한 후 남은 폐수는 무기계 폐수통에 여러 번 행군다.
- 폐수통 뚜껑은 잔류 기체가 빠져나갈 수 있게 꼭 닫아두지 않는다.

질산 납(II) ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)

Lead(II) Nitrate

납 이온과 질산 이온으로 이루어진 염으로 무색 또는 흰색의 반투명한 결정이다. 산화제로 쓰이거나 염색할 때 안정제로 쓰인다.

상태 : 흰색 고체 결정

CAS No. : 10099-74-8

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



피부 및 눈 자극 유발



암을 일으킬 것으로 의심됨



태아 또는 생식 능력에
손상을 일으킬 수 있음

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 양극 생성 반응(일정 성분비 법칙) 실험 : 질산 납과 아이오딘화 칼륨이 반응하여 노란색 양극을 생성한다.

• 사고유형

- 질산 납 용액이 피부나 눈에 닿으면 자극을 일으킨다.

• 주의사항

- 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 용액이 피부, 눈, 호흡기 등에 묻지 않도록 주의한다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 주의사항

- 열, 스파크, 화염, 고열 등으로부터 멀리하면서 다량의 물에 조금씩 시약을 넣으며 전부 녹을 때까지

잘 저어 준다.

• 시약 보관 방법

- 사용 후 남은 용액은 농도와 조제일자를 표시하여 일반 병에 보관하고 밀봉하여 온도가 낮고 어두운 곳에 보관한다.

• 폐수 처리 방안

- 반응 물질을 투여하여 모두 양극이 형성되도록 하여 더 이상의 화학 반응이 일어나지 않는지 확인한 후 남은 폐수는 무기계 폐수통에 여러 번 행구어 버린다.
- 폐수통 뚜껑은 잔류 기체가 빠져나갈 수 있게 꼭 닫아두지 않는다.

질산 아연 ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$)

Zinc Nitrate

따뜻한 물, 에탄올에 잘 녹으며, 수용액은 약 pH 4 의 산성이다. 무수염 외에 2, 4, 6, 9수화염이 있는데, 6수화염은 무색의 결정으로 상온에서 가장 안정하다.

상태 : 흰색의 결정성 고체 분말

CAS No. : 7779-88-6

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



삼키면 유해함



피부 자극 유발



호흡기계 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 전지의 기전력 측정 실험 : 다니엘 전지의 아연 전극에서 전해질 물질로 사용된다.

• 사고유형

- 질산 아연 용액이 피부나 눈에 닿으면 자극을 일으킨다.

• 주의사항

- 실험 중 반드시 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 질산 아연이 피부나 호흡기 등에 묻지 않도록 주의한다.
- 가연성 물질과 접촉하면 발화될 수 있다.

관리 및 처리 방안

• 시약 조제 시 주의사항

- 열, 스파크, 화염, 고열 등으로부터 멀리하면서 다량의 물에 조금씩 시약을 넣으며 전부 녹을 때까지 잘 저어 준다.

• 시약 보관 방법

- 사용 후 남은 용액은 농도와 조제일자를 표시하여 일반 병에 보관하고 밀봉하여 온도가 낮고 어두운 곳에 보관한다.

• 폐수 처리 방안

- 남은 용액은 무기계 폐수통에 여러 번 행구어 버린다.
- 폐수통 뚜껑은 잔류 기체가 빠져나갈 수 있게 꼭 닫아두지 않는다.

칼륨(포타슘) (K) Potassium

칼륨은 물과 격한 반응을 하여 수산화 칼륨(KOH) 수용액이 생성되고 수소 기체를 발생한다. 이때, 수소를 불붙게 할 만큼 발열이 심하여 폭발할 수도 있다. 수산화 칼륨은 피부 손상을 줄 만큼 강염기이다.

상태 : 은백색의 결정성 금속 고체

CAS No. : 7440-09-7

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



피부에 심한 화상 유발



심한 눈 손상 유발

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 알칼리 금속의 성질 실험 : 물과의 반응성 크기를 비교하기 위해 사용한다
- 사고유형
 - 칼륨을 공기 중에 방치하여 습기와 반응하여 화재가 발생하는 경우가 있다.
 - 칼륨을 직접 손으로 만져 화상을 입는 경우가 있다.
 - 칼륨 덩어리를 물에 넣어 칼륨이 물 표면에 튀어나와 화상을 입는 경우가 있다.
- 주의사항
 - 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 피부나 호흡기 등에 묻지 않도록 주의한다.
 - 직접 만지는 일이 없도록 하고, 칼로 자를 시 튀어나가지 않도록 천천히 자르도록 주의한다.
 - 실험에 사용할 칼륨의 크기는 쌀알 크기보다 작아

야 하며, 반응성이 매우 크므로 주의한다.

- 물과 접촉 시 자연발화가 가능한 인화성 가스를 발생시킨다.

관리 및 처리 방안

- 시약 조제 시 주의사항
 - 습기, 열, 스파크, 화염 등 점화원을 멀리한다.
- 시약 보관 방법
 - 사용 후 남은 물질은 물과 접촉하지 않도록 주의하며 액체 파라핀 속에 넣어 밀봉하여 온도가 낮고 어두운 곳에 보관한다.
- 폐수 처리 방안
 - 고체 덩어리가 남아있지 않은지 확인한 후 남은 폐수는 산성 물질로 중화시켜 무기계 폐수통에 버린다.
 - 폐수통 뚜껑은 잔류 기체가 빠져나갈 수 있게 꼭 닫아두지 않는다.

크로뮴산 칼륨 (K₂CrO₄) Potassium Chromate

크로뮴산 염의 제조, 무독질한 가족의 손질, 매염제, 중금속 이온의 분석 시약으로 쓰인다. 은 이온의 부피 분석에서 지시약으로 쓰인다.

상태 : 황색 고체 가루

CAS No. : 7789-00-6

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



삼키면 유독함



피부에 심한 화상과 눈 손상 유발



흡입 시 알레르기성 반응, 천식 또는 호흡곤란을 일으킬 수 있음

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 농도에 따른 평형 이동 실험 : K₂Cr₂O₇(주황색) 수용액에 NaOH 수용액을 넣으면 K₂CrO₄(노랑색)이 생성되고, 다시 황산 용액을 넣으면 K₂Cr₂O₇(주황색)으로 돌아간다.
- 사고유형
 - 크로뮴산 칼륨 용액이 피부, 눈, 호흡기에 닿으면 자극을 일으킨다.
- 주의사항
 - 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 피부, 눈, 호흡기 등에 묻지 않도록 주의한다.

관리 및 처리 방안

- 시약 조제 시 주의사항
 - 열로부터 멀리하면서 다량의 물에 조금씩 시약을 넣으며 전부 녹을 때까지 잘 저어준다.
- 시약 보관 방법
 - 사용 후 남은 용액은 농도와 조제일자를 표시하여 일반 병에 보관하고 밀봉하여 온도가 낮고 어두운 곳에 보관한다.
- 폐수 처리 방안
 - 반응 물질을 투여하여 더 이상의 화학 반응이 일어나지 않는지 확인한 후 남은 폐수는 무기계 폐수통에 여러 번 행구어 버린다.
 - 폐수통 뚜껑은 잔류 기체가 빠져나갈 수 있게 꼭 닫아두지 않는다.

탄산 칼슘 (CaCO₃) Calcium Carbonate

산을 만나면 이산화 탄소를 생성하며 반응하고, 열을 가하면 이산화 탄소를 생성하며 분해된다. 방해석이나 아라고나이트(선석)는 순수한 탄산 칼슘으로 이루어졌고, 석회석, 대리석 등에는 탄산 칼슘이 많다.

상태 : 흰색의 고체 가루

CAS No. : 471-34-1

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



피부 및 눈 자극 유발



호흡기계 자극 유발

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 염산과의 반응 속도 실험 : 탄산 칼슘과 염산의 농도를 달리하며 반응 속도를 측정한다.
- 사고유형
 - 탄산 칼슘 용액이 피부, 눈, 호흡기에 닿으면 자극을 일으킨다.
- 주의사항
 - 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 피부, 눈, 호흡기 등에 묻지 않도록 주의한다.

화학 약품 이야기

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.

관리 및 처리 방안

- 시약 조제 시 주의사항
 - 열, 스파크, 화염 등 점화원을 멀리하고, 다량의 물에 조금씩 시약을 넣으며 전부 녹을 때까지 잘 저어 준다.
- 시약 보관 방법
 - 사용 후 남은 용액은 농도와 조제일자 표시하여 일반 병에 보관하고 밀봉하여 온도가 낮고 어두운 곳에 보관한다.
- 폐수 처리 방안
 - 반응 물질을 투여하여 더 이상의 화학 반응이 일어나지 않는지 확인한 후 남은 폐수는 무기계 폐수통에 여러 번 헹구어 버린다.
 - 폐수통 뚜껑은 잔류 기체가 빠져나갈 수 있게 꼭 닫아두지 않는다.

탄산수소 나트륨 (NaHCO₃) Sodium Hydrogencarbonate

탄산 나트륨(Na₂CO₃)은 그냥 소다라고 하며, 탄산수소 나트륨(NaHCO₃)은 제빵 소다라고 한다. 중탄산 나트륨(sodium bicarbonate)이라고도 하며, 탄산수소 나트륨을 가열하면 탄산 나트륨이 되면서 이산화 탄소 기체가 발생한다.

상태 : 흰색 또는 연회색 고체 가루

CAS No. : 144-55-8

그림문자

MSDS



관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 열분해 실험 : 탄산수소 나트륨을 가열하면 탄산 나트륨과 이산화 탄소가 발생한다.
 - 여러 가지 염 수용액의 액성 실험 : 수용액의 액성은 염기성이다.
- 주의사항
 - 수용액은 염기성이므로 피부, 눈, 호흡기 등에 묻지 않도록 주의한다.

관리 및 처리 방안

- 폐수 처리 방안
 - 반응 물질을 투여하여 더 이상의 화학 반응이 일어나지 않는지 확인한 후 남은 폐수는 산성 물질과 중화 반응시켜 pH 시험지 등으로 중성 여부를 확인한 후 무기계 폐수통에 여러 번 헹구어 버린다.
 - 폐수통 뚜껑은 잔류 기체가 빠져나갈 수 있게 꼭 닫아두지 않는다.

화학 약품 이야기 – 나트론 호수의 비밀

탄자니아 북부 아루샤 주에 위치한 호수로, 람사르 협약에 의해 보호받는 습지이다. 나트론 호수는 탄산수소 나트륨의 함량이 매우 높아서 염기성을 띠게 되고 염기성에 강한 붉은 박테리아만 살아남아 호수 자체가 붉게 보인다. 염기성은 단백질을 녹이고 피부를 부식시키는 성질을 갖고 있어, 동물들이 나트론 호수에 접근하면 피부와 장기가 빨리 부식되면서 죽음에 이르게 된다. 1950년, 미국의 조류학자 레슬리 브라운이 홍학의 집단 서식지를 찾아 나트론 호수를 방문했는데 실수로 다리가 나트론 호수 인근의 진흙에 빠져버렸고 숙소로 돌아와 3일 동안 기절했다가 겨우 깨어났다. 그러나 레슬리의 다리는 심각하게 부식되어 있었고 병원에 입원해 피부이식 수술을 받은 끝에 겨우 살아남을 수 있었다.

2-프로판올 (C₃H₇OH, CH₃CH(OH)CH₃)

2-Propanol

무극성 물질을 용해하며 자기 얼룩을 남기지 않고 쉽게 증발하는 특징이 있어 반도체, LCD 등 IT 부품 세정액으로 많이 활용된다.

상태 : 무색의 알코올 냄새가 나는 액체 그림문자

CAS No. : 67-63-0



MSDS



유해/위험성 정보



심한 눈 자극 유발



호흡기계 자극 유발



태아 또는 생식 능력에
손상을 일으킬 수 있음

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 끓는점 측정 실험 : 가지 달린 시험관에 2-프로판올과 끓임쪽을 넣고 가열하며 온도를 측정한다.

• 사고유형

- 인화성 물질이므로 직접 가열하는 경우 화재의 위험이 있다.
- 증기를 흡입하면 두통이나 어지러움을 유발할 수 있다.

• 주의사항

- 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 눈이나 피부에 묻지 않도록 주의한다.
- 중탕하여 서서히 가열하며, 끓임쪽을 넣어 액체가 갑자기 끓어오르는 것을 방지한다.
- 2-프로판올 증기에 불이 붙을 수 있으므로 끓을 때

발생한 증기가 바로 찬물이 담긴 시험관으로 가도록 장치한다.

- 증기를 직접 흡입하지 않도록 주의하며 환기가 잘 되는 곳에서 실험한다.

관리 및 처리 방안

• 시약 보관 방법

- 서늘하고 환기가 잘 되는 곳에 밀폐하여 보관한다.

• 폐수 처리 방안

- 가열한 액체는 상온으로 식힌 후, 다량의 물로 희석하여 유기계 폐수통에 보관 후 처리한다.

헥세인 (C₆H₁₄)

Hexane

헥세인은 5가지 종류의 이성질체가 있다. 그 가운데 사슬 모양의 노말 헥세인(n-Hexane)이 대표적이기 때문에 이를 헥세인이라고 하는 경우도 있다. 반응성이 낮으며 무극성 물질을 잘 녹이는 성질이 있어 콩이나 옥수수 속의 기름을 추출할 때 사용된다.

상태 : 무색의 휘발유 냄새가 나는 액체 그림문자

CAS No. : 110-54-3



MSDS



유해/위험성 정보



심한 눈 자극 유발



졸음 또는 현기증 유발



태아 또는 생식 능력에
손상을 일으킬 수 있음

관련 실험 및 주의사항

• 관련 실험

- 극성 분자와 무극성 분자의 성질 실험 : 물, n-헥세인 등의 액체를 뷰렛에 넣고 흐르게 한후, 대전된 물체를 가까이 대어 액체 줄기의 방향 변화를 관찰한다.

• 사고유형

- 고인화성 물질로 화재의 위험이 있다.
- 흡입하는 경우 현기증이나 기도 자극을 유발할 수 있다.

• 주의사항

- 실험 중 화기에 노출되지 않도록 주의한다.
- 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 눈이나 피부에 묻지 않도록 주의하며, 환기가 잘 되는 곳에서 실험한다.

관리 및 처리 방안

• 시약 보관 방법

- 서늘하고 환기가 잘 되는 곳에 밀폐하여 보관한다.

• 폐수 처리 방안

- 물과 섞여 있는 경우 가급적 물과 분리한 후 유기계 폐수통에 처리한다.

황산 (H₂SO₄)

Sulfuric Acid

농도가 90 % 이상이면 진한 황산, 그보다 묽은 것은 묽은 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 : 약간의 점성을 띤 강산성의 액체

그림문자

CAS No. : 7664-93-9



MSDS



유해/위험성 정보



관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 아스피린 합성 실험 : 부산물로 발생하는 물을 제거하기 위해 황산을 넣어준다.
- 사고유형
 - 황산이 피부, 눈, 호흡기에 닿으면 심한 화상과 심각한 손상을 일으킨다.
- 주의사항
 - 다량의 물에 황산을 조금씩 넣어가며 천천히 섞어 준다. 다량의 열이 발생하므로 황산을 한꺼번에 넣어 버리거나, 황산에 물을 넣으면 매우 위험하다.
 - 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 피부, 눈, 호흡기 등에 묻지 않도록 주의한다.
 - 황산은 금속을 부식시킬 수 있다.

관리 및 처리 방안

- 시약 조제 시 주의사항

- 다량의 물에 조금씩 황산을 넣으며 천천히 잘 저어 준다. 한꺼번에 황산을 넣으면 물이 기화되면서 황산 용액이 밖으로 튀어 위험하다.
- 폐수 처리 방안
 - 반응 물질을 투여하여 더 이상의 화학 반응이 일어나지 않는지 확인한 후 남은 폐수는 염기성 물질을 넣어 pH 시험지로 중성 여부를 확인한 후에 무기계 폐수통에 여러 번 행구어 버린다.
 - 폐수통 뚜껑은 잔류 기체가 빠져나갈 수 있게 꼭 닫아두지 않는다.

화학약품 이야기

진한 황산은 산으로서의 성질이 약하지만 흡습성이 강하여 강한 탈수 작용을 한다. 황산이 피부에 닿으면 화상을 입는데 이는 탈수 작용과 발열 때문이다. 묽은 황산은 산화력과 탈수 작용이 거의 없다.

황산 구리(II) (CuSO₄)

Copper(II) Sulfate

무수물(흰색)은 강력하게 물을 흡수하기 때문에, 알코올류의 순도 향상을 위한 탈수제로 이용된다. 시판되는 황산 구리(II)는 주로 오수화물이며 푸른색의 투명한 결정이다.

상태 : 흰색 결정성 고체

그림문자

(오수화물은 푸른색의 투명한 결정)

CAS No. : 7758-98-7



MSDS



유해/위험성 정보



관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 이온의 이동 실험 : 전해질 용액으로 황산 구리(II)를 사용한다.
 - 전지 실험 : 구리 전극의 전해질 수용액으로 황산 구리(II) 용액을 사용한다.
 - 표준 용액 만들기 : 정확한 농도를 알 수 있는 황산 구리(II) 용액을 만든다.
- 사고유형
 - 황산 구리(II)가 피부, 눈, 호흡기에 닿으면 심한 화상과 손상을 일으킨다.
- 주의사항
 - 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 피부, 눈, 호흡기 등에 묻지 않도록 주의한다.

관리 및 처리 방안

- 시약 조제 시 주의사항
 - 다량의 물에 조금씩 시약을 넣으며 전부 녹을 때까지 잘 저어 준다.
- 시약 조제 후 보관 방법
 - 사용 후 남은 용액은 농도와 조제일자를 표시하여 일반 병에 보관하고 밀봉하여 온도가 낮고 어두운 곳에 보관한다.
- 폐수 처리 방안
 - 반응 물질을 투여하여 더 이상의 화학 반응이 일어나지 않는지 확인한 후 남은 폐수는 무기계 폐수통에 여러 번 행구어 버린다.
 - 폐수통 뚜껑은 잔류 기체가 빠져나갈 수 있게 꼭 닫아두지 않는다.

황산 아연 (ZnSO₄) Zinc Sulfate

일수화물과 육수화물은 무색의 분말이고, 칠수화물은 무색의 결정이다. 학교에서 주로 사용하는 황산 아연은 무색의 결정인 칠수화물이다. 칠수화물은 그 위험성이 적으나, 무수물에 비해 호흡기에 자극을 일으킬 수 있는 유해성이 있다.

상태 : 무색의 고체 가루

CAS No. : 7733-02-0

그림문자



MSDS



유해/위험성 정보



삼키면 유해함



눈에 심한 손상을 일으킴



태아 또는 생식 능력에
손상을 일으킬 것으로 의심됨

관련 실험 및 주의사항

- 관련 실험
 - 다니엘 전지의 구조와 원리 실험 : 다니엘 전지의 아연 전극의 전해질 물질로 사용된다.
- 사고유형
 - 황산 아연 용액이 눈에 닿으면 자극을 일으킨다.
- 주의사항
 - 실험복과 보안경, 보호 장갑을 착용하여 피부나 호흡기 등에 묻지 않도록 주의한다.

관리 및 처리 방안

- 시약 조제 시 주의사항
 - 열을 멀리하면서 다량의 물에 조금씩 시약을 넣으며 전부 녹을 때까지 잘 저어 준다.
- 시약 보관 방법
 - 사용 후 남은 용액은 농도와 조제일자를 표시하여 일반 병에 보관하고 밀봉하여 온도가 낮고 어두운 곳에 보관한다.
- 폐수 처리 방안
 - 반응 물질을 투여하여 더 이상의 화학 반응이 일어나지 않는지 확인한 후 남은 폐수는 무기계 폐수통에 여러 번 헹구어 버린다.
 - 폐수통 뚜껑은 잔류 기체가 빠져나갈 수 있게 꼭 닫아두지 않는다.

부록

화학 약품의 이름 이해하기

원소 기호를 이용하여 물질을 나타낸 식을 **화학식**이라고 한다. 원소 기호는 영어명이 나 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

출원소 물질은 원소명을 물질명으로 사용한다.

예 나트륨/소듐(Na^{5}), 마그네슘(Mg), 칼륨/포타슘(K), 아이오딘(I_2) 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 점두사를 붙여서 사용하기도 한다.

예 산화 칼슘(CaO), 수산화 암모늄(NH_4OH), 이산화 망가니즈(MnO_2) 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(CH_3COONa), 질산 칼륨(KNO_3), 탄산 칼슘(CaCO_3) 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)(CuCl_2), 염화 코발트(Ⅱ)(CoCl_2) 등

『음이온+수소 양이온』으로 표시하는 경우

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

예 탄산수소 나트륨(NaHCO_3), 황산수소 나트륨(NaHSO_4) 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(CH_3OH), 에탄올($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), 2-프로판올($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$) 등

관습적으로 예전부터 사용하던 명칭을 사용하는 경우

예 아세톤(CH_3COCH_3), 염산(HCl), 암모니아수($\text{NH}_4\text{OH}(\text{aq})$) 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.

표준 용액 만들기

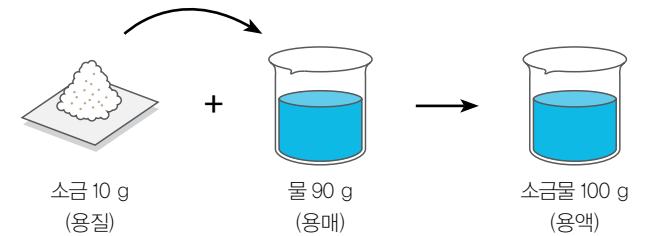
표준 용액(standard solution)은 사용자가 농도를 정확히 알고 있는 시약을 말한다. 표준 용액은 화학 약품이 액체인 경우에는 끓이는 과정을 거쳐서, 화학 약품이 고체인 경우에는 일정 질량의 고체 시료를 녹여서 만든다.

% 농도 용액 만들기

정의 용액 100 g 속에 녹아 있는 용질의 질량 (g)을 나타낸 농도

구하는 식 퍼센트 농도 (%) = $\frac{\text{용질의 질량 (g)}}{\text{용액의 질량 (g)}} \times 100$

해보기 10 % 염화 나트륨 수용액 만들기

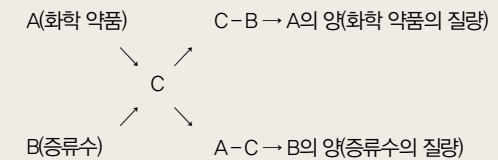


$$\frac{\text{용질 10 g}}{\text{용매 90 g} + \text{용질 10 g}} \times 100 = 10 \%$$

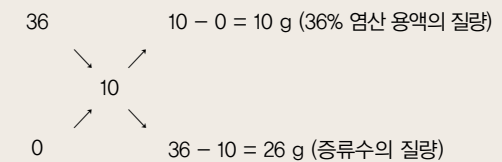


% 농도의 용액을 끓힐 때의 혼합 비 계산하기

A %의 원액을 B %의 액으로 C %를 만들 때 A와 B의 양의 비는 다음과 같이 구한다.



예) 36 % 염산 용액으로 10 % 염산 용액 만들기



∴ 증류수 26 g에 36 % 염산 용액 10 g을 넣어 혼합한다.

물 농도(M) 용액 만들기

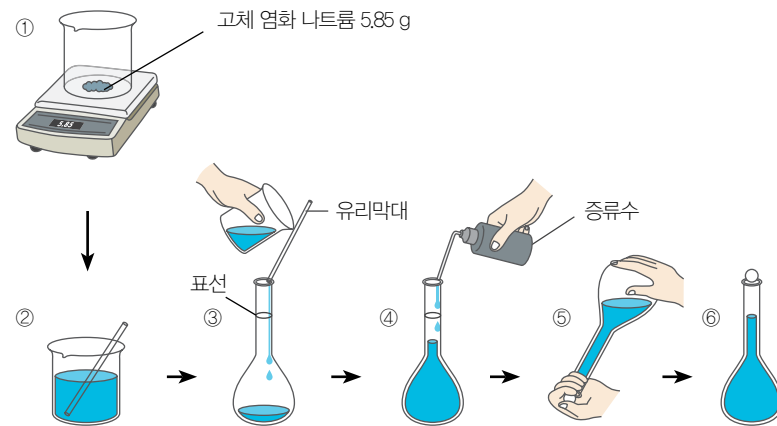
정의 용액 1 L 속에 녹아 있는 용질의 물수를 나타낸 농도 (M, 몰/L)

구하는 식

$$\text{물 농도 (M)} = \frac{\text{용질의 물수 (몰)}}{\text{용액의 부피 (L)}}$$

• 고체 시료로 표준 용액 만들기

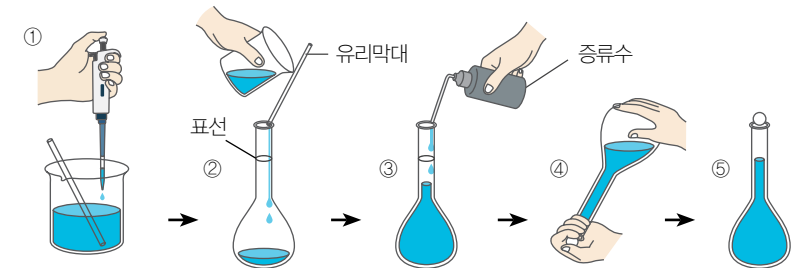
해보기 0.1 M 염화 나트륨 수용액 만들기 (NaCl 화학식량 = 58.5 g/몰)



- ① 고체 염화 나트륨 5.85 g을 계량한다.
- ② 200 mL 정도의 증류수에 녹인다.
- ③ 유리막대를 따라 용액을 1 L 부피 플라스크에 모두 옮긴다.
- ④ 눈금까지 증류수를 넣는다.
- ⑤ 뚜껑을 막고 용액을 충분히 흔들어 준다.
- ⑥ 용액을 정확하게 1 L로 만든다.

• 액체 시료로 표준 용액 만들기

해보기 36 % 염산 용액으로 0.1 M 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 1 L 부피 플라스크에 모두 옮기고, 비커를 2~3회 증류수로 씻어서 부피 플라스크를 채운다.
- ③ 눈금까지 증류수를 채운다.
- ④ 뚜껑을 막고 용액을 충분히 흔들어 준다.
- ⑤ 용액을 정확하게 1 L로 만든다.

tip 물(mole)과 물 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. 물 농도(M)는 용액 1 L에 녹아 있는 용질의 물수로 정의하며, 단위는 몰/L이다. 물 농도(M)를 사용하면 화학 반응에서 반응비를 쉽게 계산할 수 있다.

(예) HCl 1몰은 36.5 g 이다. (HCl의 분자량 = 36.5)

HCl 1 M 용액 1 L에는 36.5 g의 HCl이 포함되어 있다.

그 밖의 간편한 표준 용액 만들기

| 종류 | 농도 | 만드는 법 | 시판되는 화학약품 농도 / 상태 |
|----------|-------|---|--|
| 묽은 염산 | 1 M | 증류수에 진한 염산 86.2 mL를 넣고 용액의 부피를 1 L로 만듦 | 11.6 M (36 %) |
| 묽은 황산 | 1 M | 증류수에 진한 황산 55 mL를 넣고 용액의 부피를 1 L로 만듦 | 18.0 M (96 %) |
| 묽은 아세트산 | 1 M | 증류수에 빙초산 58 mL를 넣고 용액의 부피를 1 L로 만듦 | [빙초산] 17.3 M (98 %) |
| 수산화 나트륨 | 1 M | 증류수에 수산화 나트륨 40 g을 녹이고 용액의 부피를 1 L로 만듦 | 결정 |
| 질산 은 | 0.1 M | 질산 은 1.7 g 을 물에 녹여 100 mL 로 만듦 | 결정 |
| 황산 구리(Ⅱ) | 0.1 M | 증류수에 황산 구리(Ⅱ) 결정 25 g을 녹이고 용액의 부피를 1 L로 만듦 | 결정 (CuSO ₄ · 5H ₂ O) |
| 석화수 | — | 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 묵히거나 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 묽은 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 17쪽

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, 가연성 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 21쪽



〈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 사용해야할 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 헥세인, 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 혼합금지물질질을 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 「폐기물관리법 시행규칙」별표5에 따라 ①중화·가수분해·산화·환원 처분, ②고온 소각하거나 고온 용융 처분, ③고형화 처분의 방법으로 처리하여야 합니다. 따라서 지정폐기물 처리업체에 위탁처리하시기 바라며, 처리업체 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 알칼리게 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. 폴리클로로네이티드디페닐 | |

Q9. 폐기를 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 시약별 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 가능)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 효덕초등학교 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
김울 한국과학창의재단 연구원

인쇄 2016년 12월 21일

발행일 2016년 12월 21일

저작권자 교육부

발행처 한국과학창의재단

편집·디자인

(주)홍커뮤니케이션즈

www.hongcomm.com

(비매품)